

Министерство образования и науки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

Г.Х. Гумерова

# ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Учебное пособие

Казань  
Издательство КНИТУ  
2013

УДК 681.321:744  
ББК 32.97:30.11

**Гумерова Г.Х.**

Основы компьютерной графики : учебное пособие / Г.Х. Гумерова;  
М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань :  
Изд-во КНИТУ, 2013. – 87 с.

ISBN 978-5-7882-1459-7

Изложены основные сведения по компьютерной графике, необходимые для грамотного выполнения наглядных изображений различных геометрических форм и объектов, в том числе деталей машин и аппаратов.

Предназначено для студентов и бакалавров всех направлений и форм обучения, изучающих дисциплины «Компьютерная графика», «Инженерная графика».

Подготовлено на кафедре «Инженерная компьютерная графика и автоматизированное проектирование».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Рецензенты: зав. лабораторией моделирования систем производства  
КНИЦ РАН д-р техн. наук *Г.Р. Мингалеева*  
старший методист Поволжского регионального центра  
«Энергетик» канд. техн. наук *И.Р. Калимуллин*

ISBN 978-5-7882-1459-7

© Гумерова Г.Х., 2013

© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2013

## **1. Основы компьютерной графики.**

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 (128 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 раstra визуальнo искажает иллюстрацию и делает её грубой. 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 освещение, гравитацию, свойства атмосферы и другие параметры пространства, в котором находится объект. Для двигающихся объектов указывают траекторию движения, скорость.

## **2. 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 пикселя 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 пикселя. Для кодирования двухцветного (черно-белого) изображения достаточно выделить по одному биту на представление цвета каждого пикселя. 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 цветовых 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.

## Цветовая модель СМΥΚ

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 СМΥΚ 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 СМΥΚ 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.