

# Компьютерная графика

## Введение.

Компьютерная графика - раздел информатики, который изучает средства и способы создания и обработки графических изображений при помощи компьютерной техники. Несмотря на то, что для работы с компьютерной графикой существует множество классов программного обеспечения, различают четыре вида компьютерной графики. Это растровая графика, векторная графика, трёхмерная и фрактальная графика. Они отличаются принципами формирования изображения при отображении на экране монитора или при печати на бумаге.

Растровую графику применяют при разработке электронных (мультимедийных) и полиграфических изданий. Иллюстрации, выполненные средствами растровой графики, редко создают вручную с помощью компьютерных программ. Чаще для этой цели 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 графических редакторов, предназначенных для работы с растровыми иллюстрациями, ориентированы не столько на создание изображений, сколько на их обработку. В Интернете применяют растровые иллюстрации в тех случаях, когда надо передать полную гамму оттенков цветного изображения.

Программные средства для работы с векторной графикой наоборот предназначены, в первую очередь, для создания иллюстраций и в меньшей степени для их обработки. Такие средства широко используют в рекламных агентствах, дизайнерских бюро, редакциях и издательствах. Оформительские работы, основанные на применении шрифтов и простейших геометрических элементов, решаются средствами векторной графики намного проще. Существуют примеры высокохудожественных произведений, созданных средствами векторной графики, но они скорее исключение, чем правило, поскольку художественная подготовка иллюстраций средствами векторной графики чрезвычайно сложна. Трёхмерная графика широко используется в инженерном программировании, компьютерном моделировании физических объектов и процессов, в мультипликации, кинематографии и компьютерных играх.

Программные средства для работы с фрактальной графикой предназначены для автоматической генерации изображений путем математических расчетов. Создание фрактальной художественной композиции состоит не в рисовании или оформлении, а в программировании. Фрактальную графику редко применяют для создания печатных или электронных документов, но ее часто используют в развлекательных программах.

## Растровая графика

Основным (наименьшим) элементом растрового изображения является точка. Если изображение экранное, то эта точка называется пикселем. Каждый пиксель растрового изображения имеет свойства: размещение и цвет. Чем больше количество пикселей и чем меньше их размеры, тем лучше выглядит изображение. Большие объемы данных - это основная проблема при использовании растровых изображений. Для активных работ с большеразмерными иллюстрациями типа журнальной полосы требуются компьютеры с исключительно большими размерами оперативной памяти (2048 Мбайт и более). Разумеется, такие компьютеры должны иметь и высокопроизводительные процессоры. Вторым недостатком растровых изображений связан с невозможностью их увеличения для рассмотрения деталей. Поскольку изображение состоит из точек, то увеличение изображения приводит только к тому, что эти точки становятся крупнее и напоминают мозаику. Никаких дополнительных деталей при увеличении растрового изображения рассмотреть не удастся. Более того, увеличение точек растра визуально искажает иллюстрацию и делает её грубой и не четкой. Этот эффект называется пикселизацией.

## **Векторная графика**

Как в растровой графике основным элементом изображения является точка, так в векторной графике основным элементом изображения является линия (при этом не важно, прямая это линия или кривая). Разумеется, в растровой графике тоже существуют линии, но там они рассматриваются как комбинации точек. Для каждой точки линии в растровой графике отводится одна или несколько ячеек памяти (чем больше цветов могут иметь точки, тем больше ячеек им выделяется). Соответственно, чем длиннее растровая линия, тем больше памяти она занимает. В векторной графике объем памяти, занимаемый линией, не зависит от размеров линии, поскольку линия представляется в виде формулы, а точнее говоря, в виде нескольких параметров. Что бы мы ни делали с этой линией, меняются только ее параметры, хранящиеся в ячейках памяти. Количество же ячеек остается неизменным для любой линии.

**Линия** - это элементарный объект векторной графики. Все, что есть в векторной иллюстрации, состоит из линий. Простейшие объекты объединяются в более сложные, например объект четырехугольник можно рассматривать как четыре связанные линии, а объект куб еще более сложен: его можно рассматривать либо как двенадцать связанных линий, либо как шесть связанных четырехугольников. Из-за такого подхода векторную графику часто называют объектно-ориентированной графикой. Мы сказали, что объекты векторной графики хранятся в памяти в виде набора параметров, но не надо забывать и о том, что на экран все изображения все равно выводятся в виде точек (просто потому, что экран так устроен). Перед выводом на экран каждого объекта программа производит вычисления координат экранных точек в изображении объекта, поэтому векторную графику иногда называют вычисляемой графикой. Аналогичные вычисления производятся и при выводе объектов на принтер. Как и все объекты, линии имеют свойства. К этим свойствам относятся: форма линии, ее толщина, цвет, характер линии (сплошная, пунктирная и т.п.). Замкнутые линии имеют свойство заполнения. Внутренняя область замкнутого контура может быть заполнена цветом, текстурой, картой. Простейшая линия, если она не замкнута, имеет две вершины, которые называются узлами. Узлы тоже имеют свойства, от которых зависит, как выглядит вершина линии и как две линии сопрягаются между собой.

## **Фрактальная графика**

Фрактал - это рисунок, который состоит из подобных между собой элементов. Существует большое количество графических изображений, которые являются фракталами: треугольник Серпинского, снежинка Коха, "дракон" Хартера-Хейтуея, множество Мандельброта. Построение фрактального рисунка осуществляется по какому-то алгоритму или путём автоматической генерации изображений при помощи вычислений по конкретным формулам. Изменения значений в алгоритмах или коэффициентов в формулах приводит к модификации этих изображений. Главным преимуществом фрактальной графики есть то, что в файле фрактального изображения сохраняются только алгоритмы и формулы.

## **Трёхмерная графика**

Трёхмерная графика (3D-графика) изучает приёмы и методы создания объёмных моделей объектов, которые максимально соответствуют реальным. Такие объёмные изображения можно вращать и рассматривать со всех сторон. Для создания объёмных изображений используют разные графические фигуры и гладкие поверхности. При помощи их сначала создаётся каркас объекта, потом его поверхность покрывают материалами, визуально похожими на реальные. После этого делают осветление, гравитацию, свойства атмосферы и другие параметры пространства, в котором находится объект. Для двигающихся объектом указывают траекторию движения, скорость.

## Основные понятия компьютерной графики

В компьютерной графике с понятием разрешения обычно происходит больше всего путаницы, поскольку приходится иметь дело сразу с несколькими свойствами разных объектов. Следует четко различать: разрешение экрана, разрешение печатающего устройства и разрешение изображения. Все эти понятия относятся к разным объектам. Друг с другом эти виды разрешения никак не связаны пока не потребуется узнать, какой физический размер будет иметь картинка на экране монитора, отпечаток на бумаге или файл на жестком диске.

**Разрешение экрана** - это свойство компьютерной системы (зависит от монитора и видеокарты) и операционной системы (зависит от настроек Windows). Разрешение экрана измеряется в пикселях (точках) и определяет размер изображения, которое может поместиться на экране целиком.

**Разрешение принтера** - это свойство принтера, выражающее количество отдельных точек, которые могут быть напечатаны на участке единичной длины. Оно измеряется в единицах dpi (точки на дюйм) и определяет размер изображения при заданном качестве или, наоборот, качество изображения при заданном размере.

**Разрешение изображения** - это свойство самого изображения. Оно тоже измеряется в точках на дюйм - dpi и задается при создании изображения в графическом редакторе или с помощью сканера. Так, для просмотра изображения на экране достаточно, чтобы оно имело разрешение 72 dpi, а для печати на принтере - не меньше как 300 dpi. Значение разрешения изображения хранится в файле изображения.

Физический размер изображения определяет размер рисунка по вертикали (высота) и горизонтали (ширина) может измеряться как в пикселях, так и в единицах длины (миллиметрах, сантиметрах, дюймах). Он задается при создании изображения и хранится вместе с файлом. Если изображение готовят для демонстрации на экране, то его ширину и высоту задают в пикселях, чтобы знать, какую часть экрана оно занимает. Если изображение готовят для печати, то его размер задают в единицах длины, чтобы знать, какую часть листа бумаги оно займет. Физический размер и разрешение изображения неразрывно связаны друг с другом. При изменении разрешения автоматически меняется физический размер.

При работе с цветом используются понятия: глубина цвета (его еще называют цветовое разрешение) и цветовая модель.

Для кодирования цвета пиксела изображения может быть выделено разное количество бит. От этого зависит то, сколько цветов на экране может отображаться одновременно. Чем больше длина двоичного кода цвета, тем больше цветов можно использовать в рисунке. Глубина цвета - это количество бит, которое используют для кодирования цвета одного пиксела. Для кодирования двухцветного (черно-белого) изображения достаточно выделить по одному биту на представление цвета каждого пиксела. Выделение одного байта позволяет закодировать 256 различных цветовых оттенков. Два байта (16 битов) позволяют определить 65536 различных цветов. Этот режим называется High Color. Если для кодирования цвета используются три байта (24 бита), возможно одновременное отображение 16,5 млн цветов. Этот режим называется True Color. От глубины цвета зависит размер файла, в котором сохранено изображение.

Цвета в природе редко являются простыми. Большинство цветовых оттенков образуется смешением основных цветов. Способ разделения цветового оттенка на составляющие компоненты называется цветовой моделью. Существует много различных типов цветковых моделей, но в компьютерной графике, как правило, применяется не более трех. Эти модели известны под названиями: RGB, CMYK, HSB.

### Цветовая модель RGB

Наиболее проста для понимания и очевидна модель RGB. В этой модели работают мониторы и бытовые телевизоры. Любой цвет считается состоящим из трех основных компонентов: красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue). Эти цвета называются основными.

Считается также, что при наложении одного компонента на другой яркость суммарного цвета увеличивается. Совмещение трех компонентов дает нейтральный цвет (серый), который при большой яркости стремится к белому цвету. Это соответствует тому, что мы наблюдаем на

экране монитора, поэтому данную модель применяют всегда, когда готовится изображение, предназначенное для воспроизведения на экране. Если изображение проходит компьютерную обработку в графическом редакторе, то его тоже следует представить в этой модели.

Метод получения нового оттенка суммированием яркостей составляющих компонентов называют аддитивным методом. Он применяется всюду, где цветное изображение рассматривается в проходящем свете («на просвет»): в мониторах, слайд-проекторах и т.п. Нетрудно догадаться, что чем меньше яркость, тем темнее оттенок. Поэтому в аддитивной модели центральная точка, имеющая нулевые значения компонентов (0,0,0), имеет черный цвет (отсутствие свечения экрана монитора). Белому цвету соответствуют максимальные значения составляющих (255, 255, 255). Модель RGB является аддитивной, а ее компоненты: красный (255,0,0), зеленый (0,255,0) и синий (0,0,255) - называют основными цветами.

## Графические форматы

Любое графическое изображение сохраняется в файле. Способ размещения графических данных при их сохранении в файле определяет графический формат файла. Различают форматы файлов растровых изображений и векторных изображений.

Растровые изображения сохраняются в файле в виде прямоугольной таблицы, в каждой клеточке которой записан двоичный код цвета соответствующего пикселя. Такой файл хранит данные и о других свойствах графического изображения, а также алгоритме его сжатия. Векторные изображения сохраняются в файле как перечень объектов и значений их свойств - координат, размеров, цветов и тому подобное.

Как растровых, так и векторных форматов графических файлов существует достаточно большое количество. Среди этого многообразия форматов нет того идеального, какой бы удовлетворял всем возможным требованиям. Выбор того или другого формата для сохранения изображения зависит от целей и задач работы с изображением. Если нужна фотографическая точность воссоздания цветов, то преимущество отдают одному из растровых форматов. Логотипы, схемы, элементы оформления целесообразно хранить в векторных форматах. Формат файла влияет на объем памяти, который занимает этот файл. Графические редакторы позволяют пользователю самостоятельно избирать формат сохранения изображения. Если вы собираетесь работать с графическим изображением только в одном редакторе, целесообразно выбрать тот формат, какой редактор предлагает по умолчанию. Если же данные будут обрабатываться другими программами, стоит использовать один из универсальных форматов. Существуют универсальные форматы графических файлов, которые одновременно поддерживают и векторные, и растровые изображения.

Формат PDF (англ. Portable Document Format - портативный формат документа) разработан для работы с пакетом программ Acrobat. В этом формате могут быть сохранены изображения и векторного, и растрового формата, текст с большим количеством шрифтов, гипертекстовые ссылки и даже настройки печатающего устройства. Размеры файлов достаточно малы. Он позволяет только просмотр файлов, редактирование изображений в этом формате невозможно.

Формат EPS (англ. Encapsulated PostScript - инкапсулированный постскрипtum) - формат, который поддерживается программами для разных операционных систем. Рекомендуется для печати и создания иллюстраций в настольных издательских системах. Этот формат позволяет сохранить векторный контур, который будет ограничивать растровое изображение.

Рассмотрим наиболее распространенные графические форматы, использующиеся для создания изображений, фотографий, анимаций и т.д.

**BMP** (Windows Device Independent Bitmap). Родной формат Windows. Он поддерживается всеми графическими редакторами, работающими под управлением этой операционной системы. Применяется для хранения растровых изображений, предназначенных для использования в Windows и, на этом область его применения заканчивается. Использование BMP не для нужд Windows является достаточно распространенной ошибкой.

**GIF** (CompuServe Graphics Interchange Format). Независящий от аппаратного обеспечения формат GIF был разработан в 1987 году (GIF87a) фирмой CompuServe для передачи растровых изображений по сетям. В 1989-м формат был модифицирован (GIF89a), были добавлены поддержка прозрачности и анимации. GIF использует LZW-компрессию, что позволяет неплохо сжимать файлы, в которых много однородных заливок (логотипы, надписи, схемы).

**JPEG** (Joint Photographic Experts Group). Строго говоря JPEG'ом называется не формат, а алгоритм сжатия, основанный не на поиске одинаковых элементов, а на разнице между пикселями. Чем выше уровень компрессии, тем больше данных отбрасывается, тем ниже качество. Используя JPEG можно получить файл в 1-500 раз меньше, чем BMP! Первоначально в спецификациях формата не было CMYK, Adobe добавила поддержку цветоделения, однако CMYK JPEG во многих программах делает проблемы. JPEG'ом лучше сжимаются растровые картинки фотографического качества, чем логотипы или схемы.

**TIFF, TIF** (Target Image File Format). Аппаратно независимый формат TIFF, один из самых распространенных и надежных на сегодняшний день, его поддерживают практически все программы на PC и Macintosh так или иначе связанные с графикой. Ему доступен весь диапазон цветовых моделей от монохромной до RGB, CMYK и дополнительных Шишковых цветов. TIFF может содержать обтравочные контуры, альфа-каналы, слои, другие дополнительные данные. В формате TIFF есть возможность сохранения с применением нескольких видов сжатия: JPEG, ZIP, но, как правило используется только LZW-компрессия.

**EPS** (Encapsulated PostScript). Формат использует упрощенную версию PostScript: не может содержать в одном файле более одной страницы, не сохраняет ряд установок для принтера. EPS предназначен для передачи векторов и растра в издательские системы, создается почти всеми программами, работающими с графикой. Использовать его имеет смысл только тогда, когда вывод осуществляется на PostScript-устройстве. EPS поддерживает все необходимые для печати цветовые модели. EPS имеет много разновидностей, что зависит от программы-создателя. Самые надежные EPS создают программы производства Adobe Systems: Photoshop, Illustrator, InDesign.

**QXD** (QuarkXPress Document). Рабочий формат, известной программы верстки QuarkXPress. Пакет отличается устойчивостью, быстродействием и удобством работы. Главный, так и не побежденный конкурент Adobe Systems, продолжает существовать теперь уже в пятой реинкарнации. Следует отметить так-же, что в ходу до сих пор две предыдущие версии QuarkXPress 3.x и QuarkXPress 4.x. Особая идеология пакета заключается в его возможности приспособливаться под любые задачи верстальщика. Ведь основные функции выполняют специальные расширения (Xtensions), которых существует больше чем Plug-ins для Photoshop.

**PM** (Page Maker). Формат программы верстки Adobe Systems. Чрезвычайно простой в плане возможностей пакет. Предназначался в первую очередь для перехода с ручного вида верстки на компьютерный с минимальными затратами на обучение персонала. Распространение у нас получил благодаря своевременной русификации и опять таки - легкости освоения для новичков. В настоящее время развитие пакета остановлено.

**ID** (InDesign). Кодовое название «Quark Killer» Последователь PM, призванный потеснить конкурентов на издательском рынке, в первую очередь Quark. Сборная солянка решений позаимствованных у других пакетов верстки не привела к ожидаемому результату. ID - крайне неповоротливый и неудобный пакет, оказавшийся убийцей только своего прародителя PM и то по причине прекращения развития последнего. К преимуществам можно отнести лишь встроенный интерпретатор PostScript и кажущуюся сверхсовместимость с другими продуктами Adobe.

**PDF** (Portable Document Format) - предложен фирмой Adobe как независимый от платформы формат для создания электронной документации, презентаций, передачи верстки и графики по сетям. PDF-файлы создаются путем конвертации из PostScript-файлов или функцией экспорта ряда программ. Формат первоначально проектировался как средство хранения электронной документации. Поэтому все данные в нем могут сжиматься, причем по-разному: JPEG, RLE, CCITT, ZIP. PDF может также сохранять всю информацию для выводного устройства, которая была в исходном PostScript-файле. Adobe PostScript - язык описания

страниц. Был создан в 80-х годах для реализации принципа WYSIWYG (What You See is What You Get). Файлы этого формата фактически представляют собой программу с командами на выполнение для выводного устройства. Такие файлы содержат в себе сам документ, связанные файлы, использованные шрифты, а так же другую информацию: платы цветоделения, дополнительные платы, линиатуру растра и форму растровой точки для каждой платы и другие данные для выводного устройства. Данные в PostScript-файле, как правило, записываются в двоичной кодировке (Binary). Бинарный код занимает вдвое меньше места, чем ASCII.

**CDR** - формат популярного векторного редактора CorelDraw. Свою популярность и распространение пакет получил благодаря кажущейся простоте использования и интерактивным спецэффектам (линзам, прозрачностям, нестандартным градиентам и т.д.). Широкие возможности этой программы, в плане эффектов, объясняются более богатым внутренним языком описания страниц нежели у продуктов Adobe, использующих PostScript. Именно это и является основным минусом CorelDraw. PostScript с кореловскими спецэффектами зачастую является головной болью типографий и препресс бюро.

**CCX** - формат векторной графики от компании Corel. Кроме CorelDraw ничем не поддерживается. Для полиграфии и Интернета непригоден. К преимуществам можно отнести лишь небольшой объем файлов, сохраненных в этом формате и наличие множества отличных клипартов.

Векторная графика представляет собой математическое описание объектов относительно начала координат. Так, для отображения прямой требуются координаты всего двух точек. Для окружности - координаты центра и радиус и т.д.

Графические форматы могут содержать в себе массу дополнительной информации: альфа-каналы, пути, цветовую модель, линиатуру растра и даже анимацию. Выбор формата для полиграфической продукции в первую очередь зависит от выводного устройства. Фотонаборные автоматы работают под управлением языка PostScript. Поэтому для полиграфии основными форматами хранения данных являются TIFF и EPS. Соответственно формат растровой и векторной графики. В последнее время набирает силу PDF (Portable Document Format).

TIFF подходит только в случае передачи растровой графики. Этот формат позволяет хранить в себе много полезной информации: альфа-каналы, цветовую модель, пути и даже слои (при использовании Adobe Photoshop 6-7). Однако для повышения надежности вывода многие бюро допечатной подготовки не рекомендуют оставлять в конечных файлах дополнительные каналы и слои. Для перестраховки, если нет возможности проконсультироваться с типографией, компрессию тоже лучше отключить. Не следует так же сохранять текстовые надписи и векторную графику в формате TIFF. Даже с разрешением в 300 dpi они на печати будут выглядеть с эффектом «пилы». Для того чтобы избежать подобных дефектов предусмотрен формат EPS, позволяющий содержать в себе растровую и векторную графику, шрифты и другую полезную информацию. Однако довольно часто приходится сталкиваться с вот каким любопытным заблуждением: при открытии файла EPS (созданного с помощью Illustrator или Corel Draw) программой растровой графики Photoshop, пользователи продолжают свято верить в то, что до сих пор работают с векторной графикой. Нет, дорогие мои, в каком бы формате вы потом не сохранили, на выходе вы получите только растр и ничего более. Открывая любой файл с векторной графикой Photoshop'ом вы тем самым растрируете его, то есть превращаете в растровый формат. Исключением могут быть только EPS созданные непосредственно в Photoshop'e 6-7 версии. Шрифты и векторные примитивы, в таком случае останутся векторными и на выводе. Такой формат называется Photoshop EPS. Разновидностей EPS существует достаточно много, они отличаются наличием изображений предварительного просмотра, композитного или сепарированного изображения, кодировки и компрессии. Но все они сходятся в одном - EPS основывается на языке описания страниц PostScript, который, в свою очередь является стандартом для полиграфических выводных устройств. Поэтому, следует учитывать, что все файлы в других форматах, например CDR и CCX, необходимо принудительно конвертировать в PS. При этом не всегда адекватно команды одного языка переводятся в другой и результатом такого преобразования могут быть в лучшем случае испорченные пленки, в худшем - весь тираж. Поэтому и отношение работников типографии к

таким форматам и программам соответствующее. Однако это вовсе не означает, что все поголовно должны подготавливать векторную графику в Illustrator а растровую в Photoshop, просто при подготовке графики в ином пакете нужно ограничивать свой полет «фантазии» и особенно тщательно проверять выходные файлы на наличие PostScript ошибок. В отличие от других пакетов, пакет Adobe Illustrator был разработан как интерфейс языка PostScript и ему не требуется конвертировать свои файлы чтобы на выходе получить формат понятный для выводного устройства. В девятой и десятой версии Иллюстратора базовым форматом является PDF, что также не является проблемой для вывода, т.к. он представляет собой практически «очищенный» EPS. Все предыдущие версии базируются на PostScript.

Не следует забывать и о шрифтах. Зачастую в файле EPS оказываются только названия шрифтов и при выводе подставляются другие, что никак не соответствует замыслу дизайнера. Поэтому шрифты должны быть конвертированы в кривые, либо внедрены в файл, или приложены отдельными файлами.

### **Масштабирование изображений**

Масштабирование заключается в изменении вертикального и горизонтального размеров изображения. Масштабирование может быть пропорциональным – в этом случае соотношение между высотой и шириной рисунка не изменяется, а меняется общий размер, и непропорциональным – в этом случае оба измерения изменяются по-разному.

Масштабирование векторных рисунков выполняется просто и без потери качества. Так как объекты векторной графики создаются по их описаниям, то для изменения масштаба векторного объекта, достаточно изменить его описание. Например, чтобы увеличить в два раза векторный объект, следует удвоить значение, описывающее его размер.

Масштабирование растровых рисунков является намного более сложным процессом, чем для векторной графики, и часто сопровождается потерей качества. При изменении размеров растрового изображения выполняется одно из следующих действий:

- ◆ одновременное изменение размеров всех пикселей (в большую или меньшую сторону);
- ◆ добавление или убавление пикселей из рисунка для отражения производимых в нем изменений, называемое выборкой пикселей в изображении.

Простейший способ изменения масштаба растрового рисунка состоит в изменении размера всех его пикселей. Так как внутри самого рисунка пиксели не имеют размера и приобретают его уже при выводе на внешнее устройство, то изменение размера пикселей раstra в сильной степени похоже на масштабирование векторных объектов – необходимо сменить только описание пиксела, а остальное выполнит устройство вывода.

Устройство вывода для создания пиксела определенного физического размера использует столько своих минимальных элементов (лазерных точек – для лазерного принтера, видеопикселей – для монитора), сколько сможет. При масштабировании изображения количество входящих в него пикселей не меняется, а изменяется количество создаваемых устройством вывода элементов, идущих на построение отдельного пиксела изображения. На рис. 3 показан пример масштабирования растрового изображения – увеличения его в два раза по каждому измерению.

### **Сжатие изображений**

Как и многая информация, графика может быть сжата. Это выгодно с точки зрения экономии памяти компьютера, так как, например, высококачественные изображения, как уже говорилось, имеют размеры до нескольких десятков мегабайтов. Для файлов графических изображений разработаны множество схем и алгоритмов сжатия, основными из которых являются следующие:

- ◆ групповое сжатие;
- ◆ кодирование методом Хаффмана;
- ◆ сжатие по схеме LZW;

- ◆ арифметическое сжатие;
- ◆ сжатие с потерями;
- ◆ преобразование цветов RGB в цвета YUV.

В основе большинства схем сжатия лежит использование одного из следующих свойств графических данных: избыточность, предсказуемость и необязательность. В частности, групповое кодирование (RLE) основано на использовании первого свойства. Кодирование по методу Хаффмана и арифметическое кодирование, основанные на статистической модели, используют предсказуемость, предлагая более короткие коды для более часто встречающихся пикселей. Алгоритмы сжатия с потерями основаны на избыточности данных.

Следует учесть, что алгоритм, обеспечивающий большую степень сжатия, обычно более сложный и поэтому требует для распаковки данных больше процессорного времени.

Рассмотрим подробнее несколько алгоритмов сжатия.

**Групповое сжатие** представляет собой одну из самых простых схем сжатия файлов. Суть его заключается в том, что серия повторяющихся величин заменяется единственной величиной и ее количеством. На примере можно заметить выгоду в длине между «aabbbbbbcbdddeeeeeeaa» и «2a7b1c3d4e3a». Данный алгоритм прост в реализации и хорошо сжимает графические файлы с большими однотонными областями. Групповое кодирование используется во многих форматах растровых файлов, таких как TIFF, PCX и т.д.

**Кодирование методом Хаффмана.** Смысл метода Хаффмана заключается в замене данных более эффективными кодами. Более короткие коды используются для замены более часто появляющихся величин. Например в выражении abbbeddeeeeeeeef есть шесть уникальных величин, с частотами появления: a:1, b:3, c:3, d:2, e:9, f:1. Для образования минимального кода используется двоичное дерево. Алгоритм объединяет в пары элементы, появляющиеся наименее часто, затем пара объединяется в один элемент, а их частоты объединяются. Это действие повторяется до тех пор, пока элементы не объединятся в пары. В данном примере надо объединить a и f – это первая пара, а присваивается нулевая ветвь, а f – 1-я. Это означает, что 0 и 1 будут младшими битами кодов для a и f соответственно. Более старшие биты будут получены из дерева по мере его построения.

Суммирование частот дает в итоге 2. Теперь самая низкая частота – 2, поэтому пара a и f, объединяется с d (которая тоже имеет частоту 2). Исходной паре присваивается нулевая ветвь, а d – ветвь 1. Таким образом, код для a заканчивается на 00; для f на 01, d заканчивается на 1 и будет на один бит короче по сравнению с кодами для a и f.

Дерево продолжает строиться подобным образом так, что наименее распространенные величины описываются более длинными кодами. Данное кодирование нуждается в точной статистике, выражающейся в том, как часто каждая величина появляется в файле. Следовательно, для работы по схеме Хаффмана необходимо два этапа – на первом этапе создается статистическая модель, на втором кодируются данные. Следует отметить, что компрессия и декомпрессия, по Хаффману, – достаточно медленный процесс.

**Сжатие с потерями JPEG.** Алгоритм сжатия JPEG (Joint Photographic Experts Group) (читается ['jei'peg]) позволяет регулировать соотношение между степенью сжатия файла и качеством изображения. Применяемые методы сжатия основаны на удалении «избыточной» информации.

Алгоритм сжатия оперирует областями 8x8 пикселей, на которых яркость и цвет меняются сравнительно плавно. Вследствие этого, при разложении матрицы такой области в двойной ряд по косинусам значимыми оказываются только первые коэффициенты. Таким образом, сжатие в JPEG осуществляется за счет плавности изменения цветов в изображении. В целом алгоритм основан на дискретном косинусоидальном преобразовании, применяемом к матрице изображения для получения некоторой новой матрицы коэффициентов. Для получения исходного изображения применяется обратное преобразование. Алгоритм раскладывает изображение по амплитудам некоторых частот. Таким образом, при преобразовании мы получаем матрицу, в которой многие коэффициенты либо близки, либо равны нулю. Кроме того, благодаря несовершенству человеческого зрения, можно аппроксимировать коэффициенты более грубо без заметной потери качества изображения.

Существенными положительными сторонами алгоритма является то, что:

- ◆ Задается степень сжатия.
- ◆ Выходное цветное изображение может иметь 24 бита на точку.
- ◆ Отрицательными сторонами алгоритма является то, что:
- ◆ При повышении степени сжатия изображение распадается на отдельные квадраты (8x8).
- ◆ Проявляется эффект Гиббса – ореолы по границам резких переходов цветов.

### **Цветовая модель CMYK**

Эту модель используют для подготовки не экранных, а печатных изображений. Они отличаются тем, что их видят не в проходящем, а в отраженном свете. Чем больше краски положено на бумагу, тем больше света она поглощает и меньше отражает. Совмещение трех основных красок поглощает почти весь падающий свет, и со стороны изображение выглядит почти черным. В отличие от модели RGB увеличение количества краски приводит не к увеличению визуальной яркости, а наоборот, к ее уменьшению.

Поэтому для подготовки печатных изображений используется не аддитивная (суммирующая) модель, а субтрактивная (вычитающая) модель. Цветовыми компонентами этой модели являются не основные цвета, а те, которые получаются в результате вычитания основных цветов из белого:

- ◆ голубой (Cyan) = Белый - красный = зелёный + синий (0,255,255)
- ◆ пурпурный (сиреневый) (Magenta) = Белый - зелёный = красный + синий (255,0,255)
- ◆ жёлтый (Yellow) = Белый - синий = красный + зелёный (255,255,0)

Эти три цвета называются дополнительными, потому что они дополняют основные цвета до белого.

Существенную трудность в полиграфии представляет черный цвет. Теоретически его можно получить совмещением трех основных или дополнительных красок, но на практике результат оказывается негодным. Поэтому в цветовую модель CMYK добавлен четвертый компонент - черный. Ему эта система обязана буквой K в названии (blacK).

В типографиях цветные изображения печатают в несколько приемов. Накладывая на бумагу по очереди голубой, пурпурный, желтый и черный отпечатки, получают полноцветную иллюстрацию. Поэтому готовое изображение, полученное на компьютере, перед печатью разделяют на четыре составляющих одноцветных изображения. Этот процесс называется цветоделением. Современные графические редакторы имеют средства для выполнения этой операции.

В отличие от модели RGB, центральная точка имеет белый цвет (отсутствие красителей на белой бумаге). К трем цветовым координатам добавлена четвертая - интенсивность черной краски. Ось черного цвета выглядит обособленной, но в этом есть смысл: при сложении цветных составляющих с черным цветом все равно получится черный цвет. Сложение цветов в модели CMYK каждый может проверить, взяв в руки голубой, сиреневый и желтый карандаши или фломастеры. Смесь голубого и желтого на бумаге дает зеленый цвет, сиреневого с желтым - красный и т.д. При смешении всех трех цветов получается неопределенный темный цвет. Поэтому в этой модели черный цвет и понадобился дополнительно.

### **Цветовая модель HSB**

Некоторые графические редакторы позволяют работать с цветовой моделью HSB. Если модель RGB наиболее удобна для компьютера, а модель CMYK - для типографий, то модель HSB наиболее удобна для человека. Она проста и интуитивно понятна. В модели HSB тоже три компонента: оттенок цвета (Hue), насыщенность цвета (Saturation) и яркость цвета (Brightness). Регулируя эти три компонента, можно получить столь же много произвольных цветов, как и при работе с другими моделями. Оттенок цвета указывает номер цвета в спектральной палитре. Насыщенность цвета характеризует его интенсивность - чем она выше, тем "чище" цвет. Яркость цвета зависит от добавления чёрного цвета к данному - чем её больше, тем яркость цвета меньше.

Цветовая модель HSB удобна для применения в тех графических редакторах, которые ориентированы не на обработку готовых изображений, а на их создание своими руками. Существуют такие программы, которые позволяют имитировать различные инструменты художника (кисти, перья, фломастеры, карандаши), материалы красок (акварель, гуашь, масло, тушь, уголь, пастель) и материалы полотна (холст, картон, рисовая бумага и пр.). Создавая собственное художественное произведение, удобно работать в модели HSB, а по окончании работы его можно преобразовать в модель RGB или CMYK, в зависимости от того, будет ли оно использоваться как экранная или печатная иллюстрация. Значение цвета выбирается как вектор, выходящий из центра окружности. Точка в центре соответствует белому (нейтральному) цвету, а точки по периметру - чистым цветам. Направление вектора определяет цветовой оттенок и задается в модели HSB в угловых градусах. Длина вектора определяет насыщенность цвета. Яркость цвета задают на отдельной оси, нулевая точка которой имеет черный цвет.

## **В заключение**

Компьютерная графика — область деятельности, в которой компьютеры используются в качестве инструмента как для создания изображений, так и для обработки визуальной информации, полученной из реального мира.

Компьютерная графика прочно вошла в нашу жизнь. Появляется все больше клипов, сделанных с помощью компьютерной графики. Бесспорно, компьютерная графика расширяет выразительные возможности. При творческом ее использовании реклама приобретает удивительную силу воздействия на зрителя. Но с помощью одной только компьютерной графики очень трудно донести до зрителя рекламную идею. И если в клипе лишь компьютерная графика, лишь созданный ее средствами сюрреалистический мир, то зритель остается холодным, хотя увиденное и поражает воображение. Ведь известно, что реклама наиболее эффективна тогда, когда потребителю хочется идентифицировать себя с человеком, пользующимся тем или иным товаром, поэтому процесс узнаваемости себя в клипе - залог успеха.