

Лекция №1. Введение в компьютерную графику

Компьютерная графика (КГ) – это раздел информатики (Computer Science), в котором изучаются методы и средства для преобразования данных в графическую форму представления и из графической с помощью ЭВМ.

В зависимости от возможности изменения получаемого изображения компьютерная (машинная) графика подразделяется на:

– пассивную. Под пассивной машинной графикой подразумевается способ получения изображения на каком-либо носителе без возможности его динамического изменения;

– активную. Интерактивная машинная графика позволяет динамически управлять содержанием изображения, его формой, размерами и цветом с помощью интерактивных устройств взаимодействия (клавиатуры, мыши, джойстика и т.п.).

Интерактивная машинная графика стала стандартной формой связи человека и компьютера.

История развития компьютерной графики

Отправной точкой развития компьютерной графики можно считать 1930 г., когда в США нашим соотечественником Владимиром Зворыкинским, работавшим в компании «Вестингхаус» (Westinghouse), была изобретена электронно-лучевая трубка (ЭЛТ), впервые позволяющая получать изображения на экране без использования механических движущихся частей.

Началом эры собственно КГ можно считать декабрь 1951 г., когда в Массачусетском технологическом институте (МТИ) для системы противовоздушной обороны военно-морского флота США был разработан первый дисплей для компьютера «Вихрь». Изобретателем этого дисплея был инженер из МТИ Джей Форрестер.

Одним из отцов-основателей КГ считается Айвен Сазерленд (Ivan Sutherland), который в 1962 г. все в том же МТИ создал программу компьютерной графики под названием «Блокнот» (Sketchpad) (рис. 1). Эта программа могла рисовать достаточно простые фигуры (точки, прямые, дуги окружностей), могла вращать фигуры на экране.

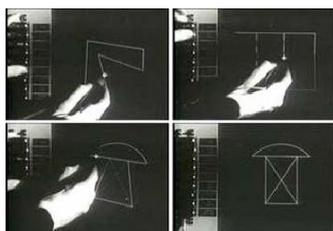


Рис. 1. Программа компьютерной графики под названием «Блокнот» (Sketchpad)

Рис. 2. Компьютер «DAC-1»

Рис. 3. Графический терминал IBM-2250

Под руководством Т. Мофетта и Н. Тейлора фирма Itek разработала цифровую электронную чертежную машину. В 1964 г. General Motors представила систему автоматизированного проектирования DAC-1 (рис. 2.), разработанную совместно с IBM.

В 1965 г. фирма IBM выпустила первый коммерческий графический терминал под названием IBM-2250 (рис. 3).

В 1968 г. группой под руководством Н. Н. Константинова была создана компьютерная математическая модель движения кошки. Машина БЭСМ-4, выполняя написанную программу решения дифференциальных уравнений, рисовала мультфильм «Кошечка», который для своего времени являлся прорывом. Для визуализации использовался алфавитно-цифровой принтер.

В 1977 г. Commodore выпустила свой PET (персональный электронный делопроизводитель), а компания Apple создала Apple-II. Появление этих устройств вызывало смешанные чувства: графика была ужасной, а процессоры медленными, как улитки. Однако ПК стимулировали процесс разработки периферийных устройств: недорогих графопостроителей и графических планшетов.

В конце 70-х годов для космических кораблей «Шаттл» появились летные тренажеры, основанные на КГ.

В 1982 г. на экраны кинотеатров вышел фильм «Трон» в котором впервые использовались кадры, синтезированные на компьютере.

В 1984 г. был выпущен первый Macintosh, название которого произошло от сорта яблок «Макинтош» с их графическим интерфейсом пользователя. Первоначально областью применения ПК были не графические приложения, а работа с текстовыми процессорами и электронными таблицами, но его возможности как графического устройства побуждали к разработке относительно недорогих программ как в области САПР, так и в более общих областях бизнеса и искусства.

К концу 80-х программное обеспечение имелось для всех сфер применения: от комплексов управления до настольных издательских комплексов. В конце восьмидесятых возникло новое направление рынка на развитие аппаратных и программных систем сканирования, автоматической оцифровки. Оригинальный толчок в таких системах должна была создать магическая машина Ozalid, которая бы сканировала и автоматически векторизовала чертеж на бумаге, преобразуя его в стандартные форматы САД/САМ. Акцент сдвинулся в сторону обработки, хранения и передачи сканируемых пиксельных изображений.

В 90-х стираются отличия между КГ и обработкой изображения. Машинная графика часто имеет дело с векторными данными, а основой для

обработки изображений является пиксельная информация. Еще несколько лет назад каждый пользователь требовал рабочую станцию с уникальной архитектурой, а сейчас процессоры рабочих станций имеют быстрое действие, достаточное для того, чтобы управлять как векторной, так и растровой информацией.

Области применения компьютерной графики

В настоящее время компьютерная (машинная) графика находит самое широкое применение в различных областях науки и техники, промышленности, в экономике, управлении, обучении.

Области применения компьютерной графики:

1. Научная графика.

Первые компьютеры использовались лишь для решения научных и производственных задач. Чтобы лучше понять полученные результаты, производили их графическую обработку, строили графики, диаграммы, чертежи рассчитанных конструкций. Первые графики на машине получали в режиме символьной печати. Затем появились специальные устройства – графопостроители (плоттеры) для вычерчивания чертежей и графиков чернильным пером на бумаге. Современная научная компьютерная графика дает возможность проводить вычислительные эксперименты с наглядным представлением их результатов.

2. Деловая графика.

Деловая графика – область КГ, предназначенная для наглядного представления различных показателей работы учреждений. Плановые показатели, отчетная документация, статистические сводки – вот объекты, для которых с помощью деловой графики создаются иллюстративные материалы. Программные средства деловой графики включаются в состав электронных таблиц.

3. Конструкторская графика.

Конструкторская графика используется в работе инженеров–конструкторов, архитекторов, изобретателей новой техники. Этот вид компьютерной графики является обязательным элементом САПР (систем автоматизации проектирования). Средствами конструкторской графики можно получать как плоские изображения (проекции, сечения), так и пространственные трехмерные изображения.

4. Иллюстративная графика.

Иллюстративная графика – это произвольное рисование и черчение на экране компьютера. Пакеты иллюстративной графики относятся к прикладному программному обеспечению общего назначения. Простейшие программные средства иллюстративной графики называются *графическими редакторами*.

5. Художественная и рекламная графика.

Художественная и рекламная графика – ставшая популярной во многом благодаря телевидению. С помощью компьютера создаются рекламные

ролики, мультфильмы, компьютерные игры, видеоуроки, видеопрезентации. Графические пакеты для этих целей требуют больших ресурсов компьютера по быстродействию и памяти. Отличительной особенностью этих графических пакетов является возможность создания реалистических изображений и «движущихся картинок». Получение рисунков трехмерных объектов, их повороты, приближения, удаления, деформации связано с большим объемом вычислений. Передача освещенности объекта в зависимости от положения источника света, от расположения теней, от фактуры поверхности, требует расчетов, учитывающих законы оптики.

6. Компьютерная анимация.

Компьютерная анимация – это получение движущихся изображений на экране дисплея. Художник создает на экране рисунок начального и конечного положения движущихся объектов, все промежуточные состояния рассчитывает и изображает компьютер, выполняя расчеты, опирающиеся на математическое описание данного вида движения. Полученные рисунки, выводимые последовательно на экран с определенной частотой, создают иллюзию движения. Мультимедиа – это объединение высококачественного изображения на экране компьютера со звуковым сопровождением. Наибольшее распространение системы мультимедиа получили в области обучения, рекламы, развлечений.

7. Графика для Интернета.

Появление глобальной сети Интернет привело к тому, что компьютерная графика стала занимать важное место в ней. Все больше совершенствуются способы передачи визуальной информации, разрабатываются более совершенные графические форматы, остро чувствуется желание использовать трехмерную графику, анимацию, весь спектр мультимедиа.

Виды компьютерной графики

Различают три вида компьютерной графики:

- растровая графика;
- векторная графика;
- фрактальная графика.

Растровая графика – графическое представление объекта в виде множества точек (как правило, это фотография).

Основной элемент изображения растровой графики – *точка*. Точка на экране называется «пиксель». С размером изображения связано его разрешение. Единица измерения разрешения «dpi» (dots per inch) – точек на дюйм.

Примеры растровых редакторов:

- Adobe Photoshop (как самостоятельный продукт и как часть комплектов ПО от Adobe);
- Corel PhotoPaint (часть пакета Corel Graphics Suite);
- Corel Painter;

- The Gimp (FOSS, GNU/GPL), аббревиатура от «GNU Image Manipulation Program»;
- MS Paint (часть ОС Windows).

Векторная графика – графическое представление объекта в виде множества векторов.

Основной элемент изображения векторной графики – *линия*. Линия представлена в памяти ПК несколькими параметрами и в этом виде занимает гораздо меньше места. Любой сложный объект можно разложить на линии, прямые или кривые. Поэтому часто векторную графику называют объектно-ориентированной.

Свойства линии:

- форма; –
- толщина; –
- цвет;
- стиль (пунктир, сплошная).

Замкнутые линии имеют свойство заполнения – цветом, текстурой, узором и т.п. Каждая незамкнутая линия имеет 2 вершины, называемые *узлами*. С помощью узлов можно соединять линии между собой.

В основе векторной графики лежат математические представления о свойствах геометрических фигур.

Примеры векторных редакторов:

- Adobe Illustrator (как самостоятельный продукт и как часть комплектов ПО от Adobe);
- Corel Draw(часть пакета Corel Graphics Suite);
- Corel Xara, облегченная версия CorelDraw; –
- Inkscape (FOSS, GNU/GPL);
- Adobe (Macromedia) FreeHand;
- Microsoft Visio.

Фрактальная графика обеспечивает автоматическое форматирование изображений путём использования различных математических расчётов, т.е. необходимое изображение формируется путём программирования.

Понятия *фрактал* и *фрактальная геометрия*, появившиеся в конце 70-х, с середины 80-х прочно вошли в обиход математиков и программистов. Слово фрактал образовано от латинского fractus и в переводе означает *состоящий из фрагментов*. Оно было предложено Бенуа Мандельбротом в 1975 г. для обозначения нерегулярных, но самоподобных структур, которыми он занимался.

Фрактальная графика, как и векторная вычисляемая, но отличается тем, что никакие объекты в памяти не хранятся. Изображение строится по уравнению, или системе уравнений. Изменив коэффициенты можно получить совершенно другую картину. Фрактальными свойствами обладают многие объекты живой и неживой природы (снежинка, ветка папоротника).

Лекция № 2. Аппаратные средства компьютерной графики

Дисплеи (мониторы)

Одной из наиболее важных составных частей ПК является его видео-подсистема, состоящая из монитора и видеоадаптера (обычно размещаемого на системной плате). Монитор предназначен для отображения на экране текстовой и графической информации, визуально воспринимаемой пользователем персонального компьютера. В настоящее время существует большое разнообразие типов мониторов.

Их можно охарактеризовать следующими основными признаками:

1. По режиму отображения:

a) векторные дисплеи.

b) растровые дисплеи.

В векторных дисплеях с регенерацией изображения на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) используется люминофор с очень коротким временем послесвечения. Такие дисплеи часто называют дисплеями с произвольным сканированием. Из-за того, что время послесвечения люминофора мало, изображение на ЭЛТ за секунду должно многократно перерисовываться или регенерироваться. Минимальная скорость регенерации должна составлять 30 (1/с), а предпочтительнее 40-50 (1/с). Скорость регенерации меньшая 30 приводит к мерцанию изображения.

Кроме ЭЛТ, для векторного дисплея необходим дисплейный буфер (непрерывный участок памяти, содержащий всю информацию, необходимую для вывода изображения на ЭЛТ) и дисплейный контроллер. Функция дисплейного контроллера: циклически обрабатывать эту информацию со скоростью регенерации. Сложность рисунка ограничивается двумя факторами – размером дисплейного буфера и скоростью контроллера.

На рисунке 1 изображены блок-схемы двух высокопроизводительных векторных дисплеев. В обоих случаях предполагается, что такие геометрические преобразования, как поворот, перенос, масштабирование, перспективное проецирование и отсечение, реализованы аппаратно в геометрическом процессоре.



Рис. 1. Блок-схемы векторных дисплеев с регенерацией

В первом случае геометрический процессор работает медленнее, чем это необходимо при регенерации изображения. Геометрические данные, посы-

лаемые ЦПУ графическому дисплею, обрабатываются до сохранения в дисплейном буфере. Значит, в нем содержатся только те инструкции, которые необходимы генератору для вывода изображений. Контроллер считывает информацию из дисплейного буфера и посылает генератору. При достижении конца дисплейного буфера контроллер возвращается на его начало, и цикл повторяется снова.

При использовании первой схемы возникает *идея двойной буферизации* и раздельного изменения изображения и его регенерации. Так как в этой конфигурации геометрический процессор не успевает сгенерировать сложное новое или измененное изображение во время одного цикла регенерации, то дисплейный буфер делится на две части. В то время как измененное изображение обрабатывается и записывается в одну половину буфера, дисплейный контроллер регенерирует ЭЛТ из другой половины буфера. При завершении изменения изображения буферы меняются ролями, и этот процесс повторяется. Таким образом, новое или измененное изображение может генерироваться каждый второй, третий, четвертый и т.д. циклы регенерации. Использование двойной буферизации предотвращает одновременный вывод части старого и части нового измененного изображения в течение одного и более циклов регенерации.

Во второй схеме геометрический процессор работает быстрее, чем необходимо для регенерации достаточно сложных изображений. В этом случае исходная геометрическая база данных, посланная из ЦПУ, сохраняется непосредственно в дисплейном буфере, а векторы обычно задаются в пользовательских координатах в виде чисел с плавающей точкой. Дисплейный контроллер за один цикл регенерации считывает информацию из дисплейного буфера, пропускает ее через геометрический процессор и результат передает генератору векторов. При таком способе обработки геометрические преобразования должны выполняться «на лету» в течение одного цикла регенерации.

Растровое устройство можно рассматривать как матрицу дискретных ячеек (точек), каждая из которых может быть подсвечена. Таким образом, оно является точечно-рисующим устройством. Невозможно, за исключением специальных случаев, непосредственно нарисовать отрезок прямой из одной адресуемой точки или пикселя в матрице в другую адресуемую точку. Отрезок можно только аппроксимировать последовательностями точек (пикселов), близко лежащих к реальной траектории отрезка. Эту идею иллюстрирует рисунок 2.

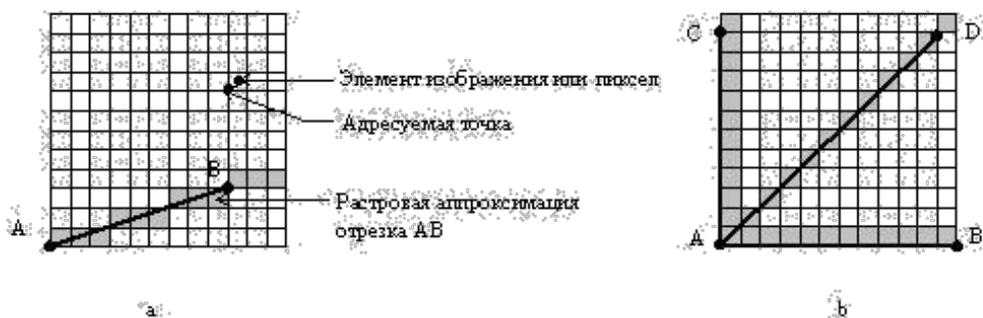


Рис. 2. Растровая развертка отрезка

Отрезок прямой из точек получится только в случае горизонтальных, вертикальных или расположенных под углом 45° отрезков. Все другие отрезки будут выглядеть как последовательности ступенек. Это явление называется *лестничным эффектом* или «зазубренностью».

Чаще всего для графических устройств с растровой ЭЛТ используется буфер кадра. *Буфер кадра* представляет собой большой непрерывный участок памяти компьютера. Для каждой точки или пикселя в растре отводится, как минимум один бит памяти. Эта память называется *битовой плоскостью*. Для квадратного растра размером 512×512 требуется 2^{18} , или 262144 бита памяти в одной битовой плоскости. Из-за того, что бит памяти имеет только два состояния (двоичное 0 или 1), имея одну битовую плоскость, можно получить лишь черно-белое изображение. Битовая плоскость является цифровым устройством, тогда как растровая ЭЛТ – аналоговое устройство. Поэтому при считывании информации из буфера кадра и ее выводе на графическое устройство с растровой ЭЛТ должно происходить преобразование из цифрового представления в аналоговый сигнал. Такое преобразование выполняет цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). На рисунке 3 приведена схема графического устройства с черно-белой растровой ЭЛТ, построенного на основе буфера кадра с одной битовой плоскостью.

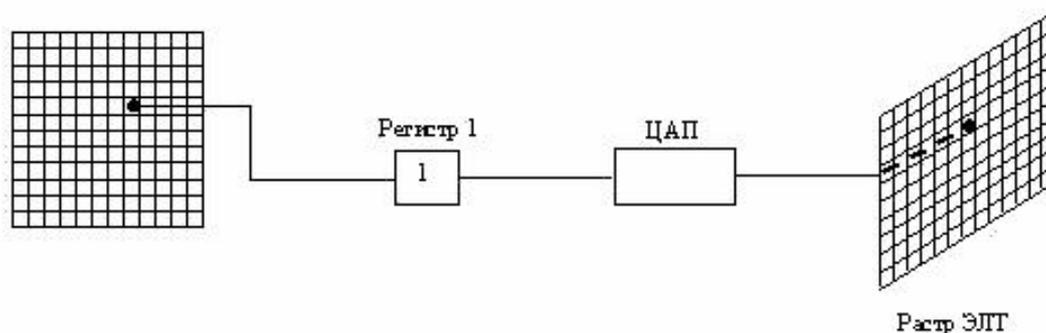


Рис. 3. Черно-белый буфер кадра (с одной битовой плоскостью) для растрового дисплея

Цвета или полутона серого цвета могут быть введены в буфер кадра путем использования дополнительных битовых плоскостей. На рисунке 4 по-

казана схема буфера кадра с N битовыми плоскостями для градации серого цвета.

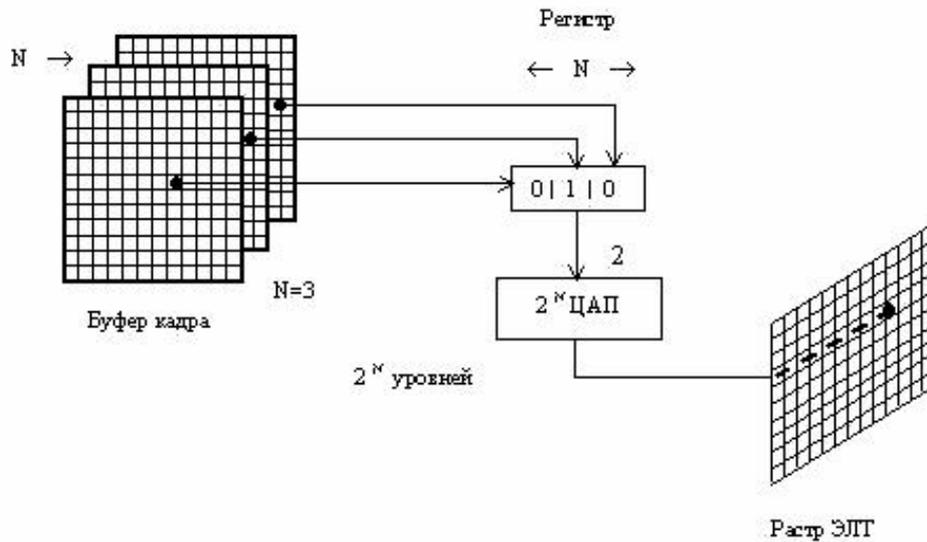


Рис. 4. Полутоновый черно-белый буфер кадра с N битовыми плоскостями

Интенсивность каждого пикселя на ЭЛТ управляется содержимым соответствующих пикселей в каждой из N битовых плоскостей. В соответствующую позицию регистра загружается бинарная величина (0 или 1) из каждой плоскости. Двоичное число, получившееся в результате, интерпретируется как уровень интенсивности между 0 и $2^N - 1$. Буфер кадра с тремя битовыми плоскостями для раstra 512×512 занимает 786432 ($3 \times 512 \times 512$) битов памяти.

Число доступных уровней интенсивности можно увеличить, незначительно расширив требуемую для этого память и воспользовавшись таблицей цветов, как схематично показано на рисунке 5.

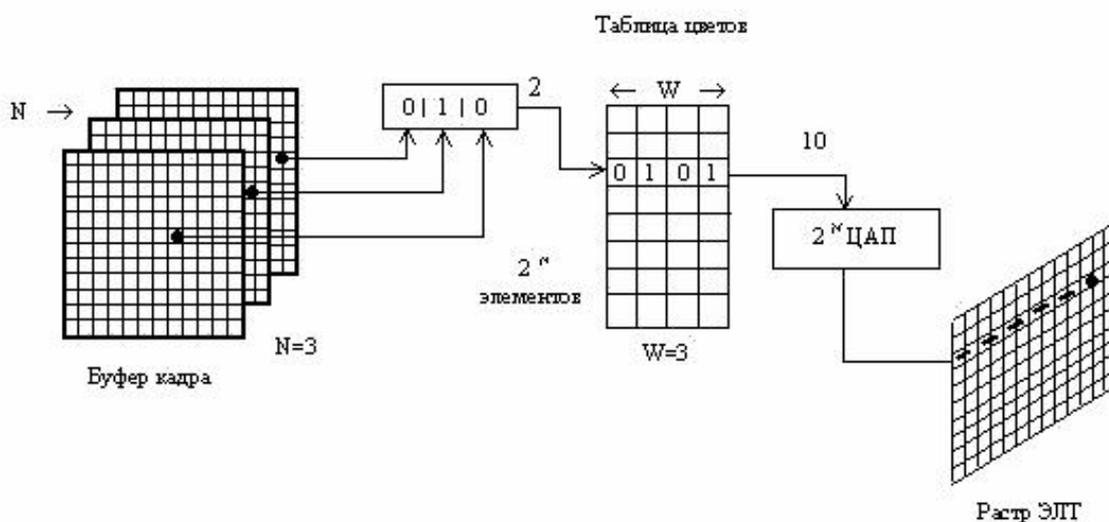


Рис. 5. Полутоновый черно-белый буфер кадра с N битовыми плоскостями и W-разрядной таблицей цветов

После считывания из буфера кадра битовых плоскостей получившееся число используется как индекс в таблице цветов. В этой таблице должно содержаться 2^N . Каждый ее элемент может содержать W бит, причем W может быть больше N .

Поскольку существует три основных цвета, можно реализовать простой цветной буфер кадра с тремя битовыми плоскостями, по одной для каждого из основных цветов. Каждая битовая плоскость управляет индивидуальной электронной пушкой для каждого из трех основных цветов. Три основных цвета, комбинируясь на ЭЛТ, дают восемь цветов. Схема простого цветного растрового буфера показана на рисунке 6. Чтобы увеличить количество цветов для каждой из трех цветных пушек используется дополнительные битовые плоскости.

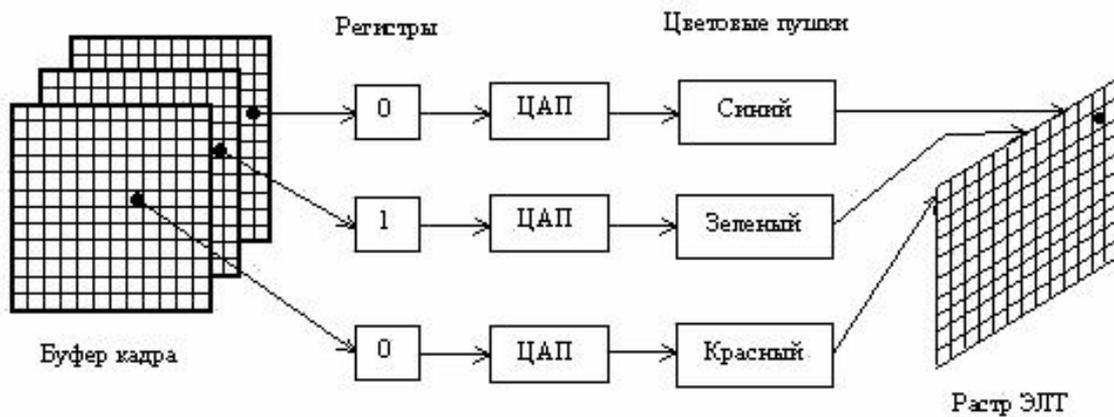


Рис. 6. Простой цветной буфер кадра

2. По типу экрана мониторы делятся на:

- a) дисплеи на основе ЭЛТ;
- b) жидкокристаллические (ЖК);
- c) плазменные.

Дисплеи на основе ЭЛТ. Рассмотрим конструкцию ЭЛТ, используемую в видеомониторах (рис. 7).

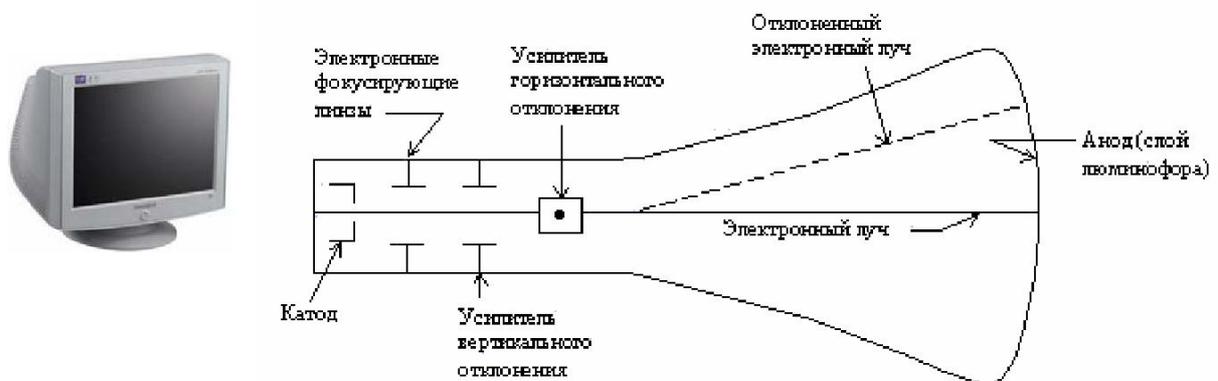


Рис. 7. Электронно-лучевая трубка

Катод (отрицательно заряженный) нагревают до тех пор, пока возбужденные электроны не создадут расширяющегося облака (электроны отталкиваются друг от друга, т.к. имеют одинаковый заряд). Эти электроны притягиваются к сильно заряженному положительному аноду. На внутреннюю сторону расширенного конца ЭЛТ нанесен люминофор. Облако электронов с помощью линз фокусируется с узкой, строго параллельный пучок, и луч дает яркое пятно в центре ЭЛТ. Луч отклоняется или позиционируется влево или вправо от центра и (или) выше или ниже центра с помощью усилителей горизонтального и вертикального отклонения. Именно в данный момент проявляется отличие векторных и растровых дисплеев.

В векторном дисплее электронный луч может быть отклонен непосредственно из любой произвольной позиции в любую другую произвольную позицию на экране ЭЛТ (анод). Т.к. люминофорное покрытие нанесено на экран ЭЛТ сплошным слоем, в результате получается почти идеальная прямая.

В растровом дисплее луч может отклоняться только в строго определенные позиции на экране, образующие своеобразную мозаику. Эта мозаика составляет видеоизображение. Люминофорное покрытие на экране растровой ЭЛТ представляет собой множество тесно расположенных мельчайших точек, куда может позиционироваться луч, образуя мозаику.

В ЭЛТ электронные лучи при развертке движутся по экрану, обновляя изображение. Хотя в большинстве случаев можно установить такую частоту регенерации (число обновлений экрана электронными лучами в секунду), что изображение выглядит стабильным, но некоторые пользователи все же воспринимают мерцание, способное вызвать быстрое утомление глаз и головную боль. Для ЭЛТ-мониторов характерно в небольших количествах электромагнитное излучение.



Экран жидкокристаллического дисплея (ЖКД) состоит из двух стеклянных пластин, между которыми находится масса, содержащая жидкие кристаллы, которые изменяют свои оптические свойства в зависимости от прилагаемого электрического заряда (рис. 8). Жидкие кристаллы сами не светятся, поэтому ЖКД нуждаются в подсветке или во внешнем освещении.

Основное достоинство ЖКД – их габариты (экран плоский). Недостатки – недостаточное быстродействие при изменении изображения на экране (заметно при перемещении курсора мыши), зависимость резкости и яркости изображения от угла зрения; высокая цена.

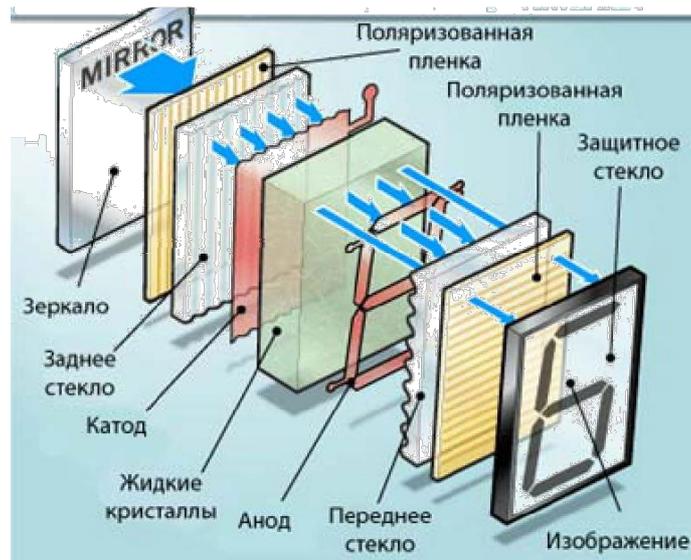


Рис. 8. Принцип работы ЖКД

ЖКД обладают неоспоримыми преимуществами перед конкурирующими устройствами отображения:

- размеры. Отличаются малой глубиной и небольшой массой;
- энергопотребление. Потребляют меньшую мощность;
- удобство для пользователя. На экране каждый пиксель либо включен, либо выключен, так что мерцание отсутствует. В ЖК-мониторах электромагнитного излучения нет.

В ЖК-дисплеях угол обзора не только мал, но и асимметричен: обычно он составляет 45° по горизонтали и $+15...-30^\circ$ по вертикали. Излучающие дисплеи, такие как электролюминесцентные, плазменные и на базе ЭЛТ, как правило, имеют конус обзора от 80 до 90 по обеим осям. В последнее время на рынке появились модели ЖК-дисплеев с увеличенным углом обзора $50-60^\circ$.



Плазменные (газоплазменные) мониторы состоят из двух стеклянных пластин, между которыми находится газовая смесь (ксенона и неона), светящаяся под воздействием электрических импульсов. На переднюю, прозрачную пластину нанесены тончайшие прозрачные проводники, или электроды, а на заднюю – ответные проводники. Подавая на электроды электрическое напряжение, можно вызвать пробой газа в нужной ячейке, сопровождающийся излучением света, который и формирует требуемое изображение. Первые панели, заполнявшиеся в основном неонами, были монохромными и имели характерный оранжевый цвет. Проблема создания цветного изображения была решена путем нанесения в триадах соседних ячеек люминофоров основных цветов – красного, зеленого и синего и подбора газовой смеси, излучающей при разряде невидимый глазом ультрафиолет, который возбуждал люминофоры и создавал уже видимое цветное изображение (три ячейки на каждый пиксель).

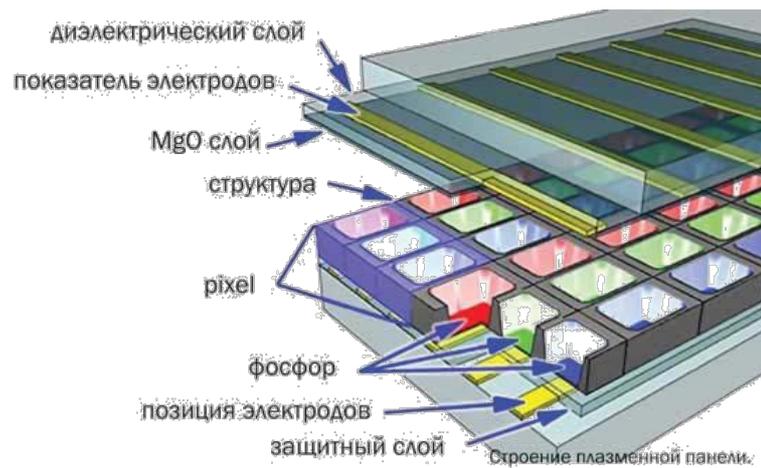


Рис. 9. Строение плазменной панели

Функциональные возможности и характеристики:

- широкий угол обзора по горизонтали и по вертикали (160° и более);
- очень малое время отклика (4 мкс по каждой строке); – высокая чистота цвета;
- простота производства крупноформатных панелей (недостижимая при тонкопленочном технологическом процессе); – малая толщина – газоразрядная панель имеет толщину около одного сантиметра или менее, а управляющая электроника добавляет еще несколько сантиметров; – отсутствие геометрических искажений изображения;
- широкий температурный диапазон;
- отсутствие необходимости в юстировке изображения;
- механическая прочность.

Такие мониторы нельзя использовать в переносных компьютерах с аккумуляторным и батарейным питанием, т.к. они потребляют большой ток.

3. Размер по диагонали.

Измеряется в дюймах: 14", 15", 17", 21" и др. мониторы. Следует помнить, что размер изображения, как правило, на дюйм меньше размера кинескопа. Считается, что 15" монитор отлично подходит для работы в домашних условиях; 17" монитор необходим для профессиональной работы с графикой; размеры экрана, большие 21" для персонального монитора на сегодняшний день не очень удобны для пользования, т.к. экран тяжело окинуть взглядом.

4. Размер зерна.

Размер зерна экрана – расстояние в миллиметрах между двумя соседними люминофорами одного цвета. Меньший размер зерна соответствует более резкой и контрастной картинке, создавая общее впечатление чистоты цвета и четкого контура изображения. У мониторов разного типа размер зерна экрана может находиться в пределах от 0,18 до 0,50 мм. Наиболее

оптимальными для восприятия считаются мониторы с зерном экрана от 0,24 до 0,28 мм.

5. Разрешающая способность.

Разрешающая способность – число пикселей (точек экрана) по горизонтали и вертикали. Эта характеристика определяет контрастность изображения. Она зависит от размера экрана и размера зерна экрана, но может изменяться (в определённых пределах) с помощью программной настройки.

6. Цветность.

а) цветные;

В качестве цветных мониторов используются:

– композитные цветные мониторы и телевизоры – обеспечивают и цвет, и графику, но имеют довольно низкую разрешающую способность; – цветные RGB-мониторы – являются самыми качественными, обладающими высокой разрешающей способностью и графики, и цвета (RGB), RGB-мониторы работают совместно с цветным графическим контроллером.

Для настольных компьютеров используются различные типы видеомониторов: CD (Color Display – цветной дисплей), ECD (Enhanced CD – улучшенный цветной дисплей) и PGS (Professional Graphics System – профессиональная графическая система) и др.

б) монохромные.

Среди монохромных чаще других используются:

– монохромные мониторы прямого управления – обеспечивают высокую разрешающую способность при отображении текстовых и псевдографических символов, но не предназначены для формирования графических изображений, построенных из отдельных пикселей; работают совместно только с монохромными видеоконтроллерами; – композитные монохромные мониторы – обеспечивают качественное отображение и символьной, и графической информации при совместной работе с цветным графическим адаптером (но выдают, естественно, монохромное: зеленое или чаще всего янтарное изображение).

7. Частота кадров (обычно от 50 до 100 Гц).

Все современные аналоговые мониторы условно можно разделить на следующие типы:

– с фиксированной частотой развертки;
– с несколькими фиксированными частотами;
– многочастотные (мультичастотные). Обладают способностью настраиваться на произвольные значения частот синхронизации из некоторого заданного диапазона, например, 30-64 кГц для строчной и 50-100 Гц для кадровой развертки.

8. Видеодиапазон (обычно от 65 до 200 МГц).

9. Видеосигнал.

- a) *цифровой;*
- b) *аналоговый.*

Под цифровыми мониторами понимаются устройства отображения зрительной информации на основе ЭЛТ, управляемой цифровыми схемами. К цифровым относятся монохромные мониторы, снабженные видеоадаптерами стандартов MDA и Hercules, цветные RGB-мониторы, предназначенные для подключения к видеоадаптеру стандарта EGA. Монохромные мониторы способны отображать на экране только темные и светлые точки, иногда точки могут различаться интенсивностью. Hercules-мониторы имеют разрешение до 728×348 пикселей, небольшие габариты и вес. Блок развертки монитора получает синхроимпульсы от соответствующего видеоадаптера. RGB-мониторы способны отображать 16 цветов, однако разрешение экрана у них меньше, чем у Hercules-мониторов.

ЭЛТ мониторов управляется аналоговыми сигналами поступающими от видеоадаптера. Принцип работы ЭЛТ монитора такой же, как у телевизионной трубки. Аналоговые мониторы способны поддерживать разрешение стандарта VGA (640×480) пикселей и выше.

10. Прочие характеристики (функции управления растром, система энергосбережения, защита от излучения, вес, габариты, потребляемая мощность).

Видеоконтроллер (видеоадаптер)

Видеоконтроллеры (видеоадаптеры) являются внутрисистемными устройствами, непосредственно управляющими мониторами и выводом информации на их экран. Видеоконтроллер содержит: схему управления ЭЛТ, растровую память (*видеопамять*, хранящую воспроизводимую на экране информацию и использующую поле видеобуфера в ОП), сменные микросхемы ПЗУ (матрицы знаков), порты ввода-вывода.

Работой монитора руководит специальная плата, которую называют *видеоадаптером (видеокартой)*. Вместе с монитором видеокарта создает видеоподсистему ПК. В первых компьютерах видеокарты не было.

Видеоадаптер имеет вид отдельной платы расширения, которую вставляют в определенный слот материнской платы (в современных ПК это слот AGP). Видеоадаптер выполняет функции видеоконтроллера, видеопроцессора и видеопамати.

Сформированное графическое изображение хранится во внутренней памяти видеоадаптера, которая называется *видеопамятью*. Необходимая емкость видеопамати зависит от заданной разрешающей способности и палитры цветов, поэтому для работы в режимах с высокой разрешающей способностью и полноцветной гаммой нужно как можно больше видеопамати (64-128 Мбайт). Видеопамять, как правило, строится на микросхемах динамической памяти с произвольным доступом (DRAM), обладающих большим объемом. Видеопамять доступна процессору как обычная оперативная память.

Основные характеристики:

- режим работы (текстовый и графический);
- воспроизведение цветов (монохромный и цветной);
- число цветов или число полутонов (в монохромном);
- разрешающая способность (число адресуемых на экране монитора пикселей по горизонтали и по вертикали);
- разрядность шины данных, определяющая скорость обмена данными с системной шиной и т.д.

Важнейшей характеристикой является *емкость видеопамати*, она определяет количество хранимых в памяти пикселей и их атрибутов. Разрядность атрибута пикселя определяет, в частности, максимально возможное число полутонов или цветовых оттенков, учитываемых при отображении пикселя. Необходимую емкость видеопамати можно приблизительно сосчитать, умножив количество байтов атрибута на количество пикселей экрана.

Режимы работы видеоадаптеров: 16 цветов; 256 цветов; High Color (16 бит); True Color (24 бит) и True Color (32 бит).

Типы видеоадаптеров:

MDA (Monochrome Display Adapter – монохромный адаптер дисплея) – простейший видеоадаптер, применявшийся в IBM PC. Работает в текстовом режиме с разрешением 80x25 (720x350, матрица символа – 9x14), поддерживает пять атрибутов текста: обычный, яркий, инверсный, подчеркнутый и мигающий. Частота строчной развертки – 15 КГц. Интерфейс с монитором – цифровой: сигналы синхронизации, основной видеосигнал, дополнительный сигнал яркости.

HGC (Hercules Graphics Card – графическая карта Hercules) – расширение MDA с графическим режимом 720x348, разработанное фирмой Hercules.

CGA (Color Graphics Adapter – цветной графический адаптер) – первый адаптер с графическими возможностями. Работает либо в текстовом режиме с разрешениями 40x25 и 80x25 (матрица символа – 8x8), либо в графическом с разрешениями 320x200 или 640x200. В текстовых режимах доступно 256 атрибутов символа – 16 цветов символа и 16 цветов фона (либо 8 цветов фона и атрибут мигания), в графических режимах доступно четыре палитры по четыре цвета каждая в режиме 320x200, режим 640x200 – монохромный. Вывод информации на экран требовал синхронизации с разверткой, в противном случае возникали конфликты по видеопамати, проявляющиеся в виде «снега» на экране. Частота строчной развертки – 15 КГц. Интерфейс с монитором – цифровой: сигналы синхронизации, основной видеосигнал (три канала – красный, зеленый, синий), дополнительный сигнал яркости.

EGA (Enhanced Graphics Adapter – улучшенный графический адаптер) – дальнейшее развитие CGA, примененное в первых PC AT. Добавлено

разрешение 640x350, что в текстовых режимах дает формат 80x25 при матрице символа 8x14 и 80x43 – при матрице 8x8. Количество одновременно отображаемых цветов – по прежнему 16, однако палитра расширена до 64 цветов (по два разряда яркости на каждый цвет). Введен промежуточный буфер для передаваемого на монитор потока данных, благодаря чему отпала необходимость в синхронизации при выводе в текстовых режимах. Структура видеопамати сделана на основе так называемых битовых плоскостей – «слоев», каждый из которых в графическом режиме содержит биты только своего цвета, а в текстовых режимах по плоскостям разделяются собственно текст и данные знакогенератора. Совместим с MDA и CGA. Частоты строчной развертки – 15 и 18 КГц. Интерфейс с монитором – цифровой: сигналы синхронизации, видеосигнал (по две линии на каждый из основных цветов).

MCGA (Multicolor Graphics Adapter – многоцветный графический адаптер) – введен фирмой IBM в ранних моделях PS/2. Добавлено разрешение 640x400 (текст), что дает формат 80x25 при матрице символа 8x16 и 80x50 – при матрице 8x8. Количество воспроизводимых цветов увеличено до 262144 (по 64 уровня на каждый из основных цветов). Помимо палитры, введено понятие таблицы цветов, через которую выполняется преобразование 64-цветного пространства цветов EGA в пространство цветов MCGA. Введен также видеорежим 320x200x256, в котором вместо битовых плоскостей используется представление экрана непрерывной областью памяти объемом 64000 байт, где каждый байт описывает цвет соответствующей ему точки экрана. Совместим с CGA по всем режимам и с EGA – по текстовым, за исключением размера матрицы символа. Частота строчной развертки – 31 КГц, для эмуляции режимов CGA используется так называемое двойное сканирование – дублирование каждой строки формата Nx200 в режиме Nx400. Интерфейс с монитором – аналогово-цифровой: цифровые сигналы синхронизации, аналоговые сигналы основных цветов, передаваемые монитору без дискретизации. Поддерживает подключение монохромного монитора и его автоматическое опознание – при этом в видео-BIOS включается режим суммирования цветов по так называемой шкале серого (grayscale) для получения полутонового черно-белого изображения. Суммирование выполняется только при выводе через BIOS – при непосредственной записи в видеопамать на монитор попадает только сигнал зеленого цвета (если он не имеет встроенного цветосмесителя).

VGA (Video Graphics Array – множество, или массив, визуальной графики) – расширение MCGA, совместимое с EGA, введен фирмой IBM в средних моделях PS/2. Фактический стандарт видеоадаптера с конца 80-х годов. Добавлен текстовый режим 720x400 для эмуляции MDA и графический режим 640x480 с доступом через битовые плоскости. В режиме 640x480 используется так называемая квадратная точка (соотношение ко-

личества точек по горизонтали и вертикали совпадает со стандартным соотношением сторон экрана – 4:3). Совместим с MDA, CGA и EGA, интерфейс с монитором идентичен MCGA.

IBM 8514/a – специализированный адаптер для работы с высокими разрешениями (640x480x256 и 1024x768x256), с элементами графического ускорителя. Не поддерживает видеорежимы VGA. Интерфейс с монитором аналогичен VGA/MCGA.

IBM XGA – следующий специализированный адаптер IBM. Расширено цветовое пространство (режим 640x480x64k), добавлен текстовый режим 132x25 (1056x400). Интерфейс с монитором аналогичен VGA/MCGA.

SVGA (Super VGA – «сверх»-VGA) – расширение VGA с добавлением более высоких разрешений и дополнительного сервиса. Видеорежимы добавляются из ряда 800x600, 1024x768, 1152x864, 1280x1024, 1600x1200 – большинство с соотношением 4:3. Цветовое пространство расширено до 65536 (High Color) или 16,7 млн. (True Color). Также добавляются расширенные текстовые режимы формата 132x25, 132x43, 132x50. Из дополнительного сервиса добавлена поддержка VBE. Фактический стандарт видеоадаптера примерно с 1992 года, после выхода стандарта VBE 1.0. До выхода и реализации стандарта практически все SVGA-адаптеры были несовместимы между собой.

Для повышения быстродействия графических подсистем IBM PC выпускаются специальные типы адаптеров – *графические акселераторы*. Графические акселераторы содержат собственные процессоры, которые специализированы для выполнения графических преобразований.

Большинство микросхем акселераторов берет на себя выполнение операций перемещения фрагментов растрового изображения (битовых блоков) BitBlit, рисования линий и многоугольников, закрашивания определенным цветом указанных многоугольников, а также поддержку аппаратного курсора.

Под *мультимедиа-акселераторами* обычно понимают устройства, которые помимо ускорения обычных графических операций могут также выполнять ряд операций по обработке видеоданных.

Основные мультимедиа-функции акселераторов:

- цифровые фильтрация и масштабирование видео;
- аппаратные цифровые компрессия и декомпрессия видео;
- ускорение графических операций, связанных с трехмерной (3D) графикой;
- поддержка «живого» видео на мониторе;
- наличие композитного видеовыхода;
- вывод TV-сигнала на монитор.

Акселераторы различаются по следующим основным параметрам:

- памятью для сохранения изображений. В некоторых случаях используется обычная динамическая память DRAM, но обычно используется специализированная видеопамять VRAM;
- используемой шиной. В настоящее время обычно используется PCI;
- шириной регистров. Чем шире регистр, тем большее число пикселей можно обработать за одну команду. В настоящее время ширина – 64 бита.

Принтеры Принтеры являются наиболее популярными устройствами вывода информации для ПК.

Основные характеристики принтеров:

- *разрешение* (print resolution) – количество точек на один квадратный дюйм. Чем выше разрешение, тем качественнее печать. Матричные принтеры обеспечивают сравнительно низкое разрешение – от 80 до 200 точек на кв. дюйм; струйные – до 720, лазерные – до 1200, термографические – от 1200 до 5000 точек на кв. дюйм;

- *скорость печати* (print speed), страниц в минуту (ppm). Скорость печати варьируется от 2 ppm у матричных принтеров до 4-6 ppm у струйных и 4-8 ppm у лазерных. Мощные лазерные и термографические принтеры способны выводить на печать до 100 страниц в минуту;

- *поддержка цветной печати* (color print) – очень важное свойство для тех, кто занимается компьютерной графикой и дизайном. В качестве устройств цветной печати используются в основном струйные принтеры. Матричные цветные принтеры неудобны в управлении и не обеспечивают приемлемое качество печати. Лазерные и термографические принтеры способны обеспечить высочайшее качество изображения, но эти печатающие устройства пока слишком дороги для применения в бизнесе.

По технологии печати принтеры можно разделить на:

Матричные Основной принцип работы – выбивание точек (dot matrix) через ленту с нанесенной на нее краской.



Игольчатый принтер формирует знаки несколькими иглами, расположенными в головке принтера. Бумага втягивается с помощью вала, а между бумагой и головкой принтера располагается красящая лента. При ударе иголки по этой ленте на бумаге остается закрашенный след. Иголочки, расположенные внутри головки, обычно активизируются электромагнитным методом. Головка движется по горизонтальной направляющей и управляется шаговым двигателем.

Существует четыре вида матричных принтеров: 9-, 18- и 24-игольчатые принтеры и строчный принтер.

Струйные (inkjet)



Печатают такие принтеры при помощи направленного потока микроскопических чернильных капель нескольких цветов. Основные технологии, применяемые в струйных принтерах: выброс чернильных капель при нагревании чернил и выброс чернильных капель механически при расширении кристалла под действием электрического тока. Размер чернильных капель и физические свойства чернил определяют качество получаемого изображения. Цветные струйные принтеры бывают класса:

- Color – принтеры на базе четырех цветов: Black (черный), Cyan (циан), Magenta (пурпурный) и Yellow (желтый);
- Photo – на базе шести и более цветов.

Для таких принтеров выпускается специальная бумага, но можно печатать на обычной бумаге плотностью от 60 до 135 г/кв.м. В некоторых моделях для быстрого высыхания чернил применяется подогрев бумаги.

Основной недостаток – возможность засыхания чернил внутри сопла, что приводит к необходимости замены печатающей головки.

Лазерные (laser)



Лазерные принтеры обеспечивают более высокое качество печати, но стоимость печати выше, особенно при использовании цветных лазерных принтеров.

Основным элементом является вращающийся барабан для переноса изображения на бумагу, представляющий собой металлический цилиндр, покрытый тонкой пленкой фотопроводящего полупроводника. По поверхности барабана равномерно распределяется статический заряд. Для этого служит тонкая проволока или сетка – коронирующий провод. Высокое напряжение, подаваемое на этот провод вызывает возникновение вокруг него светящейся ионизированной области – короны. Лазер, управляемый микроконтроллером, генерирует тонкий световой луч, отражающийся от вращающегося зеркала. Этот луч, падая на барабан, изменяет его электрический заряд в точке падения. Таким образом, на барабане возникает скрытая копия изображения. Далее на барабан наносится тонер – мельчайшая красящая пыль. Под действием статическо-

го заряда эти мелкие частицы притягиваются к поверхности барабана в точках, подвергшихся экспозиции, и формируют изображение. Бумага втягивается с подающего лотка и с помощью системы валиков перемещается к барабану. Перед барабаном бумаге сообщается статический заряд. Бумага соприкасается с барабаном и притягивает, благодаря своему заряду, частички тонера от барабана. Для фиксации тонера бумага вновь заряжается и пропускается между двумя роликами с температурой 180°. Затем барабан разряжается, очищается от прилипших частиц и готов для нового процесса печати.

В цветном лазерном принтере изображение формируется на светочувствительной фотоприемной ленте последовательно для каждого из 4-х основных цветов. Лист печатается за четыре прохода: имеются четыре емкости для тонеров и от двух до четырех узлов проявления. Схема управления включает процессор, память большого объема и иногда, особенно при функционировании в сети, винчестер.

Лазерные принтеры со средними возможностями печатают 4-8 страниц в минуту. Высокопроизводительные сетевые лазерные принтеры могут печатать до 20 и более страниц в минуту. При печати сложных графических изображений время печати больше.

Минимальный объем памяти лазерного принтера не менее 1 Мбайт.

Термографические (thermal transfer) В таких принтерах для нанесения точек в используется свойство некоторых материалов изменять свой цвет при нагревании (или расплавляться), а вместо обычных металлических игл применяются тонкие нагреваемые электроды.



Тип термографических печатающих устройств:

- принтеры с прямым нагревом. Используется бумага со специальным химическим покрытием. Нагретый электрод непосредственно касается такой бумаги, и в результате химической реакции точка «проявляется», приобретая синий или черный цвет;
- принтеры с переносом. Используется специальная красящая лента, краситель которой, расплавляясь от касания нагретым электродом, пере-

носится на бумагу отпечатавая точку.

Такие принтеры почти бесшумны, просты по конструкции, недороги, дают довольно высокое качество печати.

Существуют и высокоскоростные термографические принтеры (450 символ/с), а также построчно и постранично печатающие устройства.

Классификация принтеров по способу печати:

- строчные;
- последовательные;
- страничные.

Классификация принтеров по механическому принципу:

- ударные (inract);
- безударные (non-inract).

Плоттеры Плоттер – устройство отображения,

предназначенное для вывода данных в графической форме на бумагу, пластик, фоточувствительный материал или иной носитель путем черчения, гравирования, фоторегистрации или иным способом.

Плоттер (графопостроитель) – это устройство автоматического построения диаграмм или других изображений, вырисовываемых линиями.

Различают:

- планшетные графопостроители (flatbed plotter) для формата А3 – А2, с фиксацией листа электростатическим способом и пишущим узлом, перемещающимся в двух координатах (на плоскости);
- барабанные графопостроители (drum plotter) с носителем, закрепляемым на вращающемся барабане;
- рулонные или роликовые графопостроители (roll-feed plotter) с чертежной головкой, перемещающейся в одном направлении при одновременном перемещении носителя в перпендикулярном ему направлении. Ширина бумаги формата А1 или А0. Такие плоттеры используют рулоны бумаги длиной до нескольких десятков метров.

Плоттеры изготавливаются в напольном (floor) и настольном (table) исполнении.

По принципу построения изображения подразделяются на:

- векторные графопостроители (vector plotter) создают изображение с помощью шариковых, перьевых рапидографов, фломастера, карандаша. В настоящее время практически сняты с производства;
- растровые графопостроители (raster plotter) графопостроители, наследуя конструктивные особенности принтеров, создают изображение пу-



тем построчного воспроизведения.

По способу печати растровые графопостроители подразделяются на:

- электростатические графопостроители (electrostatic plotter) с электростатическим принципом воспроизведения;
- струйные графопостроители (ink-jet plotter), основанными на принципе струйной печати (выдавливании красящего вещества через сопла форсунок);
- лазерные графопостроители (laser plotter), воспроизводящие изображение с использованием луча лазера;
- светодиодные графопостроители (LED-plotter), отличающиеся от лазерных способом перенесения изображения с барабана на бумагу;
- термические графопостроители (thermal plotter);
- микрофильм-плоттеры, фотоплоттеры (microfilm-plotter, photographic film recorder, photo plotter) с фиксацией изображения на светочувствительном материале.

Плоттеры различаются также по типу пишущего узла:

- пишущий узел перьевого типа (Pen-plotter). Они используют специальные фломастеры или ручки с возможностью их автоматической замены;
- пишущим узлом струйного типа;
- использующие эффект притягивания частиц краски электростатическим зарядом.

Сканеры Сканер – устройство ввода в персональный компьютер цветного и

черно-белого изображения с бумаги, пленки и т.п.

Они являются составной частью систем распознавания текста. С их помощью сначала сканируется текст с бумажного оригинала, а затем специальное ПО (например, FineReader или CuneiForm) переводит графические символы в коды ASCII.

Принцип действия сканера заключается в преобразовании оптического сигнала, получаемого при сканировании изображения световым лучом, в электрический, а затем в цифровой код, который передается в компьютер. Подобное преобразование осуществляется с помощью CCD-чипа.

Сканеры разделяют на:

- a) черно-белые* сканеры могут в простейшем случае различать только два значения - черное и белое, что вполне достаточно для чтения штрихового кода. Более сложные сканеры различают градации серого цвета;
- b) цветные сканеры* работают на принципе сложения цветов, при котором цветное изображение получается путем смешения трех цветов: красного, зеленого и синего.

Технически это реализуется двумя способами:

- при сканировании цветной оригинал освещается не белым светом, а последовательно красным, зеленым и синим. Сканирование осуществля-

ется для каждого цвета отдельно, полученная информация предварительно обрабатывается и передается в компьютер;

– в процессе сканирования цветной оригинал освещается белым цветом, а отраженный свет попадает на CCD-матрицу через систему специальных фильтров, разлагающих его на три компонента: красный, зеленый, синий, каждый из которых улавливается своим набором фотоэлементов.

Виды сканеров:



ручной Портативный сканер, в котором сканирование (Handheld Scanner) осуществляется путем ручного перемещения сканера по оригиналу. По принципу действия такой сканер аналогичен планшетному. Ширина области сканирования не более 15 см.



барабанный (Drum Scanner) Сканер, в котором оригинал закрепляется на вращающемся барабане. При этом сканируется точечная область изображения, а сканирующая головка движется вдоль барабана на очень маленьком расстоянии от оригинала.



листовой (Sheet scanner) Носитель с изображением протягивается вдоль линейки, на которой расположены CCD-элементы. Ширина изображения составляет формат А4, а длина ограничена возможностями используемого РС (чем больше изображение, тем больше размер файла, где хранится его цифро-



планшетный (Flatbed Scanner) Сканер, в котором оригинал кладется на стекло (под которым головка чтения с CCD-элементами сканирует изображение построчно с равномерной скоростью) и сканируется при помощи подвижной линейной матрицы. Размеры матрицы и системы фокусировки подобраны так, чтобы вести сканирование листа по всей ширине.

Основные характеристики:

– *разрешение* (Resolution) – число точек или растровых ячеек, из которых формируется изображение, на единицу длины или площади. Чем больше разрешение устройства, тем более мелкие детали могут быть воспроизведены;

– *аппаратное/оптическое разрешение сканера* (Hardware/optical Resolution) – одна из основных характеристик сканера, напрямую связанная с плотностью размещения чувствительных элементов на матрице сканера. Измеряется в количестве пикселей на квадратный дюйм изображения – PPI (Pixel Per Inch). Пример: 300 \diamond 300 ppi;

– *интерполированное разрешение* (Interpolated Resolution) – разрешение изображения, полученного при помощи математической обработки исходного изображения. С улучшением качества имеет мало общего. Пример: 600 \diamond 1200 (9600) ppi (цифра 600 – максимальное оптическое разрешение, 1200 – разрешение «двойного шага», 9600 – максимальное интерполированное разрешение);

– *глубина цвета* (Color depth) – количество разрядов каждого пикселя в цифровом изображении, в том числе выдаваемом сканером. Описывает максимальное количество цветов, воспроизводимое сканером в виде степени числа 2. Одному разряду соответствует черно-белое изображение, 8-ми – серое полутоновое, 16-ти – цветное, 24-цветное изображение – наиболее близкое к человеческому восприятию (модель RGB), 36 bit и больше – полноцветное изображение с высокой достоверностью цветопередачи, предназначенное для профессиональной работы, чаще всего в издательском деле.

Сканеры подключаются к ПК через специальный контроллер (для планшетных сканеров это чаще всего SCSI контроллер). Сканер всегда должен иметь соответствующий драйвер, т.к. только ограниченное число программных приложений имеет встроенные драйверы для общения с определенным классом сканеров.

Световое перо (light pen)



Световое перо – светочувствительное устройство, предназначенное для снятия координат точек экрана, ввода данных в информационную систему.

В наконечнике пера устанавливается фотоэлемент, который реагирует на световой сигнал, передаваемый экраном в точке прикосновения пера и момент этой реакции сообщается системе. Здесь сопоставляется время появления сигнала с синхросигналом развертки изображения. В результате, определяется положение светового пера на экране.

Световое перо не требует создания специального экрана или его покрытия, как у сенсорного устройства.

Манипулятор «мышь»

Мышь является важнейшим средством ввода информации. В современных программных продуктах, имеющих сложную графическую оболочку, мышь является основным инструментом управления программой.

Одной из важных характеристик мыши является ее разрешение, которое измеряется в dpi. Разрешение определяет минимальное перемещение,

которое способен почувствовать контроллер мыши. Чем больше разрешение, тем точнее позиционируется мышь, тем с более мелкими объектами можно работать. Нормальное разрешение мыши лежит в диапазоне от 300 до 900 dpi. В усовершенствованных мышах используют переменный баллистический эффект скорости: при небольших перемещениях скорость смещения курсора – небольшая, а при значительных перемещениях – существенно увеличивается. Это позволяет эффективнее работать в графических пакетах где приходится обрабатывать мелкие детали.

По принципу действия мыши делятся на:

- a) *механические;*
- b) *оптико-механические;*
- c) *оптические.*

В механической мыши используется маленький шар, который выступает через нижнюю поверхность устройства и вращается по мере его перемещения по поверхности. Переключатели внутри мыши определяют перемещение и направление движения пира.



Такая мышь может работать практически на любой поверхности, но лучше использовать специальную подложку (коврик), чтобы минимизировать или исключить проскальзывание шарика по гладкой поверхности стола.

Минусы механических мышей – для их работы требуется пространство (обычно места на рабочих столах всегда не хватает), и механические части часто ломаются. Мыши имеют тенденцию к собиранию грязи, что приводит к уменьшению надежности их функционирования. Поэтому устройство необходимо периодически чистить.

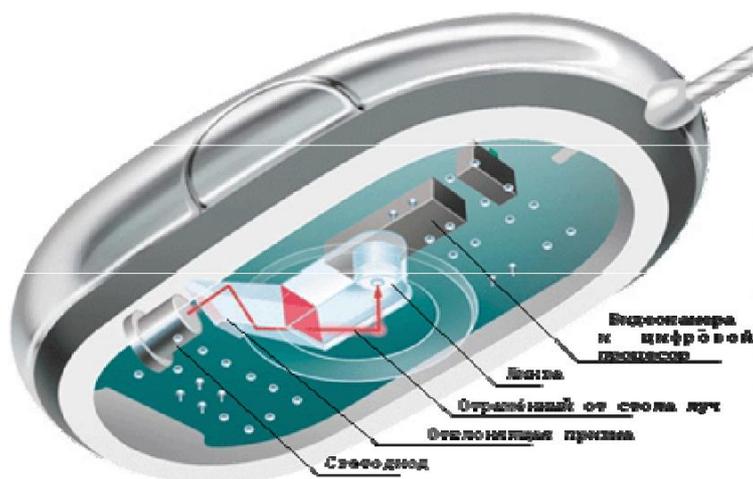
подавляющее число компьютерных мышек используют оптико-механический принцип кодирования перемещения. С поверхностью стола соприкасается тяжелый, покрытый резиной шарик сравнительно большого диаметра. Ролики, прижатые к поверхности шарика, установлены на перпендикулярных друг другу осях с двумя датчиками. Датчики, представляющие собой оптопары (светодиод-фотодиод), располагаются по разные стороны дисков с прорезями. Порядок, в котором освещаются фоточувствительные элементы, определяет направление перемещения мыши, а частота приходящих от них импульсов – скорость. Хороший механический контакт с поверхностью обеспечивает специальный коврик.



В оптических мышах используются две пары светодиодов и фотодетекторов, устанавливаемых на задней стенке. Одна пара ориентирована под прямым углом по отношению к другой. Подложка покрыта перекрывающимся множеством желтых и голубых координатных сеток. Каждая пара светодиодов и фотодетекторов определяет движение в обоих направлениях при прохождении через соответствующие риски сетки. Специаль-

ное покрытие нижней стенки мыши облегчает скольжение по покрытой пластиком подложке.

Большим недостатком оптической мыши является необходимость использовать специальную подложку – коврик (Mouse Pad).



По принципу передачи информации мыши делятся на:

- a) *последовательные (Serial Mouse)*, подключаемые к последовательному порту COM1 или COM2;
- b) *параллельные (Bus Mouse)*, использующие системную шину. Bus Mouse подключается к специальной карте расширения, входящей в комплект поставки мыши.

Мыши бывают:

- a) *проводные* (соединяются с ПК при помощи кабеля);
- b) *беспроводные* (не имеют провода и передают информацию по радиоволнам на специальный приемник, который подключается кабелем к «мышинному» разъему ПК).

Джойстик



Джойстик является координатным устройством ввода информации и наиболее часто применяется в области компьютерных игр и компьютерных тренажеров.

Джойстики бывают:

- a) *аналоговые* (обычно используются в компьютерных тренажерах). Обеспечивают более точное управление, что очень важно для программных приложений, в которых объекты должны точно позиционироваться;
- b) *цифровые* (в игровых компьютерах).

Трекбол (Trackball)



Трекбол – устройство ввода информации, которое можно представить в виде перевернутой мыши с шариком большого размера. Принцип действия и способ передачи данных треkbола такой же, как и мыши. Наиболее часто используется оптико-механический принцип регистрации положения шарика. Подключение треkbола осуществляется через последовательный порт.

Основные отличия от мыши:

- стабильность положения за счет неподвижного корпуса;

– не нужна площадка для движения, так как позиция курсора рассчитывается по вращению шарика.

Тачпад (TouchPad) и трекпойнт (TrackPoint)

Трекпойнт – координатное устройство, впервые появившееся в ноутбуках IBM, представляет собой миниатюрный джойстик с шершавой вершиной диаметром 5-8 мм. Трекпойнт расположен на клавиатуре между клавишами и управляется нажатием пальца.



Тачпад представляет собой чувствительную контактную площадку, движение пальца по которой вызывает перемещение курсора. В подавляющем большинстве современных ноутбуков применяется именно это указательное устройство, имеющее не самое высокое разрешение, но обладающее самой высокой надежностью из-за отсутствия движущихся частей.

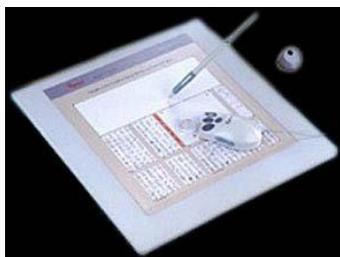
TouchPad поддерживает следующие протоколы: PS/2; RS-232 и ADB - протокол, используемый компьютерами семейства Apple Macintosh.

В каждом из этих случаев TouchPad поддерживает промышленный стандарт «mouse» плюс собственные, специфические, расширенные протоколы (подключив к компьютеру TouchPad можно сразу использовать ее как обычную «мышку», без инсталляции ее собственного драйвера).

Дальнейшим развитием TouchPad является TouchWriter – панель с повышенной чувствительностью, работающая как с пальцем, так и со специальной ручкой и даже с ногтем. Эта панель позволяет вводить данные привычным для человека образом - записывая их ручкой.

Оба эти устройства предполагают наличие определенной тренировки для обращения с ними.

Дигитайзеры



Дигитайзер предназначен для профессиональных графических работ. С помощью специального ПО он позволяет преобразовывать движение руки оператора в формат векторной графики.

Первоначально дигитайзер был разработан для приложений систем автоматизированного проектирования, т.к. в этом случае необходимо определять и задавать точное значение координат большого количества точек.

Дигитайзер состоит из специального планшета, являющегося рабочей поверхностью и выполняющего разнообразные функции управления соответствующим ПО, и светового пера или кругового курсора, являющихся устройствами ввода информации.

Одной из разновидностей дигитайзера является графический или рисовальный планшет. Он представляет собой панель, под которой расположена электромагнитная решетка. Если провести по его поверхности специальным пером, то на экране монитора появится штрих. В планшете реализован принцип абсолютного позиционирования: изображение, нарисованное в левом нижнем углу планшета, появится в левом нижнем углу экрана монитора. Обычно рисовальные планшеты имеют размеры коврика для мыши, но рабочая поверхность несколько меньше.

Существуют планшеты, обладающие чувствительностью к нажиму, с помощью которых, регулируя нажим, можно получать на экране линии различной толщины.

Основные характеристики:

- механизм регистрации позволяет получить шаг считывания информации намного меньше шага сетки (до 100 линий на мм). Шаг считывания информации называется *разрешением дигитайзера*;

- шаг считывания регистрирующей сетки является физическим пределом разрешения дигитайзера;

- в работе планшетов возможны помехи со стороны излучающих устройств, в частности мониторов. Независимо от принципа регистрации существует погрешность в определении координат курсора, именуемая *точностью дигитайзера*. Эта величина зависит от типа дигитайзера и от конструкции его составляющих. Точность существующих планшетов колеблется в пределах от 0.005 дюйма до 0.03 дюйма;

- важной характеристикой дигитайзера является *регистрируемое число степеней нажатия электронного пера*. В существующих моделях эта величина может изменяться в пределах от одного до 256-ти. Программ-обработчик использует эту величину, устанавливая в зависимости от нее, например, толщину проводимой линии (чем сильнее нажим, тем толще линия).

Основные области применения дигитайзеры:

- мультипликация;
- оцифровывание географических карт для работы с географически-ми информационными системами (ГИС);
- инженерное проектирование, создание прототипов и обратный ин-жиниринг;
- научная визуализация;

Лекция № 3. Представление графических данных

Цвет и его характеристики

Понятия света и цвета в компьютерной графике являются основополагающими. Свет можно рассматривать двояко: либо как поток частиц различной энергии, либо как поток электромагнитных волн.

Понятие цвета тесно связано с тем, как человек воспринимает свет. Можно сказать, что ощущение света формируется человеческим мозгом в результате анализа светового потока, попадающего на сетчатку глаз.

Источник или объект является *ахроматическим*, если наблюдаемый свет содержит все видимые длины волн в приблизительно равных количествах. Ахроматическими цветами являются белый, черный, градации серого цвета. Например, белыми выглядят объекты ахроматически отражающие более 80 % света белого источника, а черными – менее 3 %.

Если воспринимаемый свет содержит длины волн в неравных количествах, то он называется *хроматическим*.

Считается, что в глазе человека существует три группы цветовых рецепторов (колбочек), каждая из которых чувствительна к определенной длине световой волны. Каждая группа формирует один из трех основных цветов: красный, зеленый, синий.

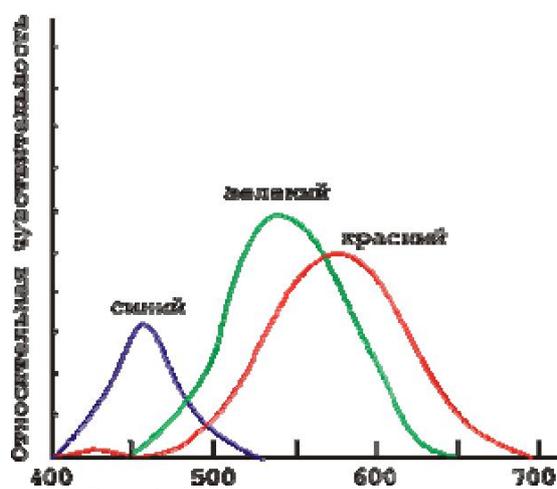


Рис. 1. Кривые реакции глаза

Если длины волн светового потока сконцентрированы у верхнего края видимого спектра (около 700 Нм), то свет воспринимается как красный. Если длины волн сконцентрированы у нижнего края видимого спектра (около 400 Нм), то свет воспринимается как синий. Если длины волн сконцентрированы в середине видимого спектра (около 550 Нм), то свет воспринимается как зеленый.

Физические характеристики светового потока определяются параметрами мощности, яркости и освещенности. Визуальные параметры ощущения цвета характеризуются светлотой, насыщенностью и цветовым тоном.

Светлота – это различимость участков, сильнее или слабее отражающих свет. Минимальную разницу между яркостью различимых по светлоте объектов называют порогом.

Насыщенность цвета показывает, насколько данный цвет отличается от монохроматического («чистого») излучения того же светового тона. Насыщенность характеризует степень ослабления (разбавления) данного цвета белым и позволяет отличать розовый от красного, голубой от синего.

Цветовой тон позволяет различать основные цвета, такие, как красный, зеленый, синий.

Глубина цвета

Глубина цвета – один важнейший параметр растровых изображений. Он тесно связан с архитектурой существующих компьютеров и исторически сложившимися стандартами. Глубина цвета выражается в битах и показывает, сколько бит памяти требуется для хранения одного пикселя изображения.

Количество бит, отводимое на каждый пиксель для представления цветовой информации, называют *цветовой глубиной* (color depth) или *битовой глубиной цвета* (bit depth).

Цветовая глубина определяет, как много цветов может быть представлено пикселем. Например, если цветовая глубина равна 1 бит, то пиксель может представлять только один из двух возможных цветов – белый или черный. Если цветовая глубина равна 8 бит, то количество возможных цветов равно $2^8 = 256$. При глубине цвета 24 бит количество цветов превышает 16 млн. Иногда под цветовой глубиной понимают максимальное количество цветов, которые можно представить. Очевидно: чем больше цветовая глубина, тем больше объем файла, содержащего описание изображения.

Изображения в системах RGB, CMYK, Lab и оттенках серого (grayscale) обычно содержат 8 бит на один цветовой канал. Поскольку в RGB и Lab три цветовых канала, глубина цвета в этих режимах равна $8 \diamond 3 = 24$. В CMYK четыре канала и поэтому цветовая глубина равна $8 \diamond 4 = 32$. В полутоновых изображениях только один канал, следовательно, его цветовая глубина равна 8.

Типы изображений

Изображение характеризуется максимальным числом цветов, которые могут быть в нем использованы, т.е. иметь различную глубину цвета. Некоторые типы изображений имеют одинаковую глубину цвета, но различаются по цветовой модели. Тип изображения определяется при создании документа.

Черно-белые штриховые изображения



На каждый пиксель такого изображения отводится один бит информации. Одним битом кодируются два состояния, в данном случае это два цвета: черный и белый. Этот тип изображения называется *Bitmap* (Битовый). Глубина цвета такого изображения – один бит.

Конвертирование тонального изображения в штриховое – процесс творческий, связанный с содержанием, смыслом и красотой изображе-

ния.

Полутоновые изображения



Пиксель полутонового изображения (grayscale) кодируется 8 битами (8 бит составляют 1 байт). Глубина цвета изображения данного типа составляет 8 бит, а каждый его пиксель может принимать 256 различных значений. Значения, принимаемые пикселями, называются *серой шкалой*. Серая шкала имеет 256 градаций серого цвета, каждая из которых характеризуется значением яркости в диапазоне от 0 (черный) до 255 (белый). Этого вполне достаточно, чтобы правильно отобразить черно-белое полутоновое изображение, например, черно-белую фотографию.

Любое изображение можно превратить в полутоновое. Если исходный материал, например, цветная фотография, то она станет черно-белой.

Индексированный цвет



Первые цветные мониторы работали с ограниченной цветовой гаммой: сначала 16, затем 256 цветов. Они кодировались 4 битами (16 цветов) или 8 битами (256 цветов). Такие цвета называются *индексированными* (indexed color).

Применение индексированных цветов снизилось с распространением высококачественных мониторов, однако с ними работают до сих пор, например, Web-мастера. Кроме того, ограничение числа цветов можно использовать для получения интересных эффектов.

Индексированные цвета кодируются обычно четырьмя или восемью битами в виде так называемых *цветовых таблиц*. Глубина индексированного цвета может составлять 2-8 бит.



Полноцветные изображения

К полноцветным (true color) относятся типы изображений с глубиной цвета не менее 24 бит, т.е. каждый пиксель такого изображения кодируется как минимум 24 битами, что дает возможность отобразить не менее 16,7 миллиона оттенков. Поэтому иногда полноцветные типы изображения называют True Color (истинный цвет).

Битовый объем каждого пикселя распределяется по цветовым составляющим: каждый цвет кодируется 8 битами. Цветовые составляющие в

программе организуются в виде каналов, совмещенное отображение каналов и определяет цвет изображения.

Полноцветные изображения являются многоканальными. К изображениям этого класса относятся RGB, CMYK, Lab и другие. Они отличаются по глубине цвета и по способу математического описания цветов, т.е. по цветовой модели.

Цветовые модели

В связи с необходимостью описания различных физических процессов воспроизведения цвета были разработаны различные цветовые модели. Цветовые модели позволяют с помощью математического аппарата описать определенные цветовые области спектра. Цветовые модели описывают цветовые оттенки с помощью смешивания нескольких основных цветов.

Основные цвета разбиваются на оттенки по яркости (от темного к светлому), и каждой градации яркости присваивается цифровое значение (например, самой темной – 0, самой светлой – 255). Считается, что в среднем человек способен воспринимать около 256 оттенков одного цвета. Таким образом, любой цвет можно разложить на оттенки основных цветов и обозначить его набором цифр – цветовых координат.

При выборе цветовой модели можно определять трехмерное цветовое координатное пространство, внутри которого каждый цвет представляется точкой. Такое пространство называется *пространством цветовой модели*.

Профессиональные графические программы обычно позволяют оперировать с несколькими цветовыми моделями, большинство из которых создано для специальных целей или особых типов красок: CMY, CMYK, CMYK256, RGB, HSB, HLS, Lab, YIQ, Grayscale (Оттенки серого) и Registration color. Некоторые из них используются редко, диапазоны других перекрываются.

Закон Грассмана (законы аддитивного смешивания цветов)

Законы аддитивного смешения цветов первоначально сформулированы И. Ньютоном.

Правила получения определенных цветов за счет их смешивания:

1. Для каждого цвета существует другой единственный цвет (дополнительный), при смешении с которым получается ахроматический серый цвет.
2. Субъективно одинаково воспринимающиеся цвета при смешении с другими цветами дают также одинаково воспринимающиеся цвета, вне зависимости от их спектрального состава.
3. При смешении двух разных цветов получается цвет, промежуточный между исходными, так что при смешении этого полученного цвета с одним из исходных нельзя получить второй исходный цвет.

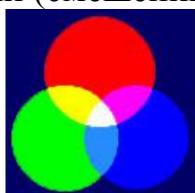
4. При смешении двух разных цветов результирующий цвет всегда менее насыщен, чем хотя бы один из исходных.

На основе этих законов была создана Международная система спецификации цвета в терминах Стандартного наблюдателя (МКО31), которая впервые в 1856г. ввел Грассман.

Цветовая модель RGB

Цветов огромное количество, однако при цветовосприятии человеческим глазом непосредственно воспринимаются три цвета – *красный, зеленый, синий*. Остальные цвета образуются при смешивании этих трех основных. Именно на данных цветах основана цветовая модель RGB (по первым буквам английских названий базовых цветов этой модели – Red (красный), Green (зеленый), Blue (синий)).

При сложении (смешении) двух основных цветов результат осветляется:



красный + зеленый = желтый
 зеленый + синий = голубой
 синий + красный = пурпурный

Если смешиваются все три цвета, в результате образуется белый. Цвета этого типа называются *аддитивными*.

Смешав три базовых цвета в разных пропорциях, можно получить все многообразие оттенков. В модели RGB количество каждого компонента измеряется числом от 0 до 255, т.е. имеет 256 градаций. Цветовые компоненты иначе называются *каналами*.

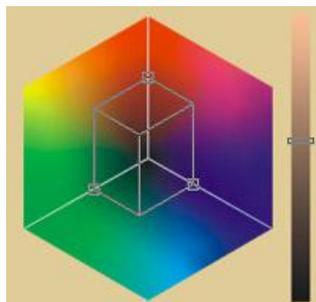
Значения некоторых цветов в модели RGB

Цвет	R	G	B
Красный (red)	255	0	0
Зеленый (green)	0	255	0
Синий (blue)	0	0	255
Фуксин (magenta)	255	0	255
Голубой (cyan)	0	255	255
Желтый (yellow)	255	255	0
Белый (white)	255	255	255
Черный (black)	0	0	0

RGB – трехканальная цветовая модель представляется в виде трехмерной системы координат. Каждая координата отражает вклад каждой составляющей в результирующий цвет в диапазоне от нуля до максимального значения. Внутри полученного куба и «находятся» все цвета, образуя цветовое пространство.

Начало координат: в этой точке все составляющие равны нулю, излучение отсутствует (черный цвет).

Точка, ближайшая к зрителю: в этой точке все составляющие имеют максимальное значение (белый цвет).



На линии, соединяющей предыдущие две точки (по диагонали), располагаются серые оттенки: от черного до белого (серая шкала, обычно – 256 градаций). Это происходит потому, что все три составляющих одинаковы и располагаются в диапазоне от нуля до максимального значения.

Три вершины куба дают чистые исходные цвета, остальные три отражают двойные смешения исходных цветов.

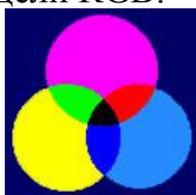
В этой модели кодирует изображение сканер, и отображает рисунок экран монитора.

Цветовая модель СМУК

В цвета модели СМУК окрашено все, что не светится собственным светом. Окрашенные несветящиеся объекты поглощают часть спектра белого света, их освещающего. В зависимости от того, в какой области спектра происходит поглощение, объекты окрашены в разные цвета.

Цвета, которые сами не излучают, а используют белый свет, вычитая из него определенные цвета называются *субтрактивными* («вычитательными»).

Для их описания используется модель СМУК. В этой модели основные цвета образуются путем вычитания из белого цвета основных аддитивных цветов модели RGB:

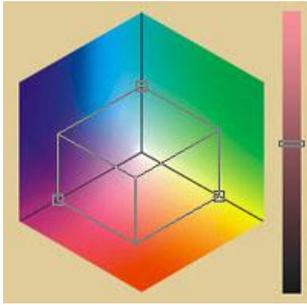


белый - красный = голубой
белый - зеленый - пурпурный
белый - синий = желтый

При смешениях двух субтрактивных составляющих результирующий цвет затемняется (поглощено больше света, положено больше краски).

СМУК – четырехканальная цветовая модель. С – это Cyan (голубой), М – это Magenta (пурпурный), Y – Yellow (желтый) и К – это Black (черный).

Начало координат: при полном отсутствии краски (нулевые значения составляющих) получится белый цвет (белая бумага).



Точка, ближайшая к зрителю: при смешении максимальных значений всех трех компонентов должен получиться черный цвет.

Линия, соединяющая предыдущие две точки (по диагонали). Смешение равных значений трех компонентов даст оттенки серого.

Три вершины куба дают чистые исходные цвета, остальные три отражают двойные смешения исходных цветов.

Так как модель описывает реальные полиграфические краски, ее используют для получения полиграфического оттиска.

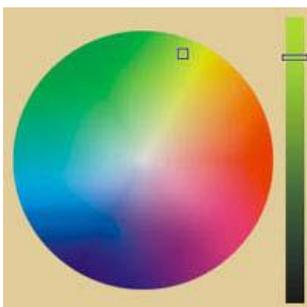
Цветовая модель HSB

Эта цветовая модель является наиболее простой для понимания. Кроме того, она равно применима и для аддитивных, и для субстративных цветов.

HSB – это трехканальная модель цвета. Она получила название по первым буквам английских слов: цветовой тон (hue), насыщенность (saturation), яркость (brightness).

Характеризующие параметры цвета:

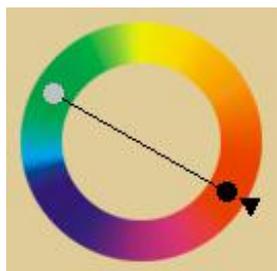
- цветовой тон (собственно цвет) или спектральные цвета располагаются на цветовом круге. Цветовой тон характеризуется положением на цветовом круге и определяется величиной угла в диапазоне от 0 до 360 градусов. Эти цвета обладают максимальной насыщенностью и максимальной яркостью;



- насыщенность (процент добавления к цвету белой краски) – это параметр цвета, определяющий его чистоту. Если по краю цветового круга располагаются максимально насыщенные цвета (100%), то остается только уменьшать их насыщенность до минимума (0%). Цвет с уменьшением насыщенности осветляется, как будто к нему прибавляют белую краску. При значении насыщенности 0% любой цвет становится белым;

- яркость (процент добавления черной краски) – это параметр цвета, определяющий освещенность или затемненность цвета.

В общем случае, любой цвет получается из спектрального цвета добавлением определенного процента белой и черной красок, т.е. фактически серой краски.



На цветовом круге основные цвета моделей RGB и CMYK находятся в такой зависимости: каждый цвет расположен напротив дополняющего его (комплементарного) цвета; при этом он находится между цветами, с помощью которых получен. Например, сложение зеленого и красного цветов дает желтый. Чтобы усилить какой-либо цвет, нужно ослабить дополняющий его цвет (расположенный напротив него на цветовом круге). Например, чтобы изменить общее цветовое решение в сторону голубых тонов, следует снизить в нем содержание красного цвета.

HSB – модель, которую используют компьютерные художники.

(+) модели

неплохо согласуется с восприятием человека: цветовой тон является эквивалентом длины волны света, насыщенность – интенсивности волны, а яркость – количества света; данная модель является удобной и понятной и имеет большой цветовой охват.

(-) модели

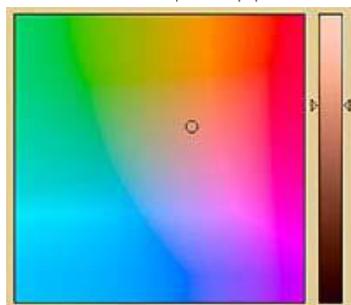
необходимость преобразования в модель RGB для отображения на экране монитора или в модель CMYK для получения полиграфического оттиска, а любое преобразование из модели в модель не обходится без потерь цветопроизведения.

В Adobe Photoshop нельзя работать непосредственно с изображениями в этой модели.

Цветовая модель Lab

Lab – трехканальная цветовая модель. Она была создана Международной комиссией по освещению (CIE) с целью преодоления существенных недостатков моделей RGB, CMYK, HSB, в частности, она призвана стать аппаратно-независимой моделью и определять цвета без оглядки на особенности устройства (монитора, принтера, печатного станка и т.д.).

Любой цвет данной модели определяется:



- светлотой (L).
- двумя хроматическими компонентами: параметром *a*, который изменяется в диапазоне от зеленого до красного, и параметром *b*, изменяющимся в диапазоне от синего до желтого.

Изображения, выполненные в этой модели, поддерживаются Adobe Photoshop.

Существует несколько различных цветовых моделей, наиболее простыми из которых являются модели, позволяющие выводить изображения в *черно-белом* и *полутонном* режимах.

Черно-белый (Bitmap) режим – наиболее простой из всех режимов, предназначенный для управления монохромными изображениями. По-

сколько в данном режиме пиксели могут быть либо черного, либо белого цветов, то для описания цвета каждого пикселя изображения в нем отводится только один бит (0 или 1, поэтому данный режим еще называют битовым). Битовые изображения можно сохранять во многих форматах, поддерживаемых различными программами, при этом размер получаемого файла минимальный по сравнению с размером файла исходного изображения, сохраненного в любом другом режиме. Преобразовывать в черно-белый режим можно только полутоновые изображения.

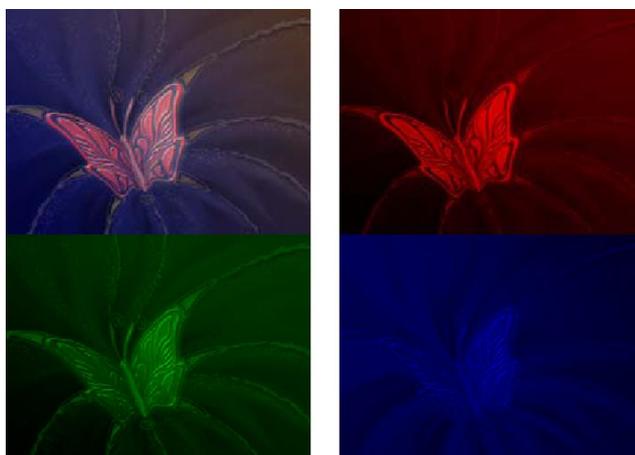
К недостаткам данного режима относят скудость его цветовой палитры, невозможность вернуться из него в полутоновый режим, ограниченное количество фильтров и форматов сохранения битовых документов.

Полутоновый режим (Grayscale) предназначен для управления полутоновыми изображениями. Для описания цвета в данном режиме используется 8-битовая (8 бит = 1 байт) глубина цвета, способная передать 256 ($2^8 = 256$) оттенков серого цвета в диапазоне от абсолютно черного (0) до чисто белого (255) цвета. Полутоновый режим предоставляет пользователю огромные возможности при редактировании изображений. Полутоновое изображение можно сохранить на диске в любом из поддерживаемых различными графическими программами форматов, при этом размер получаемого файла значительно меньше по сравнению с размером файла исходного изображения, информацию о цветах которого несут в себе несколько его каналов.

Цветовые каналы (Color Channels)

Каждую цветовую модель можно разложить на составляющие. В модели RGB, например можно выделить уровень красного, зелёного или синего цвета, приравняв остальные к нулю. Эти составляющие в каждой модели называются *каналами*.

В аддитивной модели выделение канала аналогично пропусканию света через соответствующий фильтр, т.е. изображение канала R модели RGB будет похоже на то, что увидите, смотря через красное стекло.



В субтрактивной модели CMYK каждый канал соответствует количеству краски, затрачиваемой принтером на его печать, т.е. если в струйном

принтере засохнет пурпурная и жёлтая краска и кончится чёрная, то увидите примерно то же изображение, что и в канале С.



В некоторых графических форматах есть возможность добавления дополнительных каналов. Например, часто можно добавить альфа-канал, определяющий прозрачность изображения или отдельных слоёв и объектов (обычно 256 уровней прозрачности).

Каналы могут быть использованы для цветовой коррекции изображений и для создания различных спецэффектов. Каналы в основном используются при работе с растровой графикой.

Алгоритмы сжатия

Метод сжатия LZW (Lempel-Ziv-Welch) разработан в 1978 г. израильтянами Лемпелом и Зивом и доработан позднее в США. Сжимает данные путем поиска одинаковых последовательностей (они называются фразы) во всем файле. Выявленные последовательности сохраняются в таблице, им присваиваются более короткие маркеры (ключи). Так, если в изображении имеются наборы из розового, оранжевого и зеленого пикселей, повторяющиеся 50 раз, LZW выявляет это, присваивает данному набору отдельное число (например, 7) и затем сохраняет эти данные 50 раз в виде числа 7. Метод LZW лучше действует на участках однородных, свободных от шума цветов, при сжатии произвольных графических данных, но процесс кодирования и распаковки происходит медленнее. Этот метод сжатия графических данных используется в файлах формата TIFF, PDF, GIF, PostScript и др.

Метод сжатия RLE (Run Length Encoding – кодирование с переменной длиной строки) – одна из простейших форм сжатия. Действие метода RLE заключается в поиске одинаковых пикселей в одной строке. Если в строке, допустим, имеется 3 пикселя белого цвета, 21 - черного, затем 14 - белого, то применение RLE дает возможность не запоминать каждый из них (38 пикселей), а записать как 3 белых, 21 черный и 14 белых в первой строке.

RLE хорошо работает с искусственными и пастеризованными картинками и плохо с фотографиями. В действительности, если фотография детали-

зирования, RLE может даже увеличить размер файла. Этот метод сжатия графических данных используется в файлах формата PSD, BMP и др.

Метод Хаффмана (Huffman) разработан в 1952 г. и используется как составная часть в ряде других схем сжатия, таких как LZW, Дефляция, JPEG. В методе Хаффмана берется набор символов, который анализируется, чтобы определить частоту каждого символа. Затем для наиболее часто встречающихся символов используется представление в виде минимально возможного количества битов.

Метод сжатия CCITT (International Telegraph and Telephone Committee) основан на поиске и исключении из исходного изображения дублирующихся последовательностей данных. Является более узкой версией кодирования методом Хаффмана. CCITT Group 3 идентичен формату факсовых сообщений, CCITT Group 4 - формат факсов, но без специальной управляющей информации. Этот метод сжатия графических данных используется в файлах формата PDF, PostScript и др.

Форматы графических файлов

В компьютерной графике применяют, по меньшей мере, три десятка форматов файлов для хранения изображений. Но лишь часть из них применяется в подавляющем большинстве программ. Как правило, несовместимые форматы имеют файлы растровых, векторных, трехмерных изображений, хотя существуют форматы, позволяющие хранить данные разных классов. Многие приложения ориентированы на собственные «специфические» форматы, перенос их файлов в другие программы вынуждает использовать специальные фильтры или экспортировать изображения в «стандартный» формат.

Формат – способ организации информации в файле. Графические файлы служат для хранения изображений между сеансами работы с графическими программами и переноса изображений между программами и компьютерами. Сосуществование большого числа форматов графических файлов обусловлено специфическими сферами их применения.

Растровые форматы: GIF, BMP, WBMP, PCX, PCD, PSD, FLM, IFF, PXR, PNG, SCT/PICT, PCT, RAW, TIF/TIFF, BMP, JPEG, TGA, FPX, GIF, PhotoCD, MNG, ICO, FLA/SWF.

BMP – формат графического редактора Paint. В нём не применяется сжатие. Он хорошо подходит для хранения очень маленьких изображений – таких как иконки на рабочем столе. Большие же файлы в этом формате занимают слишком много места.

GIF – формат, использующий алгоритм сжатия без потерь информации LZW. Максимальная глубина цвета – 8 бит (256 цветов). В нём также есть возможность записи анимации. Поддерживает прозрачность пикселей (двухуровневая – полная прозрачность, либо полная непрозрачность). Данный формат широко применяется при создании Web-страниц. Его выгодно

применять для изображений с малым количеством цветов и резкими границами (например, для текстовых изображений).

PNG – разработан с целью заменить формат GIF. Использует алгоритм сжатия Deflate без потерь информации (усовершенствованный LZW). Максимальная глубина цвета – 48 бит. Поддерживает каналы градиентных масок прозрачности (256 уровней прозрачности). В основном используется в Web-дизайне. К сожалению, даже в некоторых современных браузерах (Internet Explorer 6) отсутствует поддержка прозрачности PNG и поэтому не рекомендуется использовать прозрачные PNG изображения на Web-страницах.

JPEG (JPG) – формат, использующий алгоритм сжатия с потерями информации, который позволяет уменьшить размер файла в сотни раз. Глубина цвета – 24 бит. Не поддерживается прозрачность пикселей. При сильном сжатии в области резких границ появляются дефекты. Применяется для сжатия полноцветных фотографий. Учитывая то, что при повторном сжатии происходит дальнейшее ухудшение качества, рекомендуется сохранять в JPEG только конечный результат работы. JPEG широко применяется при создании Web-страниц, а также для хранения больших коллекций фотографий.

TIFF – формат, специально разработанный для сканированных изображений. Может использовать алгоритм сжатия без потерь информации LZW. Позволяет сохранять информацию о слоях, цветовых профилях (ICC-профилях) и каналах масок. Поддерживает все цветовые модели. Аппаратно независим. Используется в издательских системах, а также для переноса графической информации между различными платформами.

PSD – формат графического редактора Adobe Photoshop. Использует алгоритм сжатия без потерь информации RLE. Позволяет сохранять всю информацию, создаваемую в этой программе. Данный формат поддерживается практически всеми современными редакторами компьютерной графики. Его удобно использовать для сохранения промежуточного результата при работе в Photoshop и других растровых редакторах.

RIFF – формат графического редактора Corel Painter. Позволяет сохранять всю информацию, создаваемую в этой программе. Его следует использовать для сохранения промежуточного результата при работе в Painter.

Векторные форматы: WMF, EMF, CGM, EPS, WPG, AutoCAD, DXF, DWG, CDR, AI, PCT, FLA/SWF.

AI – формат векторного редактора Adobe Illustrator. Позволяет сохранять всю информацию, создаваемую в этой программе. Его можно импортировать практически в любой графический редактор, а также во многие растровые, например Photoshop. При открытии в растровом редакторе документ растеризуется.

CDR – формат векторного редактора Corel Draw. Поддерживается меньшим количеством программ, чем AI.

EPS – смешанный графический формат, может содержать информацию о растровой и векторной графике. Поддерживает все цветовые модели. Этот формат понимает большинство современных (PostScript) принтеров, поэтому он широко применяется для печати изображений. Его понимает подавляющее большинство современных графических редакторов. Он также используется для обмена данными (через буфер обмена) в программах фирмы Adobe. Файлы в формате EPS имеют большой объем.

PDF – смешанный формат, предназначенный для передачи информации по сети. В основном используется для создания электронных версий книг и статей. Может содержать текстовую, растровую и векторную графическую и звуковую информацию, видео, а также гиперссылки. При этом различные типы информации по-разному сжимаются. Готовые документы просматриваются с помощью Adobe Acrobat Reader.

SWF – формат векторной анимации. В нём можно хранить несложную векторную графику, растровую графику, анимацию, а также звук. Формат недоступен для редактирования, только для просмотра с помощью программы Flash Player или Web-браузера. Анимация создаётся с помощью программы Macromedia Flash, также имеется возможность экспорта в этот формат из большинства редакторов векторной графики. Формат аппаратно независим.

FLA – внутренний формат программы Macromedia Flash. В нём можно сохранять промежуточные результаты, для просмотра требуется преобразование в формат SWF. Поддерживает язык сценариев ActionScript, что даёт возможность создания сложных интерактивных фильмов и Web-страниц.

Лекция № 4. Векторная графика

Векторная графика – вид компьютерной графики, в котором изображение представляется в виде совокупности отдельных объектов, описанных математически.

В векторной графике базовым элементом изображения является – *линия*. Линия описывается математически как единый объект, и потому объем данных для отображения объекта средствами векторной графики существенно меньше, чем в растровой графике.

Как и любой объект, линия обладает свойствами: формой (прямая, кривая), толщиной, цветом, начертанием (сплошная, пунктирная). Замкнутые линии приобретают свойство заполнения. Охватываемое ими пространство может быть заполнено другими объектами (текстуры, карты) или выбранным цветом.

Простейшая незамкнутая линия ограничена двумя точками, именуемыми узлами. Узлы также имеют свойства, параметры которых влияют на форму конца линии и характер сопряжения с другими объектами.

Математические основы векторной графики

В основе векторной графике лежат математические представления о свойствах геометрических фигур. Рассмотрим подробнее способы представления различных объектов в векторной графике.

Точка. Этот объект на плоскости представляется двумя числами (x, y) , указывающими его положение относительно начала координат.

Прямая линия. Ей соответствует уравнение $y=kx+b$. Указав параметры k и b , всегда можно отобразить бесконечную прямую линию в известной системе координат, то есть для задания прямой достаточно двух параметров.

Отрезок прямой. Он отличается тем, что требует для описания еще двух параметров – например, координат x_1 и x_2 начала и конца отрезка.

Кривая второго порядка. К этому классу кривых относятся параболы, гиперболы, эллипсы, окружности, то есть все линии, уравнения которых содержат степени не выше второй. Кривая второго порядка не имеет точек перегиба. Прямые линии являются всего лишь частным случаем кривых второго порядка. Формула кривой второго порядка в общем виде: $x^2+a_1y^2+a_2xy+a_3x+a_4y+a_5=0$.

Таким образом, для описания бесконечной кривой второго порядка достаточно пяти параметров. Если требуется построить отрезок кривой, понадобятся еще два параметра.

Кривая третьего порядка. Отличие этих кривых от кривых второго порядка состоит в возможном наличии точки перегиба. Например график функции $y=x^3$ имеет точку перегиба в начале координат (рис. 1). Именно эта особенность позволяет сделать кривые третьего порядка основой отображения природных объектов в векторной графике.

В общем случае уравнение кривой третьего порядка: $x^3+a_1y^3+a_2x^2y+a_3xy^2+a_4x^2+a_5y^2+a_6xy+a_7x+a_8y+a_9=0$.

Таким образом, кривая третьего порядка описывается девятью параметрами. Описание ее отрезка потребует на два параметра больше.

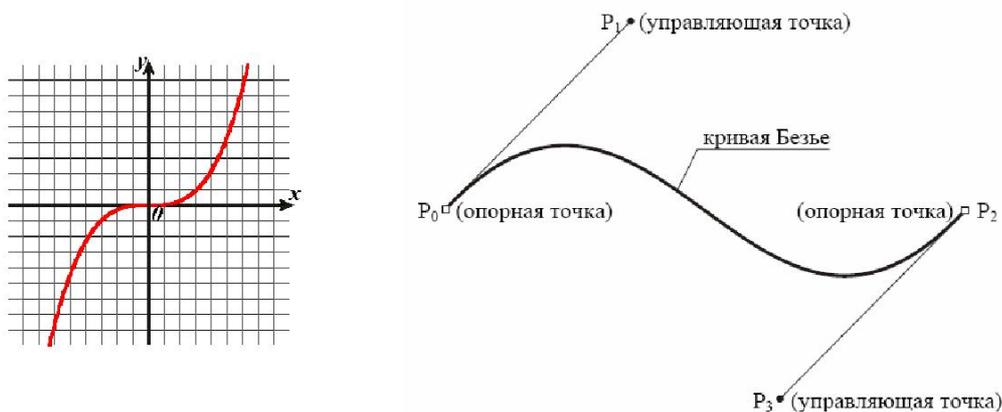


Рис. 1. Кривая третьего порядка

Рис. 2. Кривая Безье

Кривые Безье. Это особый, упрощенный вид кривых третьего порядка (рис. 2). Метод построения кривой Безье основан на использовании пары касательных, проведенных к отрезку линии в ее окончаниях. Отрезки кривых Безье описываются восемью параметрами, поэтому работать с ними удобнее. На форму линии влияет угол наклона касательной и длина ее отрезка. Таким образом, касательные играют роль виртуальных «рычагов», с помощью которых управляют кривой.

Достоинства векторной графики:

- изменение масштаба без потери качества и практически без увеличения размеров исходного файла;
- огромная точность (до сотни доли микрона);
- небольшой размер файла по сравнению с растровыми изображениями;
- высокое качество печати;
- отсутствие проблем с экспортом векторного изображения в растровое;
- возможность редактирования каждого элемента изображения в отдельности.

Недостатки векторной графики:

- сложность экспорта из растрового в векторный формат;
- невозможность применения обширной библиотеки эффектов, используемых при работе с растровыми изображениями.

Примеры векторных редакторов:

– *Adobe Illustrator* кроме обычной векторной графики позволяет применять растровые эффекты к векторным объектам, при каждой трансформации которых происходит пересчет и создание нового изображения и, следовательно, не ухудшается качество.

– *Corel Draw* существует возможностей, которых нет в *Adobe Illustrator* и наоборот. Поддерживает Visual Basic For Applications.

– *Macromedia Flash* – редактор векторной графики и анимации. В нём также можно создавать мультимедийные презентации, Web-страницы, игры и т.д. Имеет встроенный язык сценариев ActionScript.

Векторный редактор Adobe Illustrator

Adobe Illustrator – векторный графический редактор, в основном используется при создании векторной статической графики. Векторную анимацию в нём тоже можно создавать, но менее удобно чем, к примеру, во Flash. В Illustrator также возможна вставка и обработка растровой графики.

Векторная графика, в основном, применяется для создания простых, схематичных вещей (таких как, например, логотипы, кнопки, геометрические узоры), также для вёрстки текста и построения графиков.

Основные элементы управления программы сосредоточены в строке меню, на панели инструментов и в инструментальных палитрах.

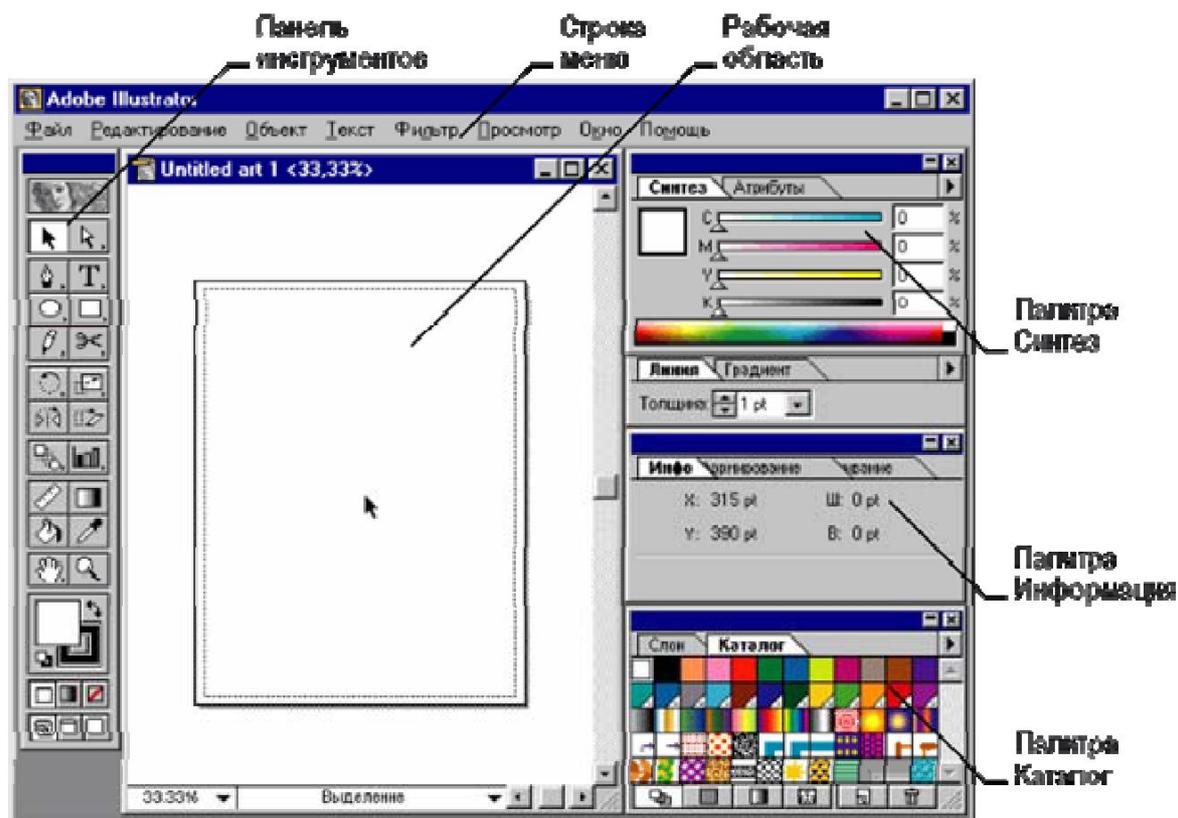


Рис. 1. Рабочее окно графического редактора *Adobe Illustrator*

Панель инструментов включает пять групп значков (рис. 2).

Первая группа объединяет инструменты выделения объектов. Инструмент *Выделение* позволяет выделить объект целиком щелчком на его контуре или построением рамки вокруг объекта. Инструмент *Частичное выделение* служит для выделения части контура, например, одного сегмента. При нажатой клавише [Shift] этими инструментами выделяют несколько объектов.

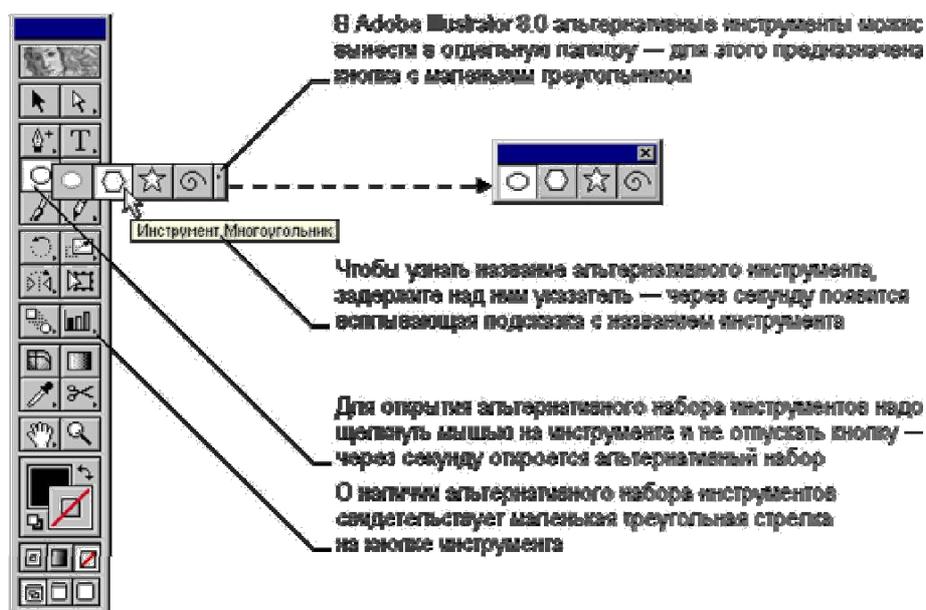


Рис. 2. Панель инструментов *Adobe Illustrator*

Для рисования предназначены инструменты Эллипс, Прямоугольник, Карандаш, Перо, Текст, Ножницы.

Инструменты *Эллипс* и *Прямоугольник* служат для создания соответствующих геометрических фигур. Инструментом *Карандаш* рисуют контуры произвольной формы (с автоматической расстановкой узлов). *Перо* является основным инструментом программы для создания прямолинейных и криволинейных сегментов с указанием узлов самим пользователем. Инструмент *Текст* позволяет создавать текстовые объекты. Инструментом *Ножницы* разрезают контур на независимые сегменты.

Инструменты третьей группы позволяют осуществлять различные операции преобразования. Суть этих операций ясна из названий инструментов – Поворот, Наклон, Зеркало, Размер.

Следующая группа включает инструменты *Превращение* и *Диаграмма*. Первый из них открывает доступ к группе альтернативных инструментов для выполнения трансформаций объектов. Под трансформацией понимают превращение объектов одной формы в объекты другой формы с сохранением всех промежуточных объектов, возникающих на этапах трансформации. Инструмент *Диаграмма* открывает доступ к группе альтернативных инструментов для построения диаграмм различного вида.

Последняя группа объединяет инструменты управления просмотром (*Масштаб*, *Рука*, *Линейка*), выбора цвета по образцу (*Пипетка*), заливки контуров (*Заливка*, *Градиент*). Причем заливка может назначаться как замкнутому, так и разомкнутому контурам (это особенность данной программы).

В векторном редакторе *Adobe Illustrator* используется тринадцать палитр инструментов.

Восемь палитр предназначены для работы с графикой – Линия, Синтез, Каталог, Градиент, Трансформирование, Выравнивание, Атрибуты, Слои.

Четыре палитры служат для работы с текстовыми объектами – Символ, Абзац, ММ-дизайн, Линейка табуляции.

Палитру Инфо применяют при работе со всеми типами объектов.

Палитра Линия служит для задания свойств контуров. В поле Толщина задают толщину линии в пунктах (один пункт равен 0,353 мм). Параметр Концы указывает способ оформления концевых узлов контура, а параметр Стыки влияет на свойства промежуточных узлов. В зависимости от вида узлов (гладкие или угловые) сопряжение сегментов контура происходит по-разному. Гладкие опорные точки обеспечивают плавный переход между кривыми за счет совпадения касательных, угловые опорные точки игнорируют это требование. При сопряжении толстых линий под острым углом длина области стыка может превышать толщину линии. Параметром Срезание задают значение, превышение которого приводит к срезу стыка. Форму линии определяют в полях Штрих и Зазор при установленном флажке Пунктирная.

Палитра Атрибуты предназначена для присвоения дополнительных атрибутов объектам – текстового комментария, гиперссылки на объект Интернета.

Палитру Выравнивание применяют для выравнивания или равномерного распределения выделенных объектов относительно друг друга или листа документа.

Палитра ММ-дизайн содержит средства управления шрифтами Multiple Master, позволяющими менять начертание символов в определенных пределах.

Лекция № 5. Растровая (пиксельная) графика

Растровую графику применяют при разработке электронных и полиграфических изданий. Иллюстрации, выполненные средствами растровой графики, редко создают вручную с помощью компьютерных программ. Чаще используют отсканированные иллюстрации, подготовленные художником на бумаге, или фотографии. В последнее время для ввода растровых изображений в компьютер нашли широкое применение цифровые фото- и видеокамеры. Соответственно, большинство растровых графических редакторов ориентированы не столько на создание изображений, сколько на их обработку.

Растр – прямоугольная сетка точек, формирующая изображение на экране компьютера.

Каждая точка растра характеризуется двумя параметрами: своим положением на экране и своим цветом (если монитор цветной) или степенью яркости (если монитор черно-белый).

Растровая графика представляет изображения в виде массива цифр. Поэтому при большом увеличении все изображения выглядят как мозайка (сетка), состоящая из мельчайших ячеек (рис. 1).

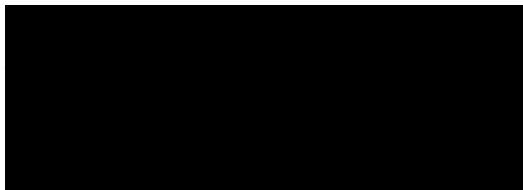


Рис. 1. Простые пиксельные изображения

Сама сетка получала название растровой карты (bitmap), а элементы, её формирующие, называются пикселями.

Пиксель (pixel) – мельчайший элемент изображения, воспроизводимый компьютером.

Слово пиксель произошло от сокращения picture element (элемент изображения) и заменены буквы с на х.

Отличительными особенностями пикселя являются его однородность (все пиксели по размеру одинаковы) и неделимость (внутри пикселя не может быть никаких других более мелких элементов).

Если пиксели достаточно малы, глаз воспринимает «пиксельную мозайку» как одно целое изображение.

При масштабировании растровых изображений возникают искажения – ступеньки (aliasing).

Для растровых изображений, состоящих из точек, особую важность имеет понятие разрешения, выражающее количество точек, приходящихся на единицу длины.

Разрешение (resolution) – количество дискретных элементов на единицу длины.

За единицу длины был принят дюйм (inch), равный 25,4 мм. Разрешение можно определить как количество пикселей в дюйме – ppi (pixel per inch).

Следует различать:

- разрешение оригинала;
- разрешение экранного изображения;
- разрешение печатного изображения.

Разрешение оригинала измеряется в точках на дюйм (dots per inch – dpi) и зависит от требований к качеству изображения и размеру файла, способу оцифровки или методу создания исходной иллюстрация избранному формату файла и другим параметрам.

Разрешение экранного изображения. Размер пикселя варьируется в зависимости от выбранного экранного разрешения (из диапазона стандартных значений), разрешения оригинала и масштаба отображения.

Для экранной копии достаточно разрешения 72 dpi, для распечатки на цветном или лазерном принтере 150-200 dpi, для вывода на фотоэкспонирующем устройстве 200- 300 dpi. При распечатке величина разрешения оригинала должна быть в 1,5 раза больше, чем линиятура растра устройства вывода. Если твердая копия будет увеличена по сравнению с оригиналом, эти величины следует умножить на коэффициент масштабирования.

Размер точки растрового изображения как на твердой копии (бумага, пленка и т. д.), так и на экране зависит от примененного метода и параметров растривания оригинала. При растривании на оригинал как бы накладывается сетка линий, ячейки которой образуют элемент растра. Частота сетки растра измеряется числом линий на дюйм (line per inch – lpi) и называется *линиятурой*.

Размер точки растра рассчитывается для каждого элемента и зависит от интенсивности тона в данной ячейке. Чем больше интенсивность, тем плотнее заполняется элемент растра. Если в ячейку попал абсолютно черный цвет, размер точки растра совпадет с размером элемента растра. В этом случае говорят о 100% заполняемости. Для абсолютно белого цвета значение заполняемости составит 0%.

Достоинства растровой графики:

1. Каждый пиксель независим друг от друга.
2. Техническая реализуемость автоматизации ввода (оцифровки) изобразительной информации. Существует развитая система внешних устройств для ввода изображений (к ним относятся сканеры, видеокамеры, цифровые фотокамеры, графические планшеты).
3. Фотореалистичность (можно получать живописные эффекты, добиваться тончайшей нюансировки цвета, создавать перспективную глубину и нерезкость, размытость и т.д.).
4. Форматы файлов, предназначенные для сохранения точечных изображений, являются стандартными, поэтому не имеет решающего значения, в каком графическом редакторе создано то или иное изображение.
5. Можно использовать в Web-дизайне.

Недостатки растровой графики:

1. Объем файла точечной графики однозначно определяется произведением площади изображения на разрешение и на глубину цвета (если они приведены к единой размерности). При этом совершенно неважно, что отображено на фотографии. Если три параметра одинаковы, размер файла будет практически одинаковым.
2. При попытке слегка повернуть на небольшой угол изображение, например, с четкими тонкими вертикальными линиями, четкие линии пре-

вращаются в чёткие «ступеньки» (при любых трансформациях: поворотах, наклонах и т.д. в точечной графике невозможно обойтись без искажений).

3. Невозможность увеличения изображений для рассмотрения деталей. Поскольку изображение состоит из точек, то увеличение изображения приводит только к тому, что эти точки становятся крупнее. Никаких дополнительных деталей при увеличении растрового изображения рассмотреть не удастся. Более того, увеличение точек раstra визуально искажает иллюстрацию и делает её грубой (пикселизация).

Примеры растровых редакторов:

– *Adobe Photoshop* используется для коррекции и ретуширования растровых изображений, а также создания графических эффектов.

– *Gimp* (GNU Manipulation Image Program) – свободный графический редактор, который поддерживает больше тридцати форматов изображений, умеет работать со слоями, масками, фильтрами и режимами смешивания. В арсенале программы есть огромный спектр инструментов для цветокоррекции и обработки любых фотографий и изображений. Первая версия была выпущена в феврале 1996 г.

– *Paint* – один из простых графических редакторов в среде MS Windows. Появился вместе с Windows 95. Paint (в переводе с английского означает краска) представляет собой простой однооконный редактор растровой графики, который позволяет создавать сложный рисунок.

Программа включает средства для построения прямых, и кривых линий, эллипсов и окружностей, прямоугольников, квадратов и многоугольников (как контурных, так и закрашенных). Есть инструменты для выделения фрагмента рисунка, заливки замкнутой области цветом, а также инструменты, имитирующие рисование кистью и пульверизатором. Имеется возможность создания надписи и задания толщины линии.

Доступны операции преобразования рисунка: зеркальное отображение относительно горизонтальной и вертикальной осей, инвертирование и замена цветов, сжатие, растяжение и наклон. Однако в Paint отсутствуют эффекты и фильтры. Редактор поддерживает всего несколько форматов файла.

– *Corel PHOTO-PAINT* – представляет большие возможности не только в области создания изображений, но и позволяет работать уже с готовыми изображениями, фотографиями и иллюстрациями. Редактор позволяет работать не только над композицией, но и над цветом.

– *Corel Painter* – редактор растровой графики, имитирующий настоящие художественные инструменты и материалы. Также есть и специальные инструменты, которых у обычного художника нет. Для работы с ним желательно иметь графический планшет. Есть возможность создания графических скриптов.

Программа обработки растровой графики Adobe Photoshop

В обширном классе программ для обработки растровой графики особое место занимает пакет *Photoshop* компании Adobe.

Главные элементы управления программы *Adobe Photoshop* сосредоточены в строке меню и панели инструментов (рис. 1). Особую группу составляют диалоговые окна – инструментальные палитры.

Первичное получение оригинала происходит либо через меню *Файл* командой *Открыть*, либо командой *Импорт* (импортом называют получение изображения от внешнего источника сканера, цифровой фотокамеры).

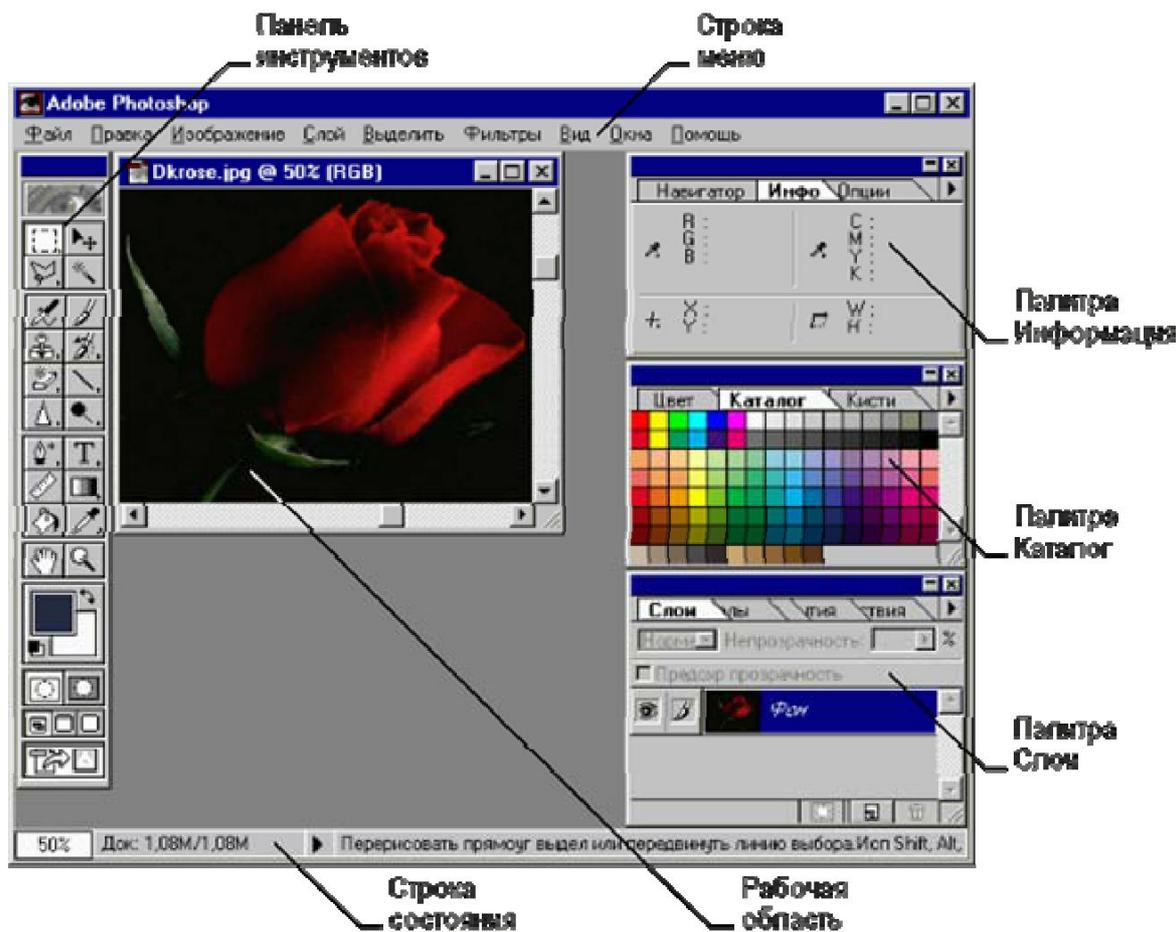


Рис. 1. Рабочее окно графического редактора *Adobe Photoshop*

Панель инструментов (рис. 2) является одним из основных средств для работы с изображениями. Большинство инструментов, представленных на панели, имеют альтернативные варианты. Их значки помечены маленьким треугольником (разворачивающая кнопка). Если при нажатой кнопке мыши задержать указатель на таком значке, откроется линейка значков с вариантами инструмента.

Для работы с объектами предназначена группа значков, объединяющая инструменты *Область*, *Лассо*, *Перемещение*, *Волшебная палочка*. Инструментами *Область* и *Лассо* выделяют участок изображения, ограниченный геометрической фигурой. Инструмент *Волшебная палочка* осуществляет выборку области по принципу цветового (или ахроматического) совпаде-

ния в рамках границ охвата, установленных пользователем. Эти инструменты применяют для выполнения операций обтравки обводки контуров объектов на изображении. Инструментом *Перемещение* передвигают выделенные области и копируют их.

Следующая группа инструментов предназначена для рисования и ретуши. Она включает Аэрограф, Кисть, Карандаш, Ластик, Штамп, Палец и обособленные инструменты для ретуши Осветлитель, Затемнитель, Губка, Размытие, Резкость. Первые четыре инструмента имитируют работу своих реальных собратьев. Инструмент *Штамп* позволяет выполнять набивку – копирование выбранных участков изображения по каждому щелчку мыши. Инструмент *Палец* имитирует сдвиг сырой краски (размывку) – прием, используемой художниками при письме маслом, гуашью, тушью. Инструменты с альтернативным выбором *Резкость/Размывка* позволяют изменять эти параметры на отдельных участках изображения, а инструменты *Осветлитель/Затемнитель/Губка* служат для местной коррекции яркости и цветовой насыщенности.

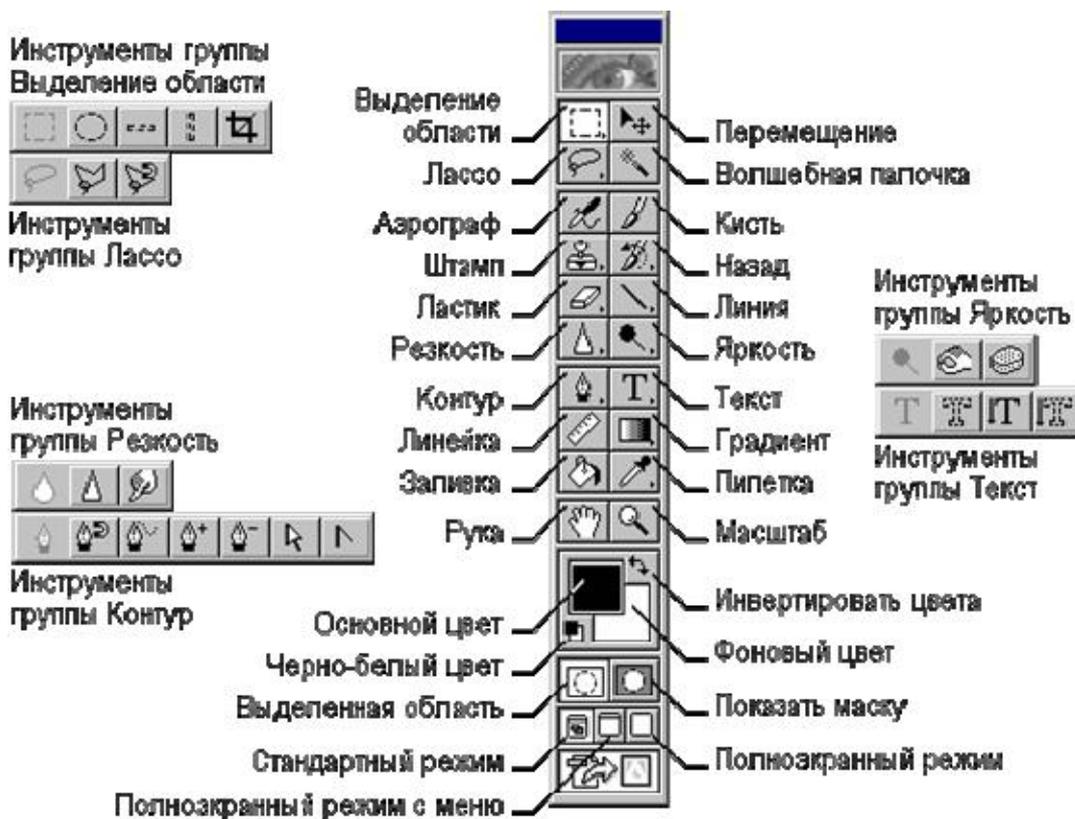


Рис. 2. Панель инструментов *Adobe Photoshop*

Третья группа инструментов (Перо, Текст, Линия, Заливка, Градиент, Пипетка) предназначена для создания новых объектов. *Перо* (и альтернативные инструменты) позволяет рисовать плавные криволинейные контуры. Инструментом *Текст* выполняют надписи. Инструмент *Линия* служит для рисования отрезков прямых. С помощью инструментов *Заливка* и *Градиент* выполняют заполнение выделенных участков изображения одним

цветом, либо с плавным переходом между цветами. Инструмент *Пипетка* служит для точного определения цвета в любой точке изображения и принятия его как образца для инструментов панели.

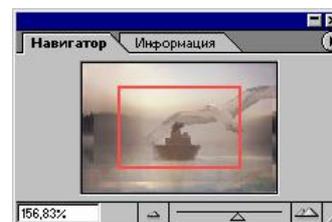
В последнюю группу входят инструменты управления просмотром изображения. Инструментом *Рука* перемещают видимую область по изображению, а инструмент *Масштаб* предназначен для увеличения/уменьшения изображения в видимой области.

В нижней части инструментальной панели помещены элементы для работы с цветом, масками, формой отображения элементов управления программы. Контрольная панель управления цветом показывает основные цвета фона и переднего плана. В левом нижнем углу расположен значок, щелчок на котором устанавливает цвета, принятые по умолчанию. Элемент управления *Маска* позволяет работать в режимах Стандартный или Быстрая маска. Наконец, элемент управления режимом отображения позволяет переключаться между Стандартным режимом, Расширенным (скрывается строка заголовка окна программы) и Полным (панель меню сворачивается и помещается в виде кнопки в верхней части панели инструментов).

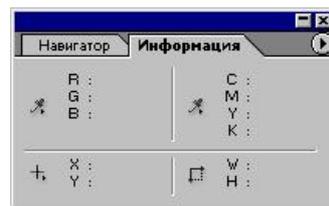
Инструментальные палитры представляют собой диалоговые окна особого вида. Они служат для настройки параметров основных инструментов и проведения некоторых операций с изображением. Всего в программе *Adobe Photoshop* присутствует десять инструментальных палитр. Управление отображением палитр осуществляется из меню *Окно* → *Спрятать/Показать...* Неиспользуемые палитры можно удалить с экрана щелчком на закрывающей кнопке. Щелчком на сворачивающей кнопке палитру сокращают до размера строки с корешками вкладок. Справа под строкой заголовка окно палитры имеет кнопку меню, щелчок на которой открывает доступ к контекстному меню настройки параметров палитры. Некоторые палитры имеют командные кнопки, раскрывающиеся списки, поля ввода и другие элементы управления. Назначение конкретного элемента управления поясняет всплывающая подсказка, появляющаяся при задержке указателя мыши на интересующем элементе.

Палитры можно перемещать по экрану методом перетаскивания. Новые палитры создают «сборкой» из имеющихся элементов. Для этого, подцепив указателем мыши корешок одной из вкладок палитры, его перетаскивают в окно другой палитры. Если вкладку разместить на свободном поле экрана, она преобразуется в независимую палитру.

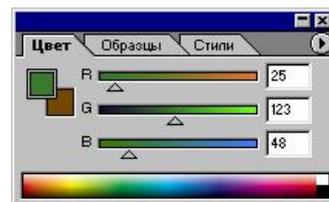
Навигатор Позволяет просмотреть различные фрагменты изображения и изменить масштаб просмотра. В окне палитры помещена миниатюра изображения с выделенной областью просмотра.



Информация Обеспечивает информационную поддержку средств отображения. На ней представлены: текущие координаты указателя мыши, размер текущей выделенной области, цветовые параметры элемента изображения и другие данные.



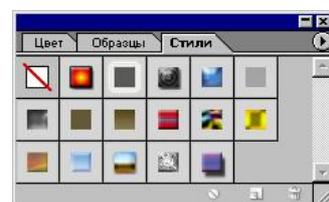
Цвет Отображает цветовые значения текущих цветов переднего плана и фона. Ползунки на цветовой линейке соответствующей цветовой системы позволяют редактировать эти параметры.



Образцы Содержит набор доступных для использования цветов. Позволяет добавлять в набор новые и удалить ненужные цвета.



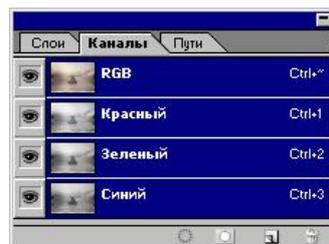
Стили Палитра содержит варианты заливок рабочей области. Если нажать левой кнопкой мыши на одном из вариантов, то рабочая область и то изображение, которое в ней находится, будет заполнено фрактальным узором.



Слои Служит для управления отображением всех слоев изображения, начиная с самого верхнего. Возможно определение параметров слоев, изменение их порядка, операции со слоями с применением разных методов.



Каналы Предназначена для выделения, создания, дублирования и удаления каналов, определения их параметров, изменения порядка, преобразования каналов в самостоятельные объекты и формирования совмещенных изображений из нескольких каналов.



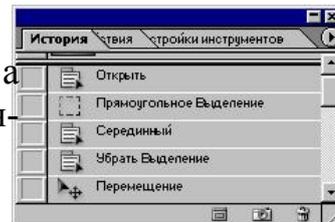
Пути

Содержит список всех созданных контуров. При преобразовании контура в выделенную область его используют для формирования *обтравочного* контура.



История

Отражает все операции, проделанные с помощью команд строки меню, а также инструментами из панели инструментов.



Действия

Позволяет создавать макрокоманды — заданную последовательность операций с изображением. Макрокоманды можно записывать, выполнять, редактировать, удалять, сохранять в виде файлов.