

С. Г. Онуфриенко

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
В ДИЗАЙНЕ**

КУРС ЛЕКЦИЙ

Витебск

2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ

КУРС ЛЕКЦИЙ

для студентов специальностей
1-19 01 01-05 «Дизайн костюма и тканей»,
1-19 01 71 «Дизайн графический»

Витебск
2017

УДК 745:004.9 (075.8)
ББК 85.125/126
О 59

Рецензенты:

кандидат педагогических наук, доцент, зав. кафедрой
дизайна УО «ВГУ» им. П.М. Машерова Кулененок В.В.;

кандидат технических наук, доцент, кафедры ТиОМП УО «ВГТУ»
Белов Е. В.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ», протокол № 6 от 27.09. 2017.

Онуфриенко, С. Г.

О 59 Информационные технологии в дизайне: курс лекций / С. Г. Онуфриенко. – Витебск : УО «ВГТУ», 2017. – 55 с.
ISBN 978-985-481-528-2

В курсе лекций представлены материалы, наиболее объективно информирующие о теоретических основах и технологических методах и приемах, применяемых в компьютерной графике и дизайн-полиграфии.

В издании представлена информация о сущности понятий компьютерной графики, особенности формирования обработки и отображения графических объектов, об основных законах и правилах верстки электронных документов, а также основах допечатной подготовки публикаций и приведение их к техническим требованиям, предъявляемых к печатной продукции.

Материал направлен на формирование профессиональных знаний и навыков специалиста в области дизайн-полиграфии.

Курс лекций предназначен для студентов дневной формы обучения и слушателей ФПК, преподавателей и аудитории, интересующейся вопросами информационных технологий в компьютерной графике.

УДК 745:004.9 (075.8)
ББК 85.125/126

ISBN 978-985-481-528-2

©УО «ВГТУ», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕКЦИЯ 1. Основы компьютерной графики	4
1.1 Способы представления изображений в ЭВМ	4
1.2 Основные области применения компьютерной графики	4
1.3 Разделы компьютерной графики	6
1.4 Параметры растровых изображений	6
1.5 Разрешение оригинала	7
1.6 Разрешение экранного изображения	7
1.7 Растровое представление изображений	9
1.8 Векторное представление изображений	10
1.9 Представление изображений с помощью фракталов	11
ЛЕКЦИЯ 2. Цветовые модели и типы растровых изображений	16
2.1 Цветовые модели и их виды	16
2.2 Основные цветовые модели	17
2.3 Закон Грассмана (законы смешивания цветов)	18
2.4 Цветовая модель RGB	18
2.5 Цветовая модель CMYK	20
2.6 Цветовая модель Lab	22
2.7 Перцепционные цветовые модели	23
2.8 Цветовая модель HSB	24
2.9 Глубина цвета	25
2.10 Черно-белый и полутоновый режим	26
2.11 Плашечные цвета	27
ЛЕКЦИЯ 3. Растрирование и цветоделение	28
3.1 Зачем нужно растрирование	30
3.2 Линейные растры	32
3.3 Стохастические растры	32
3.4 Параметры растра	34
3.5 Размеры растровой точки	36
3.6 Зачем нужно цветоделение	36
3.7 Цветоделение	37
3.8 Линиатура (lpi)	38
3.9 Линиатура и разрешение точечных изображений	39
3.10 Треппинг и наложение	40
3.11 Печать с наложением (Overprint)	42
3.12 Установки Оверпринт (Overprint) и треппинг (Trapping).	43
ЛЕКЦИЯ 4. Форматы векторных и растровых файлов.	45
4.1 Форматы векторных изображений.	45
4.2 Форматы растровых изображений.	49
4.3 Достоинства и недостатки.	52
Литература	54

ЛЕКЦИЯ 1

Основы компьютерной графики

1.1 Способы представления изображений в ЭВМ

Компьютерная графика – это наука, один из разделов информатики, изучающая способы формирования и обработки изображений с помощью компьютера. Работа с компьютерной графикой – одно из самых популярных направлений использования персонального компьютера. Без компьютерной графики не обходится ни одна современная программа. Работа над графикой занимает до 90 % рабочего времени программистов, выпускающих программы массового применения.

Основные трудозатраты в работе редакций и издательств тоже составляют художественные и оформительские работы с графическими программами.

Необходимость широкого использования графических программных средств стала особенно ощутимой в связи с развитием Интернета и, в первую очередь, благодаря службе World Wide Web, связавшей в единую «паутину» миллионы «домашних страниц».

Область применения компьютерной графики не ограничивается одними художественными эффектами. Во всех отраслях науки, техники, медицины, в коммерческой и управленческой деятельности используются построенные с помощью компьютера схемы, графики, диаграммы, предназначенные для наглядного отображения разнообразной информации. Конструкторы, разрабатывая новые модели автомобилей и самолетов, используют трехмерные графические объекты, чтобы представить окончательный вид изделия. Архитекторы создают на экране монитора объемное изображение здания, и это позволяет им увидеть, как оно впишется в ландшафт.

1.2 Основные области применения компьютерной графики

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

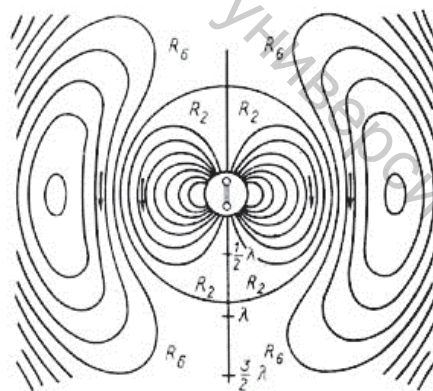


Рисунок 1

проводить вычислительные эксперименты с наглядным представлением их результатов (рис.1).

Деловая графика – область компьютерной графики, 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 (рис. 2).

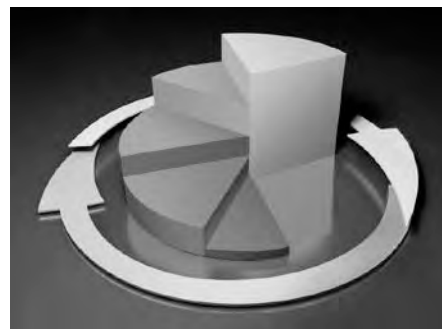


Рисунок 2

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 (рис. 3).

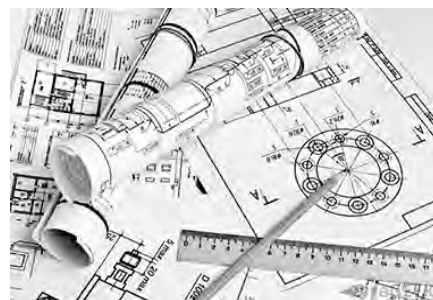


Рисунок 3

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 (рис. 4).



Рисунок 4

Художественная и рекламная графика – ставшая популярной во многом благодаря телевидению. С помощью компьютера создаются рекламные ролики, мультфильмы, компьютерные игры, видеоуроки, видеопрезентации (рис. 5).



Рисунок 5

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 связаны с большим объемом вычислений. Передача освещенности объекта в зависимости от положения источника света, от расположения теней, от фактуры поверхности требует расчетов, учитывающих законы оптики.

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 (рис. 6).



Рисунок 6

Мультимедиа – это объединение высококачественного изображения на экране компьютера со звуковым сопровождением. Наибольшее распространение системы мультимедиа получили в области обучения, рекламы, развлечений.

1.3 Разделы компьютерной графики

В компьютерной графике выделяют разделы, изучающие методы работы с изображением на плоскости, так называемую 2D-графику, и трехмерную 3D-графику. Трехмерное изображение отличается от двухмерного тем, что строится исходя из математического описания некоторой трехмерной сцены. Математическое описание сцены чаще всего является моделью физических объектов в трехмерном пространстве. Таким образом, для получения трехмерного изображения требуется построить математическую модель сцены и объектов на ней, а далее визуализировать путем получения проекции с учетом освещения материалов и пр. В результате визуализации мы получим изображение на плоскости экрана или на выходе принтера. Вопросы 2D, 3D-графики, общего геометрического моделирования, связанные с визуализацией геометрических моделей, входят в компетенцию компьютерной геометрии.

Кроме этого, по способу представления изображения в памяти ЭВМ, компьютерную графику разделяют на растровую, векторную и фрактальную.

1.4 Параметры растровых изображений

Растровое изображение представляется в памяти ЭВМ в виде матрицы отдельных пикселей. Параметрами растрового изображения являются разрешение и глубина цвета. Разрешение (resolution) – это степень детализации изображения, число пикселей (точек), отводимых на единицу площади. Поэтому имеет смысл говорить о разрешении изображения только применительно к какому-либо устройству ввода или вывода изображения. Например, пока имеется обычная фотография на твердом носителе, нельзя сказать о ее разрешении. Но как только мы попытаемся ввести эту фотографию в компьютер через сканер, нам необходимо будет определить разрешение оригинала, т. е. указать количество точек, считываемых сканером с одного квадратного дюйма.

Поскольку изображение можно рассматривать применительно к различным устройствам, то следует различать:

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

1.5 Разрешение оригинала

Разрешение оригинала определяется при вводе изображения в компьютер и измеряется в точках на дюйм (dots per inchdpi). При этом количество dpi определяет не число точек в квадратном дюйме, а количество точек на одной его стороне. Например, 300 dpi означает, что в квадратный дюйм изображения покрывается растровой сеткой 300х300 и после сканирования, изображение, соответствующее квадратному дюйму, будет состоять из 90 000 пикселей.

В дальнейшем разрешение оригинала влияет на разрешение изображений, выводимых на разных устройствах (принтерах, экранах мониторов).

Установка разрешения оригинала зависит от требований, предъявляемых к качеству изображения и размеру файла. В общем случае действует правило: чем выше требования к качеству, тем выше должно быть разрешение оригинала.

Для получения на экране изображения, близкого к размеру оригинала, обычно используют разрешение 72 – 75 dpi. Для вывода изображения в дальнейшем на печать и распознавания текста рекомендуется устанавливать разрешение 300 – 600 dpi. Если исходное изображение небольшого размера и его планируется увеличить и вывести на печать, то в этом случае разрешение оригинала лучше устанавливать 600 – 1200 dpi. Сканирование слайдов, негативных фотопленок и качественных материалов для полиграфии требует установки величины разрешения 1200 и более dpi.

1.6 Разрешение экранного изображения

Для экранных копий изображения элементарную точку растра принято называть пикселем (pixel). Для измерения разрешения экранного изображения, кроме dpi, используют единицу измерения ppi (pixel per inch). Размер пикселя, а значит и разрешение экранного изображения, варьируется в зависимости от выбранного разрешения экрана (из диапазона стандартных значений), разрешения оригинала и масштаба отображения.

Глубина цвета (color depth) – это число бит, используемых для представления каждого пикселя изображения. С развитием вычислительных средств глубина цвета хранимых в компьютере изображений все время возрастала. Одним из первых распространенных стандартов мониторов являлся VGA, который поддерживал глубину цвета 8 бит для цветных изображений. Следующим ша-

гом стало введение в компьютерах системы Macintosh стандарта High Color, который кодировал цвет с глубиной 16 бит, что позволяло получить 65536 цветов. Сейчас наиболее используемым является 24-битный True Color, позволяющий кодировать около 16,7 млн цветов. Однако необходимо отметить, что существуют графические системы, использующие глубину цвета более чем 24 бита на пиксель.

При черно-белом изображении (без полутонов) пиксель принимает только два состояния: светится (белый), не светится (черный). Следовательно, для кодирования состояния пикселя при черно-белом изображении достаточно одного бита памяти:

1 – белый;

2 – черный.

На цветном экране все разнообразие красок получается из сочетаний трех базовых цветов: красного, зеленого, синего. Из трех цветов можно получить 8 комбинаций. В этом случае для кодирования состояния одного пикселя требуется 3 бита памяти.

К	З	С	Цвет
0	0	0	Черный
0	0	1	Синий
0	1	0	Зеленый
0	1	1	Голубой
1	0	0	Красный
1	0	1	Розовый
1	1	0	Коричневый
1	1	1	Белый

Из сочетаний 3 базовых цветов можно получить только 8 цветов. Палитру цветов можно расширить, если имеется возможность управлять интенсивностью (яркостью) базовых цветов. Шестнадцатичетная палитра получается при использовании четырехразрядной кодировки пикселя: к трем битам базовых цветов добавляется бит интенсивности. Этот бит управляет яркостью всех трех цветов одновременно.

И	К	З	С	Цвет
0	0	0	0	черный
0	0	0	1	синий
0	0	1	0	зеленый
0	0	1	1	темно-голубой
0	1	0	0	темно-красный
0	1	0	1	пурпурный
0	1	1	0	оливковый
0	1	1	1	светло-серый
1	0	0	0	серый

1	0	0	1	ярко-синий
1	0	1	0	ярко-зеленый
1	0	1	1	ярко-голубой
1	1	0	0	ярко-красный
1	1	0	1	розовый
1	1	1	0	желтый
1	1	1	1	белый

Для лучшего понимания, что такое разрешение и глубина цвета, приведем простой пример. Вы решили отсканировать Вашу фотографию размером 10 на 15 см, чтобы затем обработать и распечатать на цветном принтере. Для получения приемлемого качества печати необходимо разрешение не менее 300 dpi.

Считаем:

10 см = 3,9 дюйма; 15 см = 5,9 дюймов.

По вертикали: $3,9 * 300 = 1170$ точек.

По горизонтали: $5,9 * 300 = 1770$ точек.

Итак, число пикселей растровой матрицы $1170 * 1770 = 2\,070\,900$.

Теперь решим, сколько цветов мы хотим использовать. Для черно-белого изображения используют обычно 256 градаций серого цвета для каждого пикселя, или 1 байт. Получаем, что для хранения нашего изображения надо 2 070 900 байт или 1,97 Мб.

Для получения качественного цветного изображения надо не менее 256 оттенков для каждого базового цвета. В модели RGB соответственно их 3: красный, зеленый и синий. Получаем общее количество байт – 3 на каждый пиксель. Соответственно, размер хранимого изображения возрастает в три раза и составляет 5,92 Мб. Для создания макета для полиграфии фотографии сканируют с разрешением 600 dpi, следовательно, размер файла вырастает еще вчетверо.

1.7 Растровое представление изображений

Возьмем фотографию (рис. 7). Она представляется для нас как реальная картина природы. Теперь наложим на изображение прямоугольную сетку. Таким образом разобьем изображение на прямоугольные элементы. Каждый прямоугольник закрасим цветом, преобладающим в нем (на самом деле программы при оцифровке генерируют некий «средний» цвет, т. е. если у нас была одна черная точка и одна белая, то прямоугольник будет иметь серый



Рисунок 7

цвет). Как мы видим, изображение стало состоять из конечного числа прямоугольников определенного цвета.

Эти прямоугольники называют pixel (от PIX Element) – пиксел или пиксель (рис. 8). Теперь каким-либо методом занумеруем цвета. Для нас сейчас важно то, что каждый пиксель на рисунке стал иметь определенный цвет, обозначенный числом.



Рисунок 8

Теперь пойдем по порядку (слева направо и сверху вниз) и будем в строчку выписывать номера цветов встречающихся пикселей. Получится строка примерно следующего вида: 1 2 8 3 212 45 67 45 127 4 78 225 34 ... 6

Вот эта строка и есть наши оцифрованные данные. Итак, под растровым (bitmap, raster) понимают способ представления изображения в виде совокупности отдельных точек (пикселей) различных цветов или оттенков. Это наиболее простой способ представления изображения, ибо таким образом видит наш глаз. Достоинством такого способа является возможность получения фотореалистичного изображения высокого качества в различном цветовом диапазоне.

1.8 Векторное представление изображений

Для векторной графики характерно разбиение изображения на ряд графических примитивов – точки, прямые, ломаные, дуги, полигоны. Таким образом, появляется возможность хранить не все точки изображения, а координаты узлов примитивов и их свойства (цвет, связь с другими узлами и т. д.).



Рисунок 9

Вернемся к изображению на рисунке 7.

На изображении легко можно выделить множество простых объектов – отрезки прямых, ломаные, эллипс, замкнутые кривые. Представим себе, что пространство рисунка существует в некоторой координатной системе. Тогда можно описать это изображение, как совокупность простых объектов вышеперечисленных типов, координаты узлов которых заданы вектором относительно точки начала координат (рис. 9).

Проще говоря, чтобы компьютер нарисовал прямую, нужны координаты двух точек, которые связываются по кратчайшей прямой. Для дуги задается радиус и т. д. Таким образом, векторная иллюстрация – это набор геометрических примитивов.

Важной деталью является то, что объекты задаются независимо друг от друга и, следовательно, могут перекрываться между собой.

При использовании векторного представления изображение хранится в памяти как база данных описаний примитивов. Основные графические примитивы, используемые в векторных графических редакторах: точка, прямая, кривая Безье, эллипс (окружность), полигон (прямоугольник). Примитив строится вокруг его узлов (nodes). Координаты узлов задаются относительно координатной системы макета. А изображение будет представлять из себя массив описаний:

- отрезок (20,20-100,80);

- окружность (50,40-30);

- кривая Безье (20,20-50,30-100,50).

Каждому узлу приписывается группа параметров, в зависимости от типа примитива, которые задают его геометрию относительно узла. Например, окружность задается одним узлом и одним параметром – радиусом. Такой набор параметров, которые играют роль коэффициентов и других величин в уравнениях и аналитических соотношениях объекта данного типа, называют аналитической моделью примитива. Отрисовать примитив – значит построить его.

1.9 Представление изображений с помощью фракталов

В последнее время фракталы стали очень популярны. Большую роль в этом сыграла книга франко-американского математика Бенуа Мандельброта «Фрактальная геометрия природы», изданная в 1975 году.

Фрактал (лат. fractus – дробленный, сломанный, разбитый) – сложная геометрическая фигура, обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком. Свойство самоподобия характерно для многих природных объектов. Таким свойством обладают, например, ветки деревьев, снежинки, границы облаков и морских побережий, трещины в камнях, структуры некоторых веществ, полученных с помощью электронного микроскопа и т. д. Фрактальная геометрия позволяет описать и получить изображения таких природных объектов с помощью математических средств. В компьютерной графике фракталы могут использоваться не только для генерации изображений сложных объектов, но и для сжатия изображений.

Для классификации фракталов часто используют деление на следующие классы:

- геометрические фракталы;

- алгебраические фракталы;

- стохастические фракталы.

Существуют и другие классификации фракталов, например деление фракталов на детерминированные (алгебраические и геометрические) и недетерминированные (стохастические). К примеру, рассмотрим геометрические фракталы.

Фракталы этого класса самые наглядные. В двухмерном случае их получают с помощью некоторой ломаной (или поверхности в трехмерном случае), называемой генератором. За один шаг алгоритма каждый из отрезков, составляющих ломаную, заменяется на ломаную-генератор в соответствующем масштабе. В результате бесконечного повторения этой процедуры получается геометрический фрактал. Рассмотрим способ построения и свойства известной фрактальной кривой Коха. Для этого возьмем равносторонний треугольник, на каждой стороне которого достроим по треугольнику, сторона которого в три, а значит, площадь в девять раз меньше, чем у исходного (рис. 10). Повторим аналогичные действия с полученной кривой на втором шаге и т. д. То, что получится после бесконечного количества таких шагов, называется кривой Коха. Определим периметр данной фигуры. Очевидно, что на втором шаге периметр фигуры увеличится в $4/3$ раза. На третьем – еще в $4/3$.

Это произошло потому, что каждый отрезок заменялся ломаной, длина которой в $4/3$ раза больше. А $(4/3)^n$ при, стремящемся к бесконечности также стремится к бесконечности. В то же время, если воспользоваться геометрической прогрессией, то можно убедиться, что площадь фигуры Коха конечна (рис. 10).

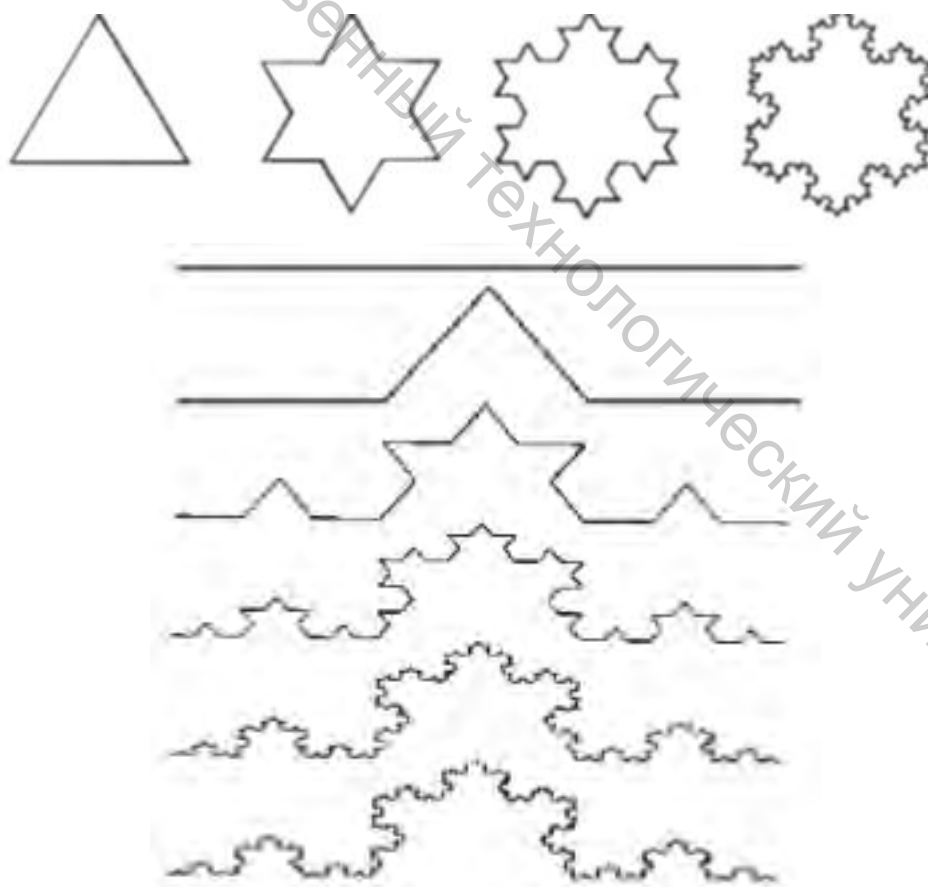


Рисунок 10 — Схема построения кривой Коха

Интересной особенностью данного построения является то, что длина его периметра зависит от длины линейки, которой он измеряется. Действительно,

каждый раз, измеряя периметр, сложная линия кривой Коха заменяется ломаной, звенья которой не превышают длину линейки. Поэтому с уменьшением длины линейки будет увеличиваться и измеренный периметр.

Кривая Коха обладает еще одной интересной особенностью. Если взять одну из ее граней и увеличить, то увидим примерно следующее (рис. 11 а). При этом мелкие детали в крупном масштабе естественно будут теряться. Увеличим один «зубец» этой кривой до размеров исходной фигуры. В результате получим примерно такое же изображение (рис. 11 б). Если повторить этот эксперимент, то опять получим примерно такое же изображение (рис. 11 в) и так далее. Такое свойство фигуры выглядеть в любом сколь угодно малом масштабе примерно одинаково называется масштабной инвариантностью, а множества, которые им обладают, называются фракталами.

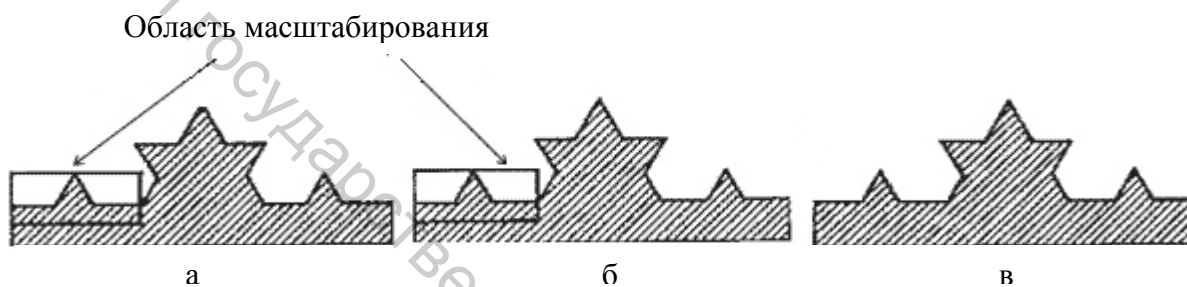


Рисунок 11:

а — исходное изображение; б — увеличенная область масштабирования в три раза; в — увеличенная область масштабирования в девять раз

Интересно также то, что кривая Коха принадлежит дробному пространству, а именно $1,26$ размерности. Дробность размерности умозрительно можно представить в виде области определения кривой. Например, для линии область определения принадлежит одномерному пространству, множество точек квадрата покрывают двумерное пространство, а область определения кривой Коха — полоса в двумерном пространстве, т. е. и не линия и не плоскость — дробная размерность.

Другим известным примером фрактала является ковер Серпинского, придуманный польским математиком в 1915 г. Построение данной фигуры выполняется следующим образом. На первом этапе берется равносторонний треугольник вместе с областью, которую он охватывает. Затем из этого треугольника удаляется центральная треугольная область. Повторяя эти действия многократно, получаем изображение ковра Серпинского (рис. 12).



Рисунок 12

Интересной особенностью данного построения является то, что площадь отброшенных частей в точности равна площади исходного треугольника. При числе шагов стремящихся к бесконечности, получается следующий сходящийся ряд:

$$\lim S = \lim \sum_{i=1}^{\infty} \left(\frac{3i-1}{4i} \right) = 1$$

Следовательно, можно утверждать, что ковер Серпинского имеет нулевую площадь. Еще одним из известных фракталов является фрактал Дракон Хартера, также известный как дракон Хартера-Хейтуэя, был впервые исследован физиками NASA — John Heighway, Bruce Banks, и William Harter. Кривая дракона принадлежит к семейству некоторых фрактальных кривых, которые могут быть получены рекурсивными методами. Дракон Хартера был описан в 1967 году Мартином Гарднером (Martin Gardner) в колонке «Математические игры» журнала Scientific American. Многие свойства фрактала были описаны Чандлером Девисом и Дональдом Кнутом.

Для его построения возьмем отрезок. Повернем его на 90 градусов вокруг одной из вершин и добавим полученный отрезок к исходному. Получим уголок из двух отрезков. Повторим описанную процедуру. Повернем уголок на 90 градусов вокруг вершины и добавим полученную ломаную к исходной (рис.13).

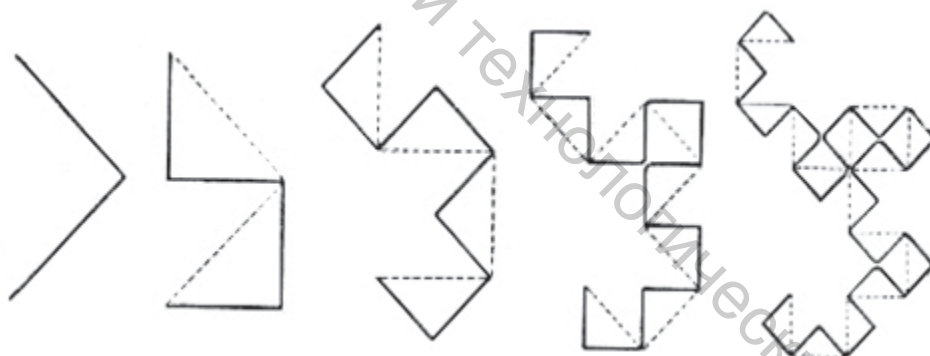
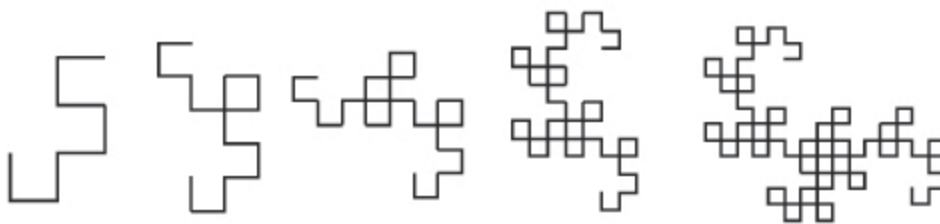


Рисунок 13

Повторяя названные действия и уменьшая ломаные, будем получать все более сложные линии, напоминающие фигуру дракона (рис. 14).



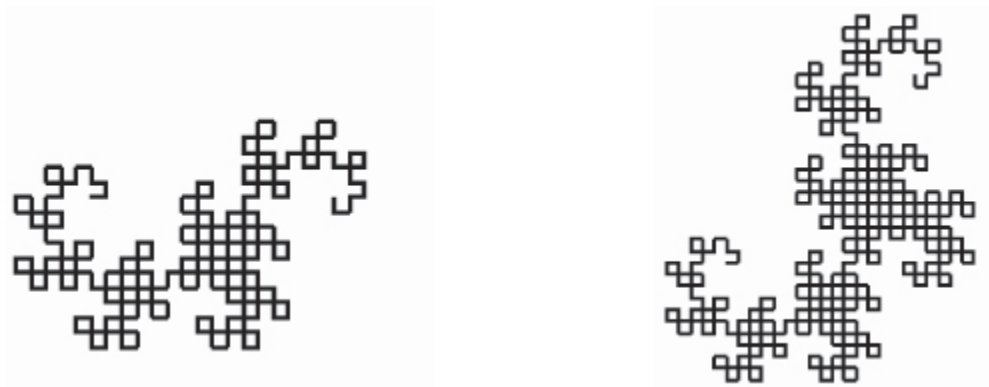


Рисунок 14 — Фрактал Дракон Хартера

Можно увидеть «повторения» в кривой дракона. Очевидно, что рисунок повторяется по той же схеме, с наклоном в 45° и коэффициентом сжатия, равном корню из двух. Таким образом, точки сгиба образуют логарифмическую спираль. Фрактальная размерность кривой.

Кривые дракона обладают еще одним интересным свойством: при совмещении нескольких из них, они не пересекаются, создавая потрясающие узоры (рис.15).

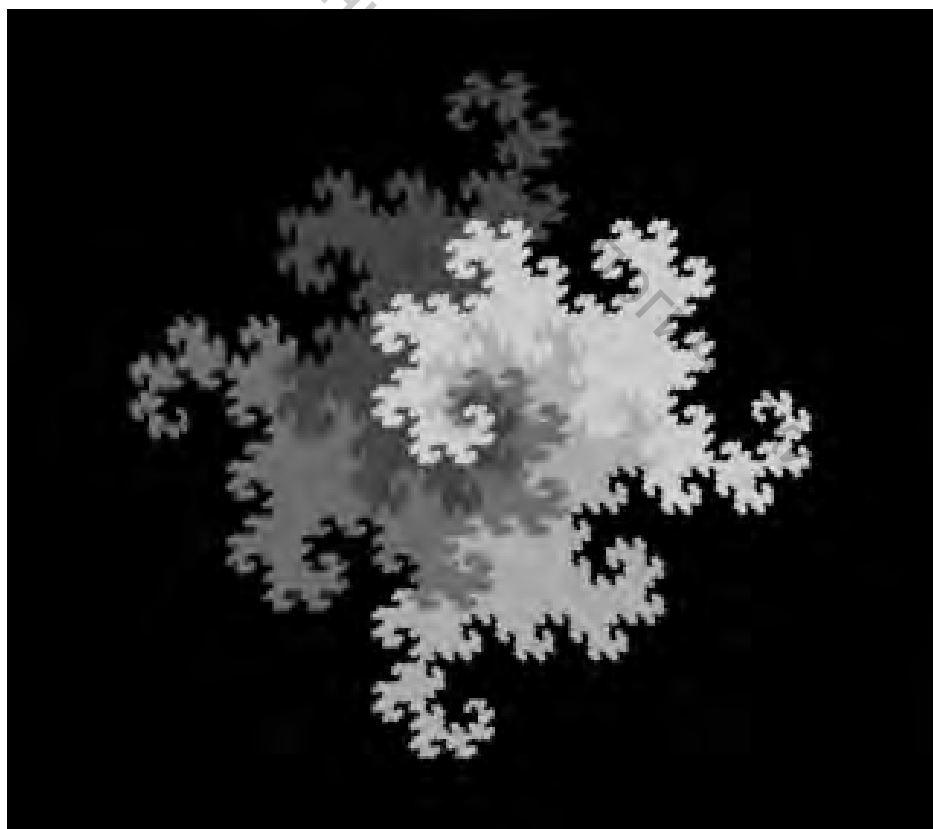


Рисунок 15

В общем случае существует большое многообразие фракталов, но все они обладают двумя свойствами: масштабная инвариантность (самоподобие) и дробность размерности.

ЛЕКЦИЯ 2

Цветовые модели и типы растровых изображений

2.1 Цветовые модели и их виды

Наука о цвете – это довольно сложная и широкомасштабная наука, поэтому в ней время от времени создаются различные цветовые модели, применяемые в той либо иной области. Одной из таких моделей и является цветовой круг.

Существует 3 первичные цвета, которые невозможно получить и которые образуют все остальные. Основные цвета – это желтый, красный и синий. При смешивании желтого с красным получается оранжевый, синего с желтым – зеленый, а красного с синим – фиолетовый. Таким образом, можно составить круг, который будет содержать все цвета. Он представлен на (рис.16) и называется большим кругом Освальда.

Наряду с кругом Освальда есть еще и круг Гете, в котором основные цвета расположены в углах равностороннего треугольника, а дополнительные – в углах перевернутого треугольника. Друг напротив друга расположены контрастные цвета (рис.17).

Для описания излучаемого и отраженного цвета используются разные математические модели – цветовые модели (цветовое пространство) – это способ описания цвета с помощью количественных характеристик. Цветовые модели могут быть аппаратно-зависимыми (их пока большинство, RGB и CMYK в их числе) и аппаратно-независимыми (модель Lab). В большинстве «современных» визуализационных пакетов (например, в Photoshop) можно преобразовывать изображение из одной цветовой модели в другую.

В цветовой модели (пространстве) каждому цвету можно поставить в соответствие строго определенную точку. В этом случае цветовая модель – это просто упрощенное геометрическое представление, основанное на системе координатных осей и принятого масштаба.



Рисунок 16

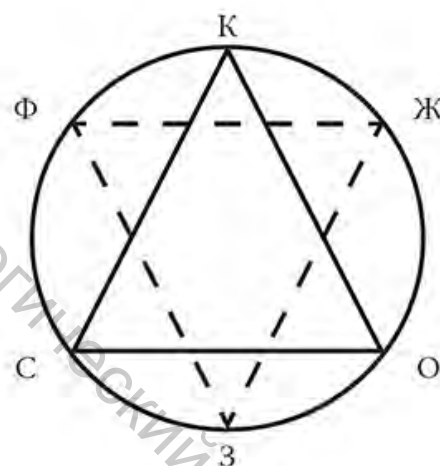


Рисунок 17

2.2 Основные цветовые модели

- RGB;
- CMY (Cyan Magenta Yellow);
- CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Key, Key означает черный цвет);
- HSB;
- Lab;
- HSV (Hue, Saturation, Value);
- HLS (Hue, Lightness, Saturation).

В цифровых технологиях используются, как минимум, четыре основных модели: RGB, CMYK, HSB в различных вариантах и Lab. В полиграфии используются также многочисленные библиотеки плашечных цветов. Цвета одной модели являются дополнительными к цветам другой модели. Дополнительный цвет – цвет, дополняющий данный до белого. Дополнительный для красного – голубой (зеленый+синий), дополнительный для зеленого – пурпурный (красный+синий), дополнительный для синего – желтый (красный+зеленый) и т. д.

По принципу действия перечисленные цветовые модели можно условно разбить на три класса:

- аддитивные (RGB), основанные на сложении цветов;
- субтрактивные (CMY, CMYK), основу которых составляет операция вычитания цветов (субтрактивный синтез);
- перцепционные (HSB, HLS, LAB, YCC), базирующиеся на восприятии. Аддитивный цвет получается на основе законов Грассмана путем соединения лучей света разных цветов. В основе этого явления лежит тот факт, что большинство цветов видимого спектра могут быть получены путем смешивания в различных пропорциях трех основных цветовых компонентов. Этими компонентами, которые в теории цвета иногда называются первичными цветами, являются красный (Red), зеленый (Green) и синий (Blue) цвета. При попарном смешивании первичных цветов образуются вторичные цвета: голубой (Cyan), пурпурный (Magenta) и желтый (Yellow). Следует отметить, что первичные и вторичные цвета относятся к базовым цветам.

Базовыми цветами называют цвета, с помощью которых можно получить практически весь спектр видимых цветов. Для получения новых цветов с помощью аддитивного синтеза можно использовать и различные комбинации из двух основных цветов, варьирование состава которых приводит к изменению результирующего цвета.

Таким образом, цветовые модели (цветовое пространство) представляют средства для концептуального и количественного описания цвета. Цветовой режим – это способ реализации определенной цветовой модели в рамках конкретной графической программы.

2.3 Закон Грассмана (законы смешивания цветов)

В большинстве цветовых моделей для описания цвета используется трехмерная система координат. Она образует цветовое пространство, в котором цвет можно представить в виде точки с тремя координатами. Для оперирования цветом в трехмерном пространстве Т. Грассман вывел три закона (1853г):

1. Цвет трехмерен – для его описания необходимы три компоненты. Любые четыре цвета находятся в линейной зависимости, хотя существует неограниченное число линейно независимых совокупностей из трех цветов.

Иными словами, для любого заданного цвета можно записать такое цветовое уравнение, выражающее линейную зависимость цветов. Первый закон можно трактовать и в более широком смысле, а именно, в смысле трехмерности цвета. Необязательно для описания цвета применять смесь других цветов, можно использовать и другие величины, но их обязательно должно быть три.

2. Если в смеси трех цветовых компонент одна меняется непрерывно, в то время, как две другие остаются постоянными, цвет смеси также изменяется непрерывно.

3. Цвет смеси зависит только от цветов смешиваемых компонент и не зависит от их спектральных составов.

Смысл третьего закона становится более понятным, если учесть, что один и тот же цвет (в том числе и цвет смешиваемых компонент) может быть получен различными способами. Например, смешиваемая компонента может быть получена, в свою очередь, смешиванием других компонент.

2.4 Цветовая модель RGB

Это одна из наиболее распространенных и часто используемых моделей. Она применяется в приборах, излучающих свет, таких, например, как мониторы, прожекторы, фильтры и другие подобные устройства, а также в устройствах ввода графической информации – сканерах, цифровых камерах.

Данная цветовая модель базируется на трех основных цветах: Red – красном, Green – зеленом и Blue – синем (рис. 18). Каждая из вышеперечисленных составляющих может варьироваться в пределах от 0 до 255, образуя различные цвета и обеспечивая, таким образом, доступ ко всем 16 миллионам (полное количество цветов, представляемых этой моделью, равно $256 \cdot 256 \cdot 256 = 16\,777\,216$).

Эта модель аддитивная. Слово аддитивная (сложение) подчеркивает, что цвет получается при сложении точек трех базовых цветов, каждая своей яркости. Эти тройки базовых точек (светящиеся точки) расположены очень близко друг к другу, так что каждая тройка сливается для нас в большую точку определенного цвета. Чем ярче цветная точка (красная, зеленая, синяя), тем большее количество этого цвета добавится к результирующей (тройной) точке.

При работе с графическим редактором Adobe PhotoShop можно выбирать цвет, полагаясь не только на тот, что мы видим, но при необходимости указывать и цифровое значение, тем самым иногда, особенно при цветокоррекции, контролируя процесс работы.

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

Данная цветовая модель считается аддитивной, то есть при увеличении яркости отдельных составляющих будет увеличиваться и яркость результирующего цвета: если смешать все три цвета с максимальной интенсивностью, то результатом будет белый цвет; напротив, при отсутствии всех цветов получается черный (рис. 18).

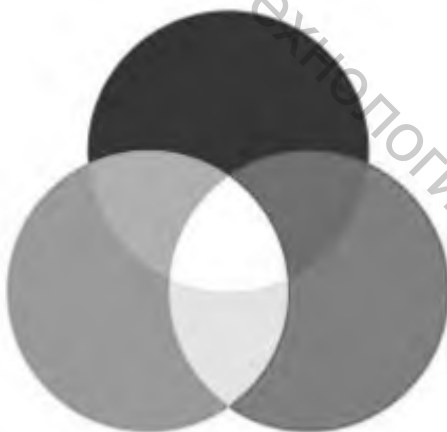


Рисунок 18 – Модель RGB

Модель является аппаратно-зависимой, так как значения базовых цветов (а также точка белого) определяются качеством примененного в мониторе люминофора. В результате на разных мониторах одно и то же изображение выглядит неодинаково.

Система координат RGB – куб с началом отсчета (0,0,0), соответствующим черному цвету. Максимальное значение RGB – (255,255,255) – соответствует белому цвету (рис. 19).

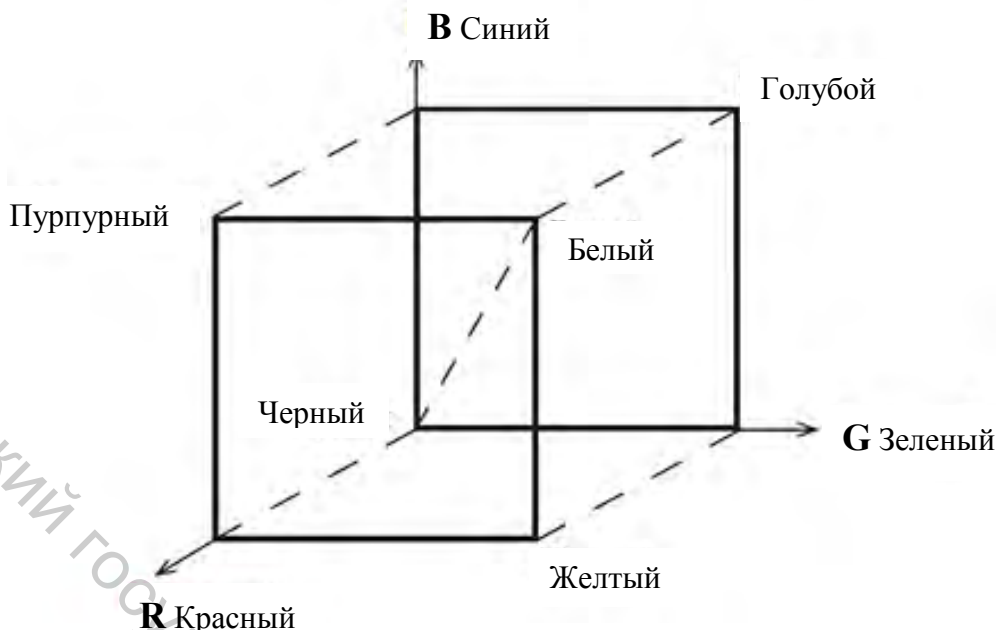


Рисунок 19 – Цветовой куб модели RGB

Несомненными достоинствами данного режима является то, что он позволяет работать со всеми 16 миллионами цветов, а недостаток состоит в том, что при выводе изображения на печать часть из этих цветов теряется, в основном самые яркие и насыщенные, также возникает проблема с синими цветами.

2.5 Цветовая модель CMYK

Модель CMYK (Cyan Magenta Yellow Key, причем Key означает черный цвет) – является дальнейшим улучшением модели CMY (рис. 20) и уже четырехканальна. Поскольку реальные типографские краски имеют примеси, их цвет не совпадает в точности с теоретически рассчитанным голубым, желтым и пурпурным.

Особенно трудно получить из этих красок черный цвет. Поэтому в модели CMYK к триаде добавляют черный цвет (рис. 21). Модель CMYK является «эмпирической», в отличие от теоретических моделей CMY и RGB. Модель является аппаратно-зависимой.

В отличие от аддитивной модели, где отсутствие цветовых составляющих образует черный цвет, в субтрактивной все наоборот: если нет отдельных компонентов, то цвет белый, если они все присутствуют, то образуется грязно-коричневый, который делается более темным при добавлении черной краски, которая используется для затемнения и других получаемых цветов.

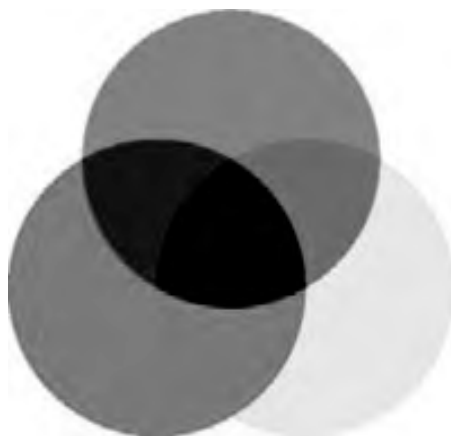


Рисунок 20 – Модель CMY

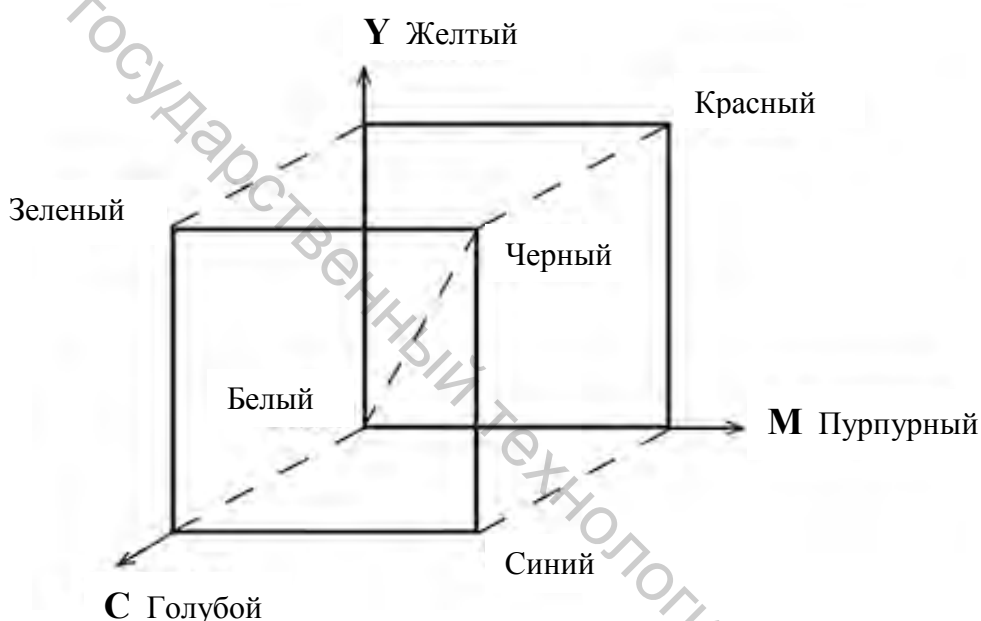


Рисунок 21 – Модель CMYK

Ясно, что цвет в CMYK зависит не только от спектральных характеристик красителей и от способа их нанесения, но и их количества, характеристик бумаги и других факторов. Фактически цифры CMYK являются лишь набором аппаратных данных для фотонаборного автомата и не определяют цвет однозначно.

Так, исторически в разных странах сложилось несколько стандартизованных процессов офсетной печати. Сегодня это американский, европейский и японский стандарты для мелованной и немелованной бумаги. Именно для этих процессов разработаны стандартизованные бумаги и краски. Для них же созданы соответствующие цветовые модели CMYK, которые используются в процессах цветоделения. Однако многие типографии, в которых работают специалисты с достаточной квалификацией, нередко создают профиль, описывающий печатный процесс конкретной печатной машины с конкретной бумагой. Этот профиль они предоставляют своим заказчикам.

Следует помнить, что если вы готовите изображение к печати, то следует все-таки работать с CMYK, потому что в противном случае то, что вы увидите на мониторе, и то, что получите на бумаге, будет отличаться настолько сильно, что вся работа будет бессмысленной.

Модель CMYK – это субтрактивная цветовая модель, которая описывает реальные красители, используемые в полиграфическом производстве.

2.6 Цветовая модель Lab

Цветовая модель Lab (рис. 22) была разработана Международной комиссией по освещению (CIE) с целью преодоления существенных недостатков вышеизложенных моделей, в частности, она призвана стать аппаратно-независимой моделью и определять цвета без оглядки на особенности устройства (сканера, монитора, принтера, печатного станка и т. д.).

Такую модель предпочитают в основном профессионалы, так как она совмещает достоинства как CMYK, так и RGB, а именно обеспечивает доступ ко всем цветам, работая с достаточно большой скоростью.

На вопрос, почему же такой моделью пользуются в основном профессионалы, можно ответить лишь то, что она отличается несколько необычным и непривычным построением, и понять принцип ее действия порой несколько сложнее описанных ранее.

Построение цветов здесь, так же как и в RGB, базируется на слиянии трех каналов. На этом, правда, все сходство заканчивается.

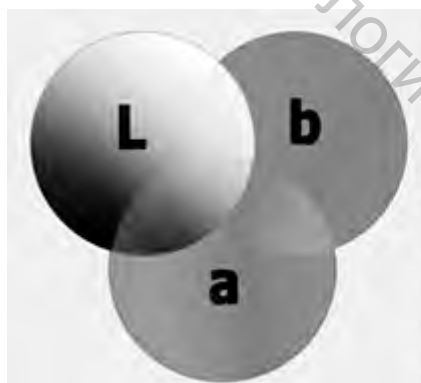


Рисунок 22 – Цветовая модель Lab

Название она получила от своих базовых компонентов L, a и b. Компонент L несет информацию о яркостях изображения, а компоненты a и b – о его цветах (т. е. a и b – хроматические компоненты). Компонент a изменяется от зеленого до красного, а b – от синего до желтого. Яркость в этой модели отделена от цвета, что удобно для регулирования контраста, резкости и т. д. Однако, бу-

дучи абстрактной и сильно математизированной, эта модель остается пока что неудобной для практической работы.

Lab нашел широкое применение в программном обеспечении для обработки изображений в качестве промежуточного цветового пространства, через которое происходит конвертирование данных между другими цветовыми пространствами. Благодаря характеру определения цвета в Lab возможно отдельно воздействовать на яркость, контраст изображения и на его цвет. Это позволяет ускорить обработку изображений, например, при допечатной подготовке. Lab предоставляет возможность избирательного воздействия на отдельные цвета в изображении, усиления цветового контраста, также очень важными являются возможности, которые Lab предоставляет для борьбы с шумом на цифровых фотографиях.

Поскольку все цветовые модели являются математическими, они легко конвертируются одна в другую по простым формулам. Такие конверторы встроены во все «приличные» графические программы.

2.7 Перцепционные цветовые модели

Для дизайнеров, художников и фотографов основным инструментом индикации и воспроизведения цвета служит глаз. Этот естественный «инструмент» обладает цветовым охватом, намного превышающим возможности любого технического устройства, будь то сканер, принтер или фото экспонирующее устройство вывода на пленку.

Как было показано ранее, используемые для описания технических устройств цветовые системы RGB и CMYK являются аппаратно-зависимыми. Это значит, что воспроизводимый или создаваемый с помощью них цвет определяется не только составляющими модели, но и зависит от характеристик устройства вывода.

Для устранения аппаратной зависимости был разработан ряд так называемых перцепционных (иначе – интуитивных) цветовых моделей. В их основу заложено раздельное определение яркости и цветности. Такой подход обеспечивает ряд преимуществ:

- позволяет обращаться с цветом на интуитивно понятном уровне;
- значительно упрощает проблему согласования цветов, поскольку после установки значения яркости можно заняться настройкой цвета.

Прототипом всех цветовых моделей, использующих концепцию разделения яркости и цветности, является HSV-модель. К другим подобным системам относятся HSI, HSB, HSL и YUV. Общим для них является то, что цвет задается не в виде смеси трех основных цветов – красного, синего и зеленого, а определяется путем указания двух компонентов: цветности (цветового тона и насыщенности) и яркости.

2.8 Цветовая модель HSB

Здесь заглавные буквы не соответствуют никаким цветам, а символизируют тон (цвет), насыщенность и яркость (Hue Saturation Brightness). Предложена в 1978 году (рис. 23).

Все цвета располагаются по кругу, и каждому соответствует свой градус, то есть всего насчитывается 360 вариантов – H определяет частоту света и принимает значение от 0 до 360 градусов (красный – 0, желтый – 60, зеленый – 120 градусов и так далее), т. е. любой цвет в ней определяется своим цветом (тоном), насыщенностью (то

есть добавлением к нему белой краски) и яркостью. Насыщенность (Saturation) – это параметр цвета, определяющий его чистоту. Отсутствие серых примесей (чистота кривой) соответствует данному параметру. Уменьшение насыщенности цвета означает его разбеливание. Цвет с уменьшением насыщенности становится пастельным, блеклым, размытым. На модели все одинаково насыщенные цвета располагаются на концентрических окружностях, т. е. можно говорить об одинаковой насыщенности, например, зеленого и пурпурного цветов, и чем ближе к центру круга, тем все более разбеленные цвета получаются. В самом центре любой цвет максимально разбеливается, проще говоря, становится белым цветом. Работу с насыщенностью можно характеризовать как добавление в спектральный цвет определенного процента белой краски. Чем больше в цвете содержание белого, тем ниже значение насыщенности, тем более блеклым он становится. Яркость (Brightness) – это параметр цвета, определяющий освещенность или затемненность цвета. Амплитуда (высота) световой волны соответствует этому параметру. Уменьшение яркости цвета означает его зачернение. Работу с яркостью можно характеризовать как добавление в спектральный цвет определенного процента черной краски. Чем больше в цвете содержание черного, тем ниже яркость, тем более темным становится цвет.

Модель HSB – это пользовательская цветовая модель, которая позволяет выбирать цвет традиционным способом. Она намного беднее рассмотренной ранее RGB, так как позволяет работать всего лишь с 3 миллионами цветов.

Эта модель аппаратно-зависимая и не соответствует восприятию человеческого глаза, так как глаз воспринимает спектральные цвета как цвета с разной яркостью (синий кажется более темным, чем красный), а в модели HSB им всем приписывается яркость 100 %.

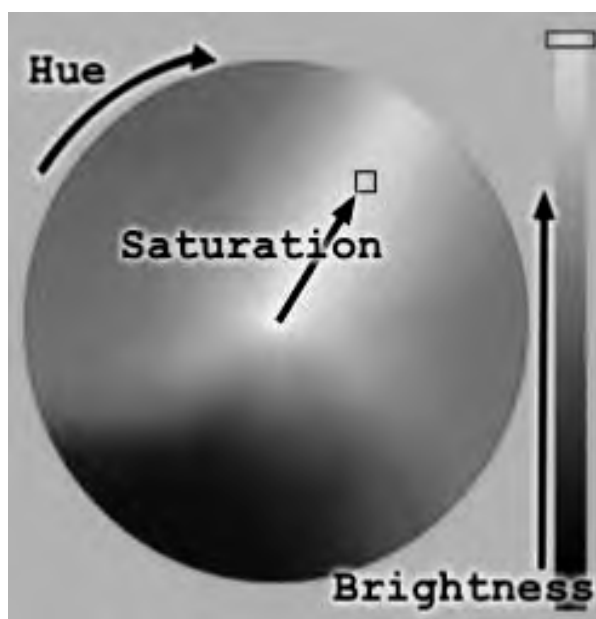


Рисунок 23 – Цветовая модель HSB

2.9 Глубина цвета

В цифровой фотографии количество цветов, которые могут быть сохранены в изображении, – это мера битовой глубины цвета. Глубина цвета – количество бит, приходящихся на один пиксель (bpp). Определяет количество бит, или разрядов, с помощью которых составляются коды потенциальных значений тона или цвета.

Количество цветов, характерное для различной глубины цвета (битовой глубины).

4-х битное изображение, 8-битное изображение, 24-битное изображение (рис. 24).

Изображение в цветовом режиме Grayscale (полутонный) имеет глубину 8 бит для единственного черного цвета, что обеспечивает 256 оттенков серого цвета при переходе от белого к черному. Однако типичная цветная цифровая фотография имеет три основных цвета: красный, зеленый и синий (RGB). И большинство цифровых фотографий (после их сохранения и переноса в компьютер) имеет глубину 8 бит для цвета (различных тонов и оттенков), связанного с каждым из трех каналов (именно по этому принципу и создается 24-битовое изображение: 3 основных цветовых канала, каждый по 8 бит). Чтобы вычислить количество цветов, доступное в полноцветном изображении в режиме RGB, нужно перемножить число цветов каждого основного канала. Для 24-битового изображения в режиме RGB это будет $256 \times 256 \times 256$, примерно 16,7 миллионов доступных цветов. Человеческий глаз способен различать 12 – 14 миллионов цветов, поэтому глубина цвета 24 бит считается минимальной для создания фотореалистичных изображений (с полутонами (continuous tone), так что глаз не видит резких границ при переходе от одного цвета к другому). Конечно, способность вашего фотоаппарата зафиксировать миллионы цветов еще не означает, что вы их действительно получите. На типичной фотографии обычно присутствует около 5000 различных цветов, но существуют специальные палитры и функции, которые способны довести число цветов до миллиона или даже биллиона.

Однако битовая глубина определяет не только количество цветов, но и постепенность переходов между ними, однородность и гладкость оттенков при переходах одного цвета в другой, что напрямую зависит от числа цветов.

Битовая глубина	Количество цветов
1	2
8	256
10	1024

12	4096
14	16384
16	65536



Рисунок 24 – 4 – битное изображение, 8-битное изображение, 24-битное изображение

Представьте себе фотопортрет. На лице должно присутствовать множество различных цветов и оттенков, чтобы сложная текстура человеческой кожи была передана верно. Иначе вы получите неестественное, ступенчатое изображение, испещренное графическими погрешностями.

В памяти цифровой камеры (особенно это касается дорогих профессиональных моделей) изображение может сохраняться при глубине цвета фактически 16 бит, которые можно перевести в 48 бит (биллионы различных цветов) для изображения в цветовой модели RGB. Вообще говоря, вы не можете воспользоваться напрямую всей этой цветовой информацией (распечатать такое изображение или отобразить его на дисплее), но Photoshop и другие профессиональные программы редактирования изображений способны открывать и обрабатывать такие большие файлы.

2.10 Черно-белый и полутоновый режим

Черно-белый режим. Это обычный черно-белый режим, который полностью лишен цвета, в нем есть только белый, черный и градации серого. Ничего особенно нового сказать о данной цветовой модели невозможно, так как она со-

стоит из одного канала, который полностью соответствует изображению и выглядит как обычная черно-белая фотография.

Художники и разработчики программного обеспечения иногда называют этот режим монохромной графикой, растровой графикой, или графикой с однобитовым разрешением. Для отображения черно-белого изображения используются только два типа ячеек: черные и белые.

Поэтому для запоминания каждого пиксела требуется только 1 бит памяти компьютера.

Областям исходного изображения, имеющим промежуточные оттенки, назначаются черные или белые пикселы, поскольку других оттенков для этой модели не предусмотрено.

Этот режим можно использовать для работы с черно-белыми изображениями, полученными сканированием черно-белых чертежей и гравюр, а также иногда при выводе цветных изображений на черно-белую печать.

Полутонный режим. Такой способ реализации изображения базируется на специфике восприятия изображения человеческим глазом, для которого область изображения, заполненная крупными точками, ассоциируется с более темными тонами и, наоборот, область, заполненная точками меньшего размера, воспринимается как более светлая. Режим Halftone поддерживается большинством принтеров. Полутонные изображения представляют собой однобитовые изображения с непрерывным тоном, которые реализуются с помощью конгломерата точек разного размера и формы.

2.11 Плашечные цвета

В некоторых типах полиграфической продукции используются всего два-три цвета, которые печатаются смесовыми красками, которые называются плашечными цветами (spot colors). В частности, к такой продукции относятся бланки, визитки, приглашения, прайс-листы и прочая акцидентная продукция. Каждый плашечный цвет репродуцируется с помощью отдельной печатной формы (плашки).

Для осуществления печати такой продукции дизайнер должен представить в типографию отдельные полосы оригинал-макетов с плашками на каждый смесовый цвет и крестами привошки и приложить образцы цвета «выкраски» для каждой полосы. Для того чтобы унифицировать использование таких цветов, создают цветовые библиотеки. В частности, известная фирма Pantone, которая является владельцем и разработчиком одноименной библиотеки, начиналась с того, что химик Лоуренс Герберт создал совокупность различных цветов, составляемых из восьми красок, и напечатал альбом этих цветов, каждый из которых имел свой номер. С тех пор эта идея получила самое широкое развитие, цветовые библиотеки используются в самых разных областях и в первую очередь в компьютерной графике и полиграфии. Цветовой набор Process Color System Guide охватывает более 3000 цветов, получаемых при полиграфической

печати, с рецептами процентного соотношения – 16 базовых цветов для цветовой модели СМУК.

Плашечные цвета могут потребоваться по разным причинам:

- экономия: если в печатаемом документе меньше четырёх цветов, может оказаться дешевле использовать уже смешанные краски, чем смешивать их во время печати, поскольку в первом случае потребуется меньше печатных проходов. Этот подход часто используется при печати газет, где рекламодатели могут использовать, к примеру, только чёрный и красный цвета. Другой типичный пример – визитки (но если брать шире – вся трафаретная печать и тампопечать);

- качество: не всегда возможно получить полное совпадение задуманного цвета, используя растровую полноцветную печать, особенно если они печатаются на разных материалах или разных принтерах. Классика жанра — красный цвет компании Coca-Cola (немало полиграфистов «погорело», пытаясь по неведению подобрать этот цвет, используя только полноцветную печать);

- плашечные цвета позволяют печатать специальные цвета, которые нельзя получить смешиванием обычных чернил СМУК. Самый типичный пример цвета вне охвата (перенасыщенные синие и оранжевые) и «металлики» (золото, серебро, медь и т. д.), флуоресцентные краски и т. п.

ЛЕКЦИЯ 3

Растрирование и цветоделение

Процессы типографской печати требуют наличия в макете иллюстраций, обработанных специальным образом. Полутоновые одноцветные иллюстрации должны быть подвергнуты растрированию, а цветные еще и цветоделению. Для типографии макет должен быть представлен на прозрачной пленке в натуральную величину. Вывод документа на пленку осуществляется с помощью фотонаборных автоматов. В самом грубом приближении они похожи на лазерные принтеры, только лазер засвечивает не светочувствительный барабан, а фотопленку. Все фотонаборные автоматы «понимают» язык PostScript и имеют в несколько раз более высокое разрешение печати, чем самые хорошие принтеры (в среднем 3600 dpi). Фотонаборные автоматы – весьма дорогостоящие и сложные устройства, покупку которых может позволить себе далеко не каждое издательство. Для вывода оригинал-макетов, как правило, обращаются к услугам сервис-бюро, специализирующихся на допечатной подготовке.

Хотя процедура вывода на фотонаборный автомат абсолютно аналогична выводу на PostScript-принтер, последующий типографский процесс предъявляет к нему некоторые специфические требования.

Цветные документы представляют более сложный случай растрирования. Оригинал-макеты для них должны быть представлены в виде нескольких пленок: по одной для каждой наносимой краски. Разделение цветного

изображения на отдельные краски (компоненты) называется **цветоделением**. Простейшим случаем является использование **плашечных** цветов, каждый из которых выводится на отдельную пленку. Концепция полутонового растра позволяет пользоваться оттенками при работе с плашечными цветами. При определении оттенка фактически задаются параметры растривания, при котором интенсивность цвета уменьшается пропорционально размерам точек полутонового растра. Математически процентный параметр оттенка соответствует размеру соответствующих ему точек растра.

Общим случаем является цветоделение полноцветных документов. При этом для представления всех цветов используются четыре краски модели СМΥК, называемые также **триадными**. Следовательно, полноцветные документы выводятся с помощью фотонаборного автомата на четыре пленки, соответствующие базовым цветам этой модели. Каждый из них растрируется отдельно с различными углами наклона растровой сетки.

При горизонтальном или вертикальном расположении линий растра подчеркивается линейная структура последнего, и визуально растр более заметен. Традиционно угол наклона при печати монохромных документов и печати плашечными цветами составляет 45° – это значение обеспечивает наилучшую маскировку линейной структуры растра и проверено временем.

Наличие соответствующего элемента управления прямо-таки провоцирует изменить наклон растра и посмотреть, что получится. Да, действительно, наклон растра можно изменить, но делать этого не следует практически никогда. Углы наклона, установленные по умолчанию, определены путем многолетних практических экспериментов с цветной печатью и монохромной печатью полутоновых изображений. Кроме того, оптимальный угол наклона растра указан в файле описания выбранного вами принтера (PPD). Если у вас нет веских оснований для изменения наклона растра (и в типографии не возражают), не меняйте принятые по умолчанию значения. Если вы работаете с цветным документом, скорее всего, вывод окончательного оригинал-макета, деленных полос и фотоформ будет выполняться не вами, а в сервисном бюро. Изменив принятые по умолчанию углы наклона, вы готовите его сотрудникам хорошо замаскированную западню. Если же им удастся ее избежать, то в нее почти наверняка попадут в типографии.

С разными углами наклона растра приходится иметь дело почти исключительно при печати триадными цветами. Нанести триадные краски на лист без изменения угла наклона растра просто невозможно – в противном случае цветные точки, соответствующие базовым цветам, будут просто печататься поверх друг друга.

Углы наклона растров для базовых цветов должны быть подобраны так, чтобы были видны все точки, – без этого цвета не смогут смешаться в глазу читателя, образуя нужный цвет. И тогда не обойтись без частичного перекрывания точек друг другом, но, поскольку триадные краски полупро-

зрачны, в этом нет большой беды. Тем не менее, принятые по умолчанию углы наклона растров, соответствующих базовым триадным цветам, подобраны на основе многолетнего опыта, и для их изменения нужны очень весомые причины. Углы наклона растров должны быть подобраны так, чтобы точки базовых цветов группировались в виде розеток (рис. 25). Каждую такую розетку можно рассматривать как некую метаточку цветного растра, образующую цвет в данной точке изображения.

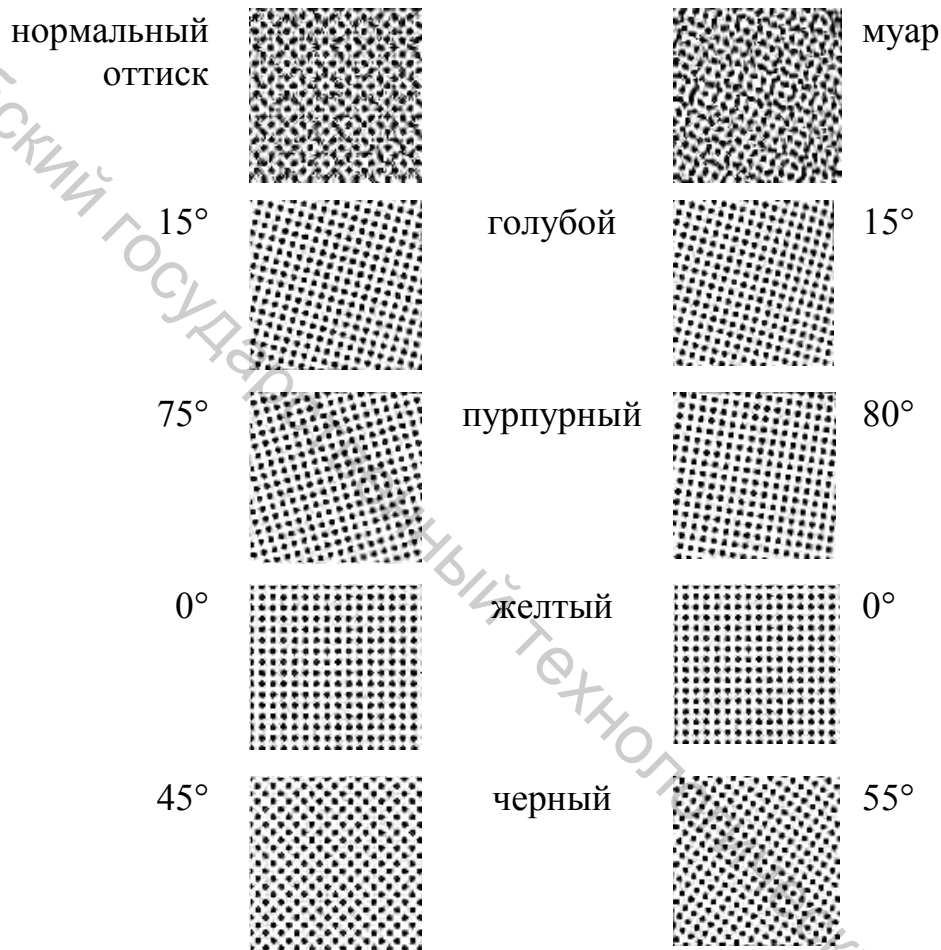


Рисунок 25 — Углы наклона растра базовых цветов при печати триадными красками и схема возникновения муара

Правое верхнее изображение иллюстрирует еще одну причину, по которой углам наклона растров базовых цветов при печати триадными цветами приходится уделять столь существенное внимание. Если эти углы не согласованы, на изображении появляется муар — грязноватые волны. Муар — часто встречающийся брак в цветовоспроизведении.

3.1 Зачем нужно растрирование

Способы передачи полутонов в аналоговых (фотография) и цифровых (принтеры, типографские машины) процессах принципиально различаются.

Хотя в обоих случаях изображение все равно состоит из очень маленьких элементов, разница заключается как в самих элементах, так и в их расположении. Черно-белое фотографическое изображение строится из точек, состоящих из разного количества молекулярного серебра в слое эмульсии, расположенных в случайном порядке. Эти точки могут иметь различную оптическую плотность, т. е. каждая точка имеет свой оттенок серого. В цифровых методах печати применение отдельных красок для передачи каждого оттенка серого невозможно. Представьте, сколько труда заняли бы настройка приводки и печать двухсот с лишним красок, и какой вид имела бы бумага уже после первых десяти! На практике для такой печати используется всего одна краска – черная. Полутона при этом передаются за счет растра. Если посмотреть на отпечатанное в типографии или на лазерном принтере изображение, то нетрудно заметить, что оно состоит из множества мелких точек (рис. 26), которые называются **растровыми точками**. Наиболее часто точки располагаются регулярно, на одинаковом расстоянии друг от друга, формируя линейный растр, или растровую сетку. В последнее время все большую популярность приобретает особый способ растрирования (частотно-модулированный), использующий нерегулярное расположение растровых точек. Формируемый ими растр называется нерегулярным, или стохастическим.



Рисунок 26 – Растрированное изображение

В отличие от фотографии, растровая точка не может иметь какой-либо оттенок – она может быть только черной. Для передачи оттенков в процессе растрирования формируются растровые точки разных размеров. Между более «жирными» точками, напечатанными в соседних ячейках растровой сетки, остается мало белого пространства. Это создает иллюзию темного оттенка цвета такой области.

Наоборот, небольшие точки, напечатанные с тем же интервалом, оставляют большую часть бумаги в пространстве между ними белой. Это создает ощущение светлого оттенка (рис. 27).

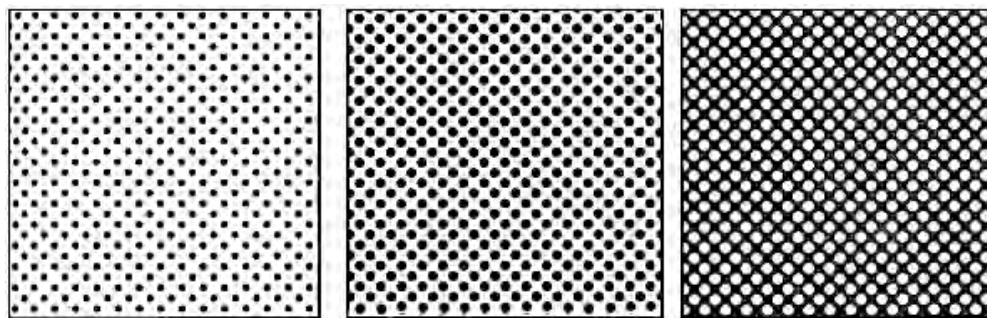


Рисунок 27 – Имитация темных и светлых оттенков серого с помощью растра

Таким образом, воспроизведение полутонов серого типографским способом, дающим возможность печатать фотографии, целиком и полностью построено на оптическом обмане. Глаз воспринимает градации серого на изображении, при печати которого использовалась только черная краска, но не сплошной заливкой, а в виде отдельных точек.

3.2 Линейные растры

С линейными растрами вы неоднократно сталкивались как при подготовке иллюстраций, так и в повседневной жизни. Растривание применяется практически всеми цифровыми устройствами вывода от мониторов до принтеров. Суть растривания заключается в разбиении изображения на маленькие ячейки так называемой растровой сеткой. При этом каждая ячейка имеет сплошную заливку. Растровая сетка монитора разбивает изображение на пиксели, представляющие собой группу точек люминофора. Лазерный принтер или фотонаборный автомат разбивают изображение на черные точки разного размера. Цветные принтеры и офсетные машины оперируют несколькими монохромными растрами одновременно. Параметры растривания имеют решающее значение при выводе на данные устройства, поскольку они тесно связаны с их аппаратными возможностями. Именно они определяют допустимые параметры растривания и накладывают свои специфические ограничения.

3.3 Стохастические растры

Современные технологии растривания практически полностью исключили опасность проявления муара при печати триадными красками, но создали и новые проблемы. Для печати стали совместно применяться триадные и смесовые краски, развивается шестикрасочная печать красками Hexachrome. При та-

ком большом количестве красок различие между углами наклона растров теперь столь мало, что возникновение муара становится более вероятным. Тем не менее, постоянно идет поиск новых решений, улучшающих структуру растра и передачу полутонов. Наиболее радикальный способ борьбы с муаром и видимой структурой растра принадлежит алгоритмам **стохастического растрирования**. Идея такого растрирования состоит в том, чтобы отказаться от линейности растра, сделав расположение точек случайным (рис. 28).

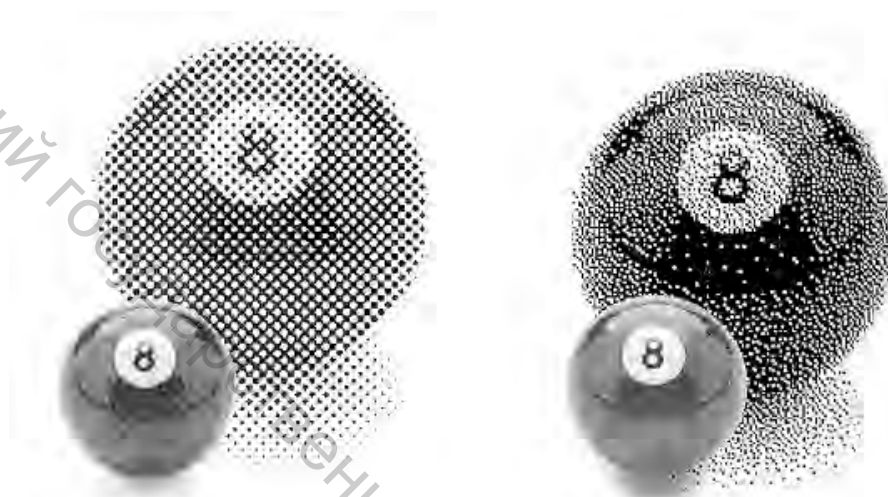


Рисунок 28 – Линейный и стохастический растр

Алгоритмы растрирования построены на том же математическом аппарате, что и передача радиосигналов. В этих терминах линейные и стохастические растры отличаются способом модуляции. У линейных растров плотность определяется размером точек, что характерно для амплитудной модуляции. Стохастические растры передают полутона полностью размещением точек, т. е. модулированы частотно. Поэтому линейные растры часто называют АМ-растрами (АМ-амплитудная модуляция), а стохастические – ЧМ-растрами (ЧМ частотная модуляция).

ЧМ-растрирование позволяет применять сколько угодно красок, не боясь появления муара. Точки расположены случайно, и такая регулярная структура, как муар, просто не может возникнуть. ЧМ-растры оперируют не растровыми точками, а точками принтера, которые гораздо мельче. Поэтому на отпечатках точки менее заметны, а мелкие детали изображений оказываются проработанными гораздо лучше.

Технология ЧМ-растрирования еще достаточно молода и популярна только в кругу своих приверженцев, накопивших некоторый опыт работы с ней. Дело в том, что наряду с очевидными преимуществами она несет в себе ряд серьезных проблем. Главная из них связана растискиванием точек. Для мелких точек стохастического растра оно плохо предсказуемо и очень сильно зависит от типа

бумаги и режимов печати. Маленький размер точек предъявляет высокие требования также к процессам печати и получения фотоформ. Оптимальной для этого представляется технология прямого экспонирования – Computer To Plate (СТР), снижающая искажения, связанные с фотонабором и экспонированием с пленок. Не слишком хорошо выглядит ЧМ-растр на светлых участках изображений, где структура растра становится хорошо заметна.

3.4 Параметры растра

Изображение в лазерных принтерах и фотонаборных автоматах создается лазерным лучом. Луч не может иметь переменный размер для создания растровых точек изменяющегося размера. Поэтому процесс растрирования заключается в объединении «реальных» точек, создаваемых лазерным лучом, в группы, образующие растровые точки. Растр представляет совокупность квадратных ячеек, на которые разбито изображение. Каждая ячейка отводится для одной растровой точки. Растровая точка состоит из группы «реальных» точек одинакового размера, создаваемых устройством вывода. Чем большая часть такой ячейки заполнена точками принтера, тем больший размер имеет формируемая ими растровая точка и более темный оттенок серого она передает. Например, для того, что бы добиться заливки участка изображения 50%-ным серым, программа растрирования (растеризатор) заполнит этот участок растровыми точками, каждая из которых будет собой представлять наполовину заполненную ячейку растра. При необходимости передать 25%-ный серый ячейки растра будут заполнены черным только на четверть (рис. 29).

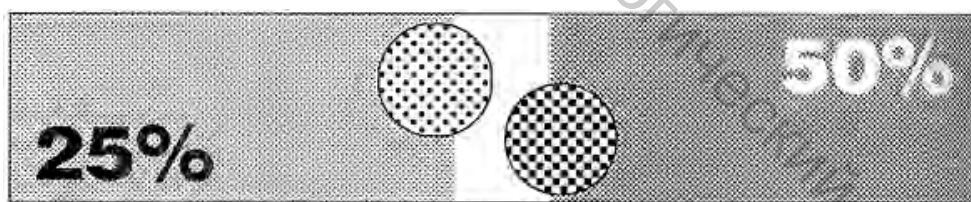


Рисунок 29 – 25 и 50-процентные растры под увеличением

Точки принтера в ячейке растра могут занимать различные положения. От этого будет зависеть форма растровой точки. В полиграфии применяются различные формы растровых точек, но наиболее традиционная и широко распространенная – круглая. Для того чтобы приблизить форму растровой точки к кругу, при заполнении ячейки растра растеризатор пытается наносить «реальные» точки как можно ближе к центру ячейки. Форму растровой точки можно установить на фотонаборном автомате. Примеры форм растровых точек приведены на рисунке 30.

Какое же устройство выполняет функции растеризатора? В подавляющем большинстве случаев задача растеризации возлагается на само

устройство вывода: принтер или фотонаборный автомат. Растеризатор «встроен» в интерпретатор языка описания страниц, используемый принтером. Наиболее совершенным растеризатором, применяемым во всех высококачественных устройствах вывода, является интерпретатор PostScript.

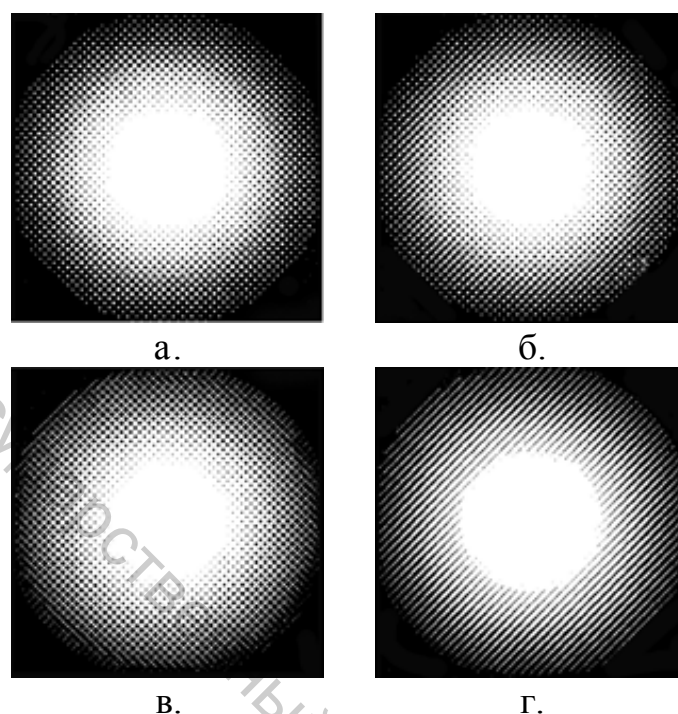


Рисунок 30 — Различные формы растровых точек: круглая (а); эллиптическая (б); квадратная (в); линейная (г)

Второй популярный язык описания страниц, созданный фирмой Hewlett Packard для своих лазерных принтеров, — PCL (Printer Control Language) — не позволяет управлять параметрами растривания с требуемой для полиграфии точностью. Заметьте, что цифра, указываемая в паспорте принтера как разрешение (например, 600 *dpi*), представляет собой количество «реальных» точек, которое может напечатать принтер на единичном отрезке длиной 1 см, или 1 дюйм. Количество растровых точек, приходящихся на единицу длины (т. е. шаг сетки растра), также имеет свою единицу измерения, называемую **линиатурой**. Линиатура измеряется в так называемых линиях на дюйм (lines per inch, *lpi*) или линиях на сантиметр (lines per centimeter, *lpc*). Поскольку для формирования растровой точки требуется несколько реальных точек, линиатура растрового изображения всегда оказывается ниже разрешения принтера.

Линиатура растра для печати полутоновых изображений может быть задана произвольно. Ограничено при этом только ее верхнее значение. Разумеется, им является разрешение принтера. О том, какое значение линиатуры нужно устанавливать, мы и поговорим в следующем разделе.

3.5 Размеры растровой точки

Технология печати налагает ограничение на минимальную и максимальную плотность растра. Слишком светлые точки оказываются не пропечатанными, а самые темные сливаются в сплошную заливку (растискивание). Результатом этого оказывается потеря деталей в тенях и белые или цветные пятна на светлых участках изображений.

Единственный способ избежать подобных неприятностей – это полностью отказаться от крайних участков тонового диапазона. Минимальная и максимальная плотность растра зависит от типа бумаги. Ориентировочные величины приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип бумаги	Минимум %	Максимум %
Мелованная	3	97
Немелованная	10	90
Газетная	12	88

При подготовке изображений сужайте их тоновый диапазон до приведенных выше величин. Подходите к этому правилу разумно. Если, например, в самых светлых участках изображения и не должно быть деталей (световые блики, искры и т. п.), то в ограничении светов нет смысла. Напротив, появление растра на таких участках изображения сделает его «вялым».

3.6 Зачем нужно цветоделение

При печати цветных документов возникает технологическая проблема, сходная с той, которую ставила передача полутонов. Растрирование позволило избежать печати каждого оттенка цвета отдельной краской, но как же быть с печатью самих цветов? Количество цветов, имеющих в любой фотографии, столь велико, что о применении отдельных красок не может идти и речи. Решение проблемы состоит в **цветоделении**. Под цветоделением понимают представление цветов изображения сочетанием **базовых цветов**, взятых в разных пропорциях. Такой путь выбрала и сама природа, создавая органы зрения животных, точнее тех немногих из них, которые обладают цветовым зрением. Фоторецепторы сетчатки воспринимают всего три базовых компонента цвета, а мозг объединяет их в полноцветное изображение. По этой причине для передачи любого цвета достаточно всего **трех** базовых компонентов. Именно на основе трех базовых компонентов построены все теоретические цветовые модели, с которыми вы уже знакомы. По существу описание цвета в любой из них экви-

валентно цветоделению. Наиболее широкое технологическое применение нашли модели RGB и CMYK. Модель RGB применяется в сканерах, цифровых камерах, мониторах, а CMYK – в процессах печати. Такое «разделение обязанностей» обусловлено различием принципов передачи цветов. Как аддитивная цветовая модель, RGB представляет излучаемые цвета: излучение люминофора, лампы сканера, реальных объектов. Краски описываются субтрактивной моделью CMYK. Именно представление цветов в модели CMYK обычно и называют **цветоделением**. Оно дает возможность вместо отдельной краски для каждого цвета использовать всего четыре, соответствующие базовым цветам CMYK: голубой, пурпурной, желтой и черной.

Результатом цветоделения являются четыре растрованные полутоновые формы, в которых плотность растра соответствует содержанию базовых (или **триадных**) красок (рис. 31).



а



б



в



г



д

Рисунок 31
Композитное
изображение (а)
и цветоделенные формы:
б) голубая
в) пурпурная
г) желтая
д) черная

На устройстве печати цветоделенные формы переносятся на бумагу, каждая – краской своего цвета. Таким образом, цветные устройства печати имеют дело не с одним, а с четырьмя полутоновыми растрами, которые выводятся отдельными красками.

3.7 Цветоделение

Выше мы уже обсудили необходимость цветоделения для печати полноцветных документов. Где же происходит цветоделение? Ответ зависит от вы-

бранной технологической цепочки. Она может быть организована двумя способами. Первый предполагает выполнение цветоделения самой программой обработки изображений или иллюстрирования. Второй способ передает решение этой задачи растровому процессору устройства печати, например фотонаборному автомату.

Говоря о цветоделении, сразу разделим получение форм и собственно цветоделение. Графические программы, такие как PageMaker, CorelDraw, QuarkX-Press действительно выполняет цветоделение при печати, но это справедливо только для объектов и импортированных изображений, находящихся в модели RGB. Объекты, находящиеся в модели CMYK, уже были подвергнуты цветоделению, ведь, как вы помните, цветоделение и заключается в представлении цветов изображения в модели CMYK. Как только объект или импортированное изображение оказываются в этой модели - происходит цветоделение.

Мы рекомендуем выполнять цветоделение объектов еще в процессе их создания. Это позволит избежать недоразумений (одни объекты цветоделенные, а другие нет) и даст дополнительные возможности при редактировании. Единственное, что совершенно необходимо при таком стиле работы – это предварительное твердое знание условий печати. Как вы увидите в дальнейшем, параметры цветоделения напрямую от них зависят.

Если говорить о векторных объектах, то цветоделение можно выполнить сразу при создании таких объектов. Задав цвета заливок и обводок в модели CMYK, вы тем самым выполните их цветоделение. При печати плотность объектов на формах будет в точности соответствовать заданным величинам компонентов. То же относится и к изображениям. Изображения, уже находящиеся в модели CMYK, не подвергаются цветоделению повторно: при печати на формах окажутся их каналы CMYK.

3.8 Линиатура (lpi)

Когда речь идет о печатающем устройстве, число линий на дюйм (линиатура) и число точек на дюйм не связаны между собой, поскольку размер точки линейного растра может колебаться, в то время как точка лазерного принтера имеет фиксированный размер. (В принтерах нового поколения используются такие технологии, как Resolution Enhancement Tech-Inology компании Hewlett-Packard или Fine Print и PhotoGrade компании Apple Computer. Поэтому точки линейного растра в этих печатных устройствах могут иметь разные размеры, следовательно, в скором времени различия могут исчезнуть.) Параметр lpi, по сути дела, обуславливает размеры сетки, через которую проектируется изображение, а не размеры точек, из которых состоит изображение. Параметр dpi задает количество точек краски на один дюйм при печати на лазерном принтере. Обычно эти точки имеют одинаковый размер. Следовательно, изображение при 100 lpi с точками переменного размера будет выглядеть более мелкозернистым, чем изображение при 100 dpi. В зависимости от размеров точ-

ки линейного растра, в процессе печати для ее отображения могут понадобиться несколько точек краски фиксированного размера. Поэтому dpi принтера или печатающего устройства значительно превышает его линиатуру. Например, лазерный принтер с разрешением 300 dpi может иметь линиатуру 60 lpi; разрешение печатающего устройства 1270 dpi может обеспечивать 120 lpi; печатающее устройство 2540 dpi может иметь линиатуру 200 lpi (если вы хотите использовать огромное количество уровней серого). Изображения, выполненные в 100 lpi, считаются крупнозернистыми, а превышающие 120 lpi, – мелкозернистыми.

Для того чтобы правильно задать линиатуру, недостаточно учесть максимальное разрешение печатающего устройства. Многие забывают, что этот параметр зависит и от качества бумаги, на которой будет напечатано изображение. На гладкой бумаге (например, глянцевой или лощеной) растровые точки можно расположить ближе друг к другу, поскольку специальное покрытие практически не позволяет краске растекаться. Обычная офисная бумага, используемая для фотокопирующих устройств и лазерных принтеров, имеет более рыхлую поверхность. Краска на такой бумаге растекается, что заметно, когда вы пишете на ней маркером. Газетная бумага очень рыхлая, краска на ней растекается сильно. Газетные иллюстрации обычно печатают при линиатуре 85–90 lpi; иллюстрации информационных бюллетеней – при 100–110 lpi; журнальные иллюстрации – при 120–150 lpi; календари и книги с высококачественным иллюстративным материалом – при 150–200 lpi. Линиатура зависит и от таких факторов, как тип печатающего устройства и качество краски. Специалист по техническому обслуживанию печатного устройства должен посоветовать вам, какие настройки лучше задать.

Если вы распечатываете изображение с вашего компьютера прямо на пленочный негатив (а не на фотобумагу, с которой затем будет снят негатив), сообщите об этом специалисту по техническому обслуживанию принтера. Печать на пленке требует более высокого значения lpi, чем печать на бумаге, поскольку негативы, созданные фотографическим способом, не могут точно воспроизводить высокое разрешение, характерное для негативов, отпечатанных непосредственно на печатающем устройстве. (Например, если вы печатаете изображение на бумаге при 120 lpi, а затем создаете фотонегатив, даже незначительное смещение фокуса камеры может привести к смазыванию точек, расположенных близко друг к другу. Печатая на пленке, вы сможете избежать подобных проблем.) Специалисты по техническому обслуживанию принтера предполагают, что вы будете печатать на бумаге, и рекомендуют задавать соответствующие настройки lpi.

3.9 Линиатура и разрешение точечных изображений

После рассмотрения линейных растров правомерен вопрос о том, какое же разрешение должно иметь сканированное изображение для получения хорошего отпечатка. Разрешение, необходимое для сканированных изображений, свя-

зано не столько с разрешающей способностью устройства вывода, сколько с линиатурой печати. Так получается потому, что на отпечатке глаз воспринимает не «реальные» точки принтера, а растровые.

Сколько же растровых точек формируется на основе из одного пиксела изображения? Логично предположить, что одна, поскольку растровая точка и пиксел изображения содержат информацию об одном и том же (256) количестве оттенков серого. В действительности это не так. Разрешение сканированных изображений должно в полтора-два раза превышать заданную линиатуру печати. Например, если вы планируете печатать изображение с линиатурой 150 *lpi*, разрешение исходного изображения должно находиться в пределах от 225 до 300 *lpi*. Если изображение имеет большее разрешение, растеризатор сам отбросит лишнюю информацию, содержащуюся в изображении. Разумеется, для этого ему понадобится время, иногда весьма значительное. Поэтому использование завышенного разрешения не только бесполезно, но и вредно, т. к. приводит к увеличению времени печати, не повышая качества отпечатка.

3.10 Треппинг и наложение

Треппинг и наложение при печати используются для компенсации погрешностей печатного станка, являющегося «неидеальным» механическим устройством.

Треппинг – это вынужденная мера. Он применяется для улучшения качества печати на несовершенных печатных машинах. При прохождении печатного листа в машине он растягивается, деформируется при нанесении на него краски, может двигаться неравномерно, смещаться в стороны.

Печатная машина является механическим устройством, и в ней возможны сбои. Все это отразится на качестве продукта и тем более плохо, что в каждом конкретном случае искажения при печати могут быть разными.

При печати в две и более красок необходимо, чтобы цвета располагались относительно друг друга точно, т. е. были *приведены*. Если по каким-либо причинам этого не произошло, в местах, где объекты разных цветов касаются друг друга, возникают нитевидные пробелы, через которые видна бумага. Если же публикация напечатана составными цветами, погрешности приводки выражаются в сдвиге цветовых компонентов объектов. В таком случае так же возможно возникновение нитевидных пробелов на растриванном изображении.

Вследствие неточной приводки цветов появляются нитевидные просветы (белый контур). Из-за этих просветов, собственно, и делается *треппинг*. *Треппингом* называется незначительное растягивание одного из смежных объектов разного цвета так, что граничащие цвета слегка накладываются друг на друга. Возникающий при наложении третий цвет будет ближе к более темному из них. Форма объекта может от этого слегка исказиться.

Самыми простыми приемами треппинга являются *сжатие* (choking), или внутренний треппинг, и *растяжение* (spreading), или внешний треппинг (рис. 32 а, б). Сжимается или растягивается, как правило, цветовой объект, более светлый в смысле меньшей *нейтральной плотности*. Нейтральная плотность — численная характеристика интенсивности цвета (равной эквиваленту в градациях серого), и именно по ее значению следует принимать решение о том, какой цвет распространять при треппинге. Если перекрывающий объект светлее фона, делается внешний треппинг, а если фон светлее объекта, цвета фона немного стягиваются внутрь — внутренний треппинг.

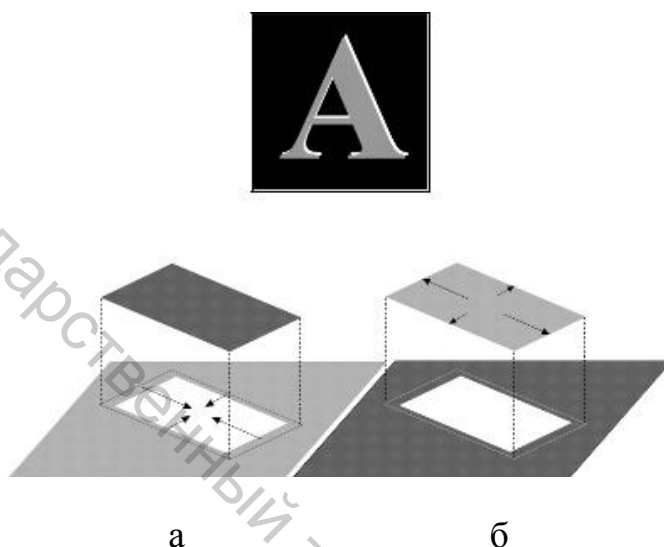


Рисунок 32 — Виды треппинга: а — внутренний; б — внешний

После треппинга, во-первых, возникает третий цвет, а во-вторых, вокруг объекта появляется обводка. Иногда результат получается еще хуже, чем с невидным зазором. Однако если для перекрывания выбран более светлый цвет, чаще всего такая обводка малозаметна. Треппинг делают с помощью специальных высокоточных программ (Luminous Trap Wise, например). Они способны выполнять все виды треппинга, включая такие сложные, как треппинг по растр. Новейшее поколение фотонаборных автоматов, поддерживающих язык PostScript Level 3, способно делать треппинг автоматически при выводе (In-RIP Trapping). Чаще всего это и есть самый простой и дешевый способ выполнения треппинга, поскольку интерпретатор PostScript берет всю работу на себя.

Поскольку треппинг делается ситуативно из чисто технологической необходимости старайтесь всячески избегать его применения на стадии подготовки макета и продумывания цветового решения используя следующие варианты, не требующие треппинга:

- любые пары чистых цветов, разделенных белым зазором, т. е. объект с белой обводкой;
- треппинг общим цветом — пара цветов, один из которых полностью содержится внутри другого, например сочетание желтого и красного;
- печать черного с наложением;

- запечатывание границы цветов черной линией достаточной ширины;
- печать белым (вывороткой) по чистым цветам;
- использование цветов, имеющих в своем составе большое количество хотя бы одной общей краски. Например, светло-синий и светло-зеленый имеют значительное количество общей голубой краски. Пробел между ними будет не белым, что бросалось бы в глаза, а голубым.

Используя приведенные варианты, особо избегайте следующих ситуаций:

- выворотный (белый) текст или тонкие линии на фоне, состоящем из смеси двух и более чистых цветов;
- выворотный текст на «глубоком черном», состоящем из нескольких цветов;
- тонкие линии и надписи, выполненные «составными» цветами (синим, зеленым, красным, «глубоким черным»);
- выворотный текст или тонкие линии на фоне точечных изображений.

Часто избежать треппинга позволяет печать с наложением, имеющая также и собственную область применения.

3.11 Печать с наложением (Overprint)

Типографские краски наносятся растровой сеткой под различными углами для предотвращения их смешивания, губительного для хорошей цветопередачи. На первый взгляд печать с наложением идет против этого правила. Но на практике все правила имеют ограниченную сферу действия. Печать с наложением применяется преимущественно для плашечных цветов или черной краски при использовании триадных цветов.

Например, при печати черного текста мелкого кегля по цветному фону выворотка не делается, и текст печатается поверх. Если бы выворотка была сделана (на месте текста отсутствовали бы прочие краски), малейшее нарушение приводки цветов превратило бы текст в абсолютно нечитаемый. С другой стороны, черная краска легко «запечатывает» остальные краски, не создавая дополнительного смешанного цвета. Обратите внимание, что треппинг в такой ситуации создаст больше проблем, чем решит. Во-первых, треппинг значительного объема текста приведет к возникновению очень сложных объектов, увеличивающих время вывода или вообще делающих вывод невозможным. Во-вторых, растяжение фона сделает выворотные области столь мелкими, что фактически печать все равно пойдет с наложением. Если же кегль текста достаточно велик, чтобы треппинг все-таки оставил выворотные области, форма символов будет сильно искажена. К печати с наложением следует подходить с осторожностью и помнить об ограниченной области ее применения. Наложение черной краски на большой площади может вызвать нанесение чрезмерного ее количества и опасное переувлажнение бумаги. Применяйте печать с наложением только для небольших областей.

Другая часто встречающаяся ситуация возникает при печати тонов, близких к черному, когда количество всех красок превышает 95 %. В таких случаях лучше вместо плотного растра использовать сплошную краску с наложением на все остальные. Это незначительно снизит передачу тонов в тенях, но зато сгладит в данных областях все неровности цвета.

С наложением можно печатать не только черный, но и любые темные плашечные цвета. Самый очевидный случай печати с наложением – это запечатка черным. Как правило запечатка черным включается установкой флажка **overprint black** (черный перекрывает остальные цвета) на вкладке диалогового окна **Print** (печать). Если в документе черный не используется в качестве фона и не накладывается сразу на несколько объектов контрастных цветов, имеет смысл всегда устанавливать этот флажок. Он значительно облегчит работу и избавит от необходимости задавать печать с наложением для каждого отдельного объекта.

3.12 Установки Оверпринт (Overprint) и треппинг (Trapping)

InDesign автоматически делает 100 % К – объектам оверпринт, для его контроля в меню Window – Output есть палитра Attributes (Ctrl+F11). В Illustrator палитра оверпринта расположена аналогично InDesign, но тут вырубка делается и для черного цвета. Назначение оверпринта черному в Illustrator происходит через меню Edit – Edit Colors – Overprint Black... (рис. 33). Проверить макет можно, отключая цвет Black в палитре Separations Preview.



Рисунок 33

Оверпринт не назначается:

1) на цветные объекты – верхний объект изменит цвет, наложившись на цвет нижнего;

2) на белые объекты – они исчезнут, а напротив **Overprint Fill** в палитре **Attributes** появится предупреждающий желтый значок с соответствующей надписью (рис. 34).

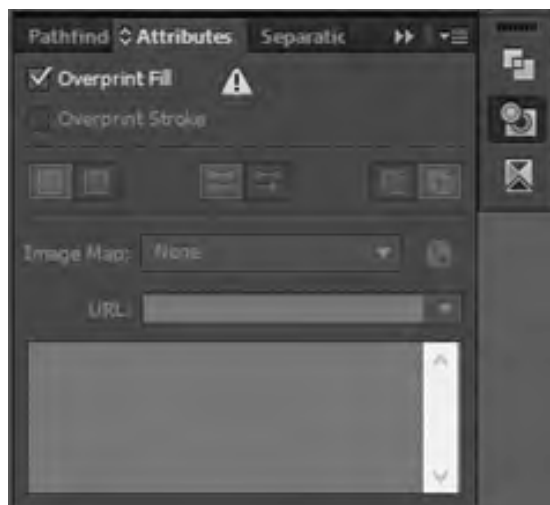


Рисунок 34

Все наложения цветов можно увидеть, включив галку **Overprint Preview** в палитре **Separations Preview**. CorelDRAW может автоматически проводить треппинг документа на уровне объектов. Параметры треппинга задаются на той же вкладке **Composite** (Композиция).

Флажок **Auto-spreading** (Авторасширение) включает автоматический треппинг документа. CorelDRAW всегда использует для треппинга растяжение (spreading). В полях, расположенных ниже, задаются максимальный размер полосы треппинга.

Maximum (Максимум) и минимальный кегль шрифта, начиная с которого он будет подвергаться треппингу (**Text above** (Для текста более)). Речь идет именно о *максимальном* размере полосы треппинга, поскольку CorelDRAW может автоматически варьировать ширину треппинга в зависимости от нейтральных плотностей объектов. Чем темнее цвет, тем меньшей устанавливается ширина треппинга. Если вы не доверяете CorelDRAW в «интеллектуальном» определении ширины треппинга, вы можете задать ее фиксированное значение. Для этого установите флажок **Fixed width** (Фиксированная) и в поле **Maximum** (Максимум) введите значение ширины зоны треппинга. Использование фиксированной зоны треппинга дает более надежные результаты, особенно на старом оборудовании.

Общая процедура выполнения ручного треппинга с помощью обводок может быть сформулирована следующим образом:

1. Определите объект, который имеет наименьшую нейтральную плотность.

Нейтральные плотности чистых типографских красок по стандарту Euro даются следующими: голубой = 0,61D, пурпурный = 0,76D, желтый = 0,16D и черный = 1,7D. Запомните порядок следования плотностей чистых красок, поскольку они широко используются в большинстве публикаций.

2. Задайте для него обводку, в два раза превышающую ширину зоны треппинга.
3. Придайте обводке цвет объекта.
4. Присвойте обводке атрибут печати с наложением командой **Overprint Outline** (Абрис поверх).

ЛЕКЦИЯ 4

Форматы векторных и растровых файлов

4.1 Форматы векторных изображений

Файлы векторных изображений несут информацию о контурах и их атрибутах. Разные программы для работы с векторными изображениями имеют разные встроенные типы объектов, и особенно их атрибутов.

Некоторые типы встречаются во всех программах (кривые Безье, прямоугольник, эллипс, сплошная заливка), но большинство из них отличаются или просто отсутствуют в конкурирующих программах, которые, в свою очередь, тоже имеют свои уникальные особенности. Очевидно, для хранения уникальных объектов и их атрибутов требуются уникальные форматы файлов. Следовательно, каждая программа обработки векторных изображений имеет свой собственный формат, не совместимый с конкурирующими.

Однако дело обмена векторными изображениями не столь безнадежно, как может показаться из приведенного описания. Все лидирующие на рынке программы (в первую очередь CorelDRAW, Adobe Illustrator и Macromedia Freehand) безусловно имеют «общий знаменатель» в виде набора стандартных объектов и их атрибутов. Старания разработчиков в конкурентной борьбе увеличивают количество общих возможностей. Таким образом, если вы не используете в иллюстрации уникальные особенности программы, то у вас практически есть верная возможность перенести ее в другие программы.

Основное применение программ иллюстрирования — издательское дело. Поэтому не удивительно, что тем самым «общим знаменателем» векторных форматов стал формат EPS. Этот формат разработан фирмой Adobe Systems и применяется практически во всех ее программах, включая Adobe Illustrator. Формат представляет собой вариант языка PostScript. Если CorelDRAW не предоставляет возможности импорта и экспорта в нужный вам формат, воспользуйтесь для обмена форматом EPS.

Формат PS

Формат файла, содержащий инструкции языка PostScript, разработанного Adobe Systems и ставшего ядром всех современных издательских технологий. PostScript позволяет описать сверстанные страницы макетов, содержащих информацию любого типа: точечную, векторную и шрифтовую. Файлы PostScript

предназначены для непосредственной печати на принтере (в широком смысле), имеющем интерпретатор этого языка. Создаются они в процессе печати из любой программы драйвером PostScript-принтера.

Формат EPS

Формат EPS представляет собой несколько упрощенный вариант PostScript. Если файлы PostScript (расширение PS) предназначены непосредственно для печати и содержат код для целой страницы (или нескольких страниц), то файлы EPS описывают только какой-либо объект или группу объектов. По этой причине они не могут содержать такие команды, как установка формата страницы или конца страницы. Формат предназначен для размещения любых, в т. ч. растровых изображений в программах иллюстрирования и издательских системах.

Все современные программы иллюстрирования (Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, CorelDRAW и др.) имеют встроенные интерпретаторы PostScript и способны открывать и редактировать файлы EPS. В отличие от них, издательские системы не интерпретируют содержимое EPS-файлов, возлагая эту задачу на устройство печати. При импорте файлов EPS в издательскую систему она считывает из файла размеры имеющегося в нем изображения и резервирует для него место на странице. Чтобы пользователь мог увидеть в макете содержимое EPS-файла, последний должен содержать небольшое точечное изображение, миниатюру. Миниатюра помещается в EPS-файл в момент его создания.

Формат позволяет сохранять изображения любого типа в любой цветовой модели (включая Lab) без альфа-каналов. Разумеется, при этом полностью поддерживаются обтравочные контуры.

Программы обработки точечных изображений тоже умеют открывать файлы в формате EPS. Все векторные объекты, которые окажутся в файле, будут растрированы, и результатом станет растровое изображение.

Формат EPS имеет множество вариантов. Поэтому, если вы создали импортируемый файл не в CorelDRAW, используйте всю мощь интерпретатора PostScript этой программы, выбрав в списке Files of type (Тип файла) вариант PostScript Interpreted. Если интерпретатор не справится с каким-либо объектом, то, по крайней мере, вы сможете работать с остальными.

Формат AI

AI – собственный формат популярной программы иллюстрирования Adobe Illustrator. До версии 8 именно он представлял собой вариант формата EPS, содержащий дополнительные данные об установках Adobe Illustrator. Формат последних версий Illustrator базируется на формате PDF.

Формат PDF

Формат PDF разрабатывался Adobe Systems для электронного распространения публикаций. До его появления не существовало универсального решения этой задачи: чтобы просмотреть сверстаный документ, требовалось установить то приложение, в котором он был создан, все использованные шрифты, переписать все внешние файлы (как правило, файлы с изображениями). Благодаря формату PDF все эти сложные (а чаще невозможные) шаги свелись к установке единственной, относительно небольшой программы просмотра.

В формате PDF можно записать любой документ, созданный в любой программе. Файлы в этом формате создаются программой Distiller на основе файла печати для любого PostScript-принтера. Программа Distiller входит в поставку пакета Adobe Acrobat, предназначенного специально для создания, редактирования и каталогизации PDF-документов. Полученный PDF-документ можно просмотреть с помощью бесплатно распространяемой программы просмотра Acrobat Reader. При этом документ полностью сохранит свой внешний вид, включая векторные и растровые изображения, шрифты, разбивку страниц и т. п. Иными словами, в программе просмотра документ будет выглядеть точно так, как если бы был напечатан на бумаге.

С появлением третьей версии пакета Adobe Acrobat (текущая версия 5.05), формат PDF стал завоевывать не только сферу распространения документов, но и допечатной подготовки. Используемый на фотонаборных автоматах формат PS (PostScript) имеет существенный недостаток: вы не можете увидеть его содержимое и получить полную гарантию его правильности до вывода пленок. Применение формата PDF полностью снимает эту проблему: то, что оператор увидит в Acrobat Reader, то и получится при печати. Удобна и возможность ограниченного редактирования готовых к печати PDF-документов, которая немыслима для файлов печати PostScript. Используя программу Adobe Acrobat 5.0, вы можете быстро изменить формат и порядок следования страниц, их ориентацию, вставить дополнительные страницы или удалить лишние и даже исправить мелкие опечатки.

Примечание.

Принтеры и фотонаборные автоматы, оснащенные последней, третьей версией интерпретатора PostScript, могут печатать PDF-документы непосредственно без помощи Adobe Acrobat. Будучи оснащена интерпретатором PostScript 3, CorelDRAW способна открывать и растривать PDF-документы, а также создавать их без использования программы Acrobat Distiller.

Форматы CDR, CMX и CPX

Форматы CDR, CMX и CPX являются собственными векторными форматами CorelDRAW и способны хранить всю информацию обо всех объектах программы и их атрибутах. Поэтому, если вы не планируете применять иные программы для дальнейшей обработки иллюстрации или ее печати, пользуйтесь

только этими форматами. Формат CMX (Corel Presentation Exchange) отличается от CDR дополнительной информацией для других приложений Corel. Сохраняйте в нем иллюстрации, которые собираетесь открывать, например, в PHOTO-PAINT или Corel Ventura. Формат CPX представляет собой тот же самый формат CMX, но сжатый и поэтому более компактный. Он очень хорош для хранения архивов иллюстраций.

Формат SWF

Открытый формат Shockware Flash, предложенный фирмой Macromedia и предназначенный специально для Internet. Позволяет хранить как растровую, так и векторную графику, анимацию, интерактивные элементы. В последние годы формат получил широкое распространение в WWW. CorelDRAW поддерживает экспорт изображений в формат SWF, а входящая в пакет CorelDRAW Graphics Suite 11 программа Corel-RAVE специально ориентирована на создание интерактивной анимации в формате Shockware Flash.

Формат SVG

Открытый формат Scalable Vector Graphics разработан компанией Adobe как альтернатива формату Shockware фирмы Macromedia. Он основан на стандарте XML и более гибок, чем SWF. Пока формату SVG еще не удалось поколебать монополию SWF на векторную графику в Internet, в первую очередь из-за отсутствия столь же мощных средств разработки, как продукты компании Macromedia. Несмотря на это, многие программы иллюстрирования, не исключая и CorelDRAW, оснащены базовой поддержкой формата SVG и позволяют экспортировать иллюстрации в этот формат и импортировать в документы файлы Scalable Vector Graphics.

Формат WPG

WordPerfect – один из самых популярных текстовых процессоров с богатой историей. Сейчас он является компонентом пакета программ Corel Office, составляющего известную конкуренцию Microsoft Office, но продается и отдельно. WordPerfect имеет встроенные инструменты рисования, позволяющие создавать достаточно сложные схемы и даже иллюстрации. Графические объекты WordPerfect можно сохранить в виде объектных файлов особого формата WPG. Начиная с версии 5.1 (текущая 9.0, WordPerfect 2000) формат WPG может включать не только векторную, но и точечную графику и даже код PostScript. Тем не менее, палитра векторных объектов ограничена 256 цветами. Если вы собираетесь разместить иллюстрацию из CorelDRAW в приложении Corel Office, используйте формат WPG.

4.2 Форматы растровых изображений

Растровые форматы проще векторных, поскольку они состоят из горизонтальных линий точек (пикселей), а не из математических зависимостей, указывающих, как рисовать ту или иную фигуру. Однако это не означает, что все растровые форматы одинаковы. Далее мы рассмотрим различия, существующие между растровыми форматами.

PSD

Собственный формат программы Adobe Photoshop позволяет хранить любые типы изображений в любых цветовых моделях, обтравочные контуры, слои, альфа-каналы, калибровочную информацию, установки печати и многое другое. Все последние версии продуктов фирмы Adobe Systems поддерживают этот формат и позволяют импортировать файлы Photoshop непосредственно. К минусам формата PSD можно отнести недостаточную совместимость с другими распространенными приложениями и отсутствие возможности сжатия.

BMP

Растровый формат, созданный Microsoft, ориентирован на применение в операционной системе Windows. Он предназначен для представления растровых изображений в ресурсах программ. Поддерживаются только изображения в модели RGB с глубиной цвета до 24 битов. Не поддерживаются дополнительные цветовые и альфа-каналы, контуры обтравки, управление цветом. В принципе, формат предполагает использование простейшего алгоритма сжатия (RLE, Run Length Encoding) без потерь информации, но применяется редко из-за потенциальных проблем несовместимости.

CPT

Собственный формат Corel Photo-Paint. Единственный формат, поддерживающий все возможности программы. Предпочтителен для хранения промежуточных результатов редактирования изображений, т. к. сохраняет их послойную структуру. Он поддерживает все типы изображений и цветовые модели, объекты, альфа-каналы, обтравочные контуры и управление цветом. При работе с программами пакета Corel Draw рекомендуется для точечных изображений именно этот формат.

DCS

Формат DCS предложен компанией Quark Inc, разработчиком популярной издательской системы Xpress для того, чтобы облегчить размещение цветоделенных изображений в публикациях. Он представляет собой вариант формата EPS и имеет две версии.

Первая версия, DCS 1.0, позволяла хранить только цветоделенные изображения в модели CMYK. Для этого использовалось пять файлов. Четыре из них содержали базовые каналы изображения, а пятый – точечное изображение пониженного разрешения для просмотра композитного изображения в издательской системе. Формат поддерживал цветовые профили и обтравочные контуры.

Вторая версия, DCS 2.0, расширила возможности формата за счет поддержки практически неограниченного числа цветовых каналов и одного альфа-канала. Дополнительное удобство версии 2.0 в том, что все каналы и растровое изображение для просмотра можно сохранить в одном файле DCS.

TIFF

Самым популярным среди дизайнеров растровым форматом является TIFF – Tagged Image File Format, разработанный фирмой Aldus Corporation (позднее приобретенный компанией Adobe Systems) и компанией Microsoft Corporation. TIFF поддерживает глубину цвета 24 бит (16,7 миллионов цветов) в цветовых палитрах RGB и CMYK. Формат TIFF поддерживают все основные графические редакторы. Формат TIFF может применяться для файлов полутоновых и черно-белых изображений.

Существует несколько вариантов формата TIFF, и ни одна программа, не поддерживает их все. Ниже приведено несколько рекомендаций по правильному сохранению файлов TIFF для оптимального использования в графических редакторах.

У вас не должно возникнуть проблем, если вы будете использовать формат TIFF со сжатием данных методом LZW. Если у вас все же возникают трудности при работе со сжатыми файлами TIFF, откажитесь от сжатия в формате TIFF.

Если вы планируете проводить цветоделение документа, лучше всего сохранить TIFF-файл в режиме CMYK (Adobe Photoshop поддерживает этот формат). Сохраняйте альфа-каналы для 24-битных изображений TIFF. Это очень удобно для создания обтравочных контуров.

Сохраняйте обтравочные контуры, если вы создаете таковые для графических файлов. С помощью обтравочных контуров можно, при желании, выполнять контурную обрезку изображения текстом.

PCX

Один из первых растровых форматов, созданный фирмой ZSoft для программы PC Paintbrush. Поддерживает монохромное, индексированные и полно-

цветные RGB-изображения. Не поддерживаются дополнительные цветовые и альфа-каналы, контуры обтравки, управление цветом. Формат предполагает применение простейшего алгоритма сжатия RLE без потерь информации.

JPEG

Формат со сжатыми данными JPEG (Joint Photography Experts Group – Объединенная группа экспертов по машинной обработке фотоизображений) часто используют для больших изображений, а также рисунков, которые включают анимацию или видеоролики. Изображения, сжатые с помощью этого формата, не настолько детальные, как хотелось бы. Поэтому рисунки, предназначенные для печати, чаще всего сохраняют в формате TIFF.

Использование формата JPEG оптимально для мониторов с низкой разрешающей способностью. Кроме того, файлы в этом формате занимают значительно меньше места на диске, по сравнению с файлами TIFF. Поэтому JPEG очень часто используют при создании Web-документов.

JPEG 2000

Интересный формат, имеющий много общего с форматом **JPEG**. Он также предполагает сжатие с потерями качества, но более эффективное, чем JPEG. Модификация алгоритма сжатия уменьшает потери качества и исключает проявление блочной структуры, характерной для JPEG. Пока еще формат JPEG 2000 достаточно экзотический и не поддерживается браузерами и некоторыми графическими программами.

GIF

Формат GIF (Graphics Interchange Format – формат графического обмена) – это очень простой растровый формат с ограниченной разрешающей способностью и цветовой палитрой. Файлы в формате GIF занимают мало места на диске. Благодаря небольшим размерам, файлы GIF очень популярны в Web. Формат создан крупнейшей онлайн-службой CompaServ специально для передачи растровых изображений в глобальных сетях. Ориентирован на компактность и использует алгоритм сжатия LZW, не приводящий к потере качества. Применяется только по своему первоначальному предназначению в Internet, поскольку поддерживает только индексированные изображения, не поддерживает дополнительные каналы, обтравочные контуры, цветовые профили.

Версия GIF 89a позволяет сохранять в одном файле несколько индексированных изображений (почти как слои в PHOTOSHOP). Браузеры способны

демонстрировать все эти изображения по очереди с получением не сложной анимации. В файле анимации хранятся не только кадры анимации, но и параметры ее демонстрации. GIF-анимация в силу своей простоты наиболее распространена в сети Internet. Кроме того, один из цветов в палитре индексированного изображения можно объявить «прозрачным». В браузере участки этого цвета будут прозрачны, и сквозь них будет виден фон страницы.

SCT

Формат используется сканерами, фотонаборными автоматами и графическими станциями Scitex для получения высококачественной полиграфической продукции. Особый формат применяется патентованным растрезитатором Scitex. Он поддерживает полутоновые и полноцветные изображения в моделях RGB и CMYK без альфа-каналов. Обтравочные контуры и цветовые профили не поддерживаются.

PNG

Формат PNG (Portable Network Graphics – переносимая сетевая графика) создан компанией Adobe в качестве альтернативы формату GIF. Этот формат поддерживает более высокое разрешение и располагает сравнительно богатой цветовой палитрой. При этом файлы в формате PNG не занимают много места. Формат PNG еще не имеет широкого применения в Web-документах, поскольку он создан всего несколько лет назад.

4.3 Достоинства и недостатки

Векторный способ описания изображений гораздо экономнее точечного. Он требует хранения и обработки не множества точек, а всего лишь узлов контуров и нескольких типов заливок и обводок. Такая экономия имеет и свои отрицательные стороны. Для того чтобы векторное изображение было столь же реалистичным, как фотография, требуется множество контуров, что сводит на нет простоту и компактность способа. В векторных изображениях путь к реалистичности лежит не столько через усложнение контуров, сколько через расширение набора типов заливок и обводок.

Существенный недостаток векторных изображений заключается в том, что их ввод не поддается полной автоматизации. Если для того чтобы ввести в компьютер точечное изображение, достаточно воспользоваться сканером, то векторное изображение приходится рисовать вручную. В некоторой степени ввод векторных изображений все же можно упростить с помощью программ трассировки (например, CorelTRACE, также входящей в пакет CorelDRAW), но хороший результат достигается только кропотливой ручной «доводкой». Различие

между точечными и векторными изображениями проявляется и в способах их редактирования. Поскольку точечное изображение состоит из множества маленьких монохромных элементов, редактирование сводится к изменению их цвета. Для редактирования точечных изображений существует множество специализированных программ. Инструменты создания и редактирования точечных изображений сродни инструментам художника (карандаш, кисть, аэрограф и т. п.) и фотографа (маски, ретушь, резкость, экспозиция и т. п.). Инструменты программ редактирования векторных изображений, напротив, больше напоминают чертежные инструменты (графические примитивы, линии, заливки, редактирование формы кривых и т. п.).

Векторные изображения легко поддаются редактированию и трансформированию (вращению, масштабированию и т. п.), в то время как подобные манипуляции с точечными изображениями могут привести к потерям в качестве. Например, увеличение размеров точечного изображения снизит его разрешение, а следовательно и качество. Векторное изображение масштабируется без ущерба качеству, поскольку его составляют контуры, описываемые математическими формулами. Примером этих свойств векторных изображений могут служить компьютерные шрифты, с которыми вы наверняка знакомы, – их качество не зависит от размера.

Итак, если вы хотите добиться фотографической реалистичности изображения или точности репродуцирования – выбирайте точечную графику. В остальных случаях отдавайте предпочтение векторной графике или ее сочетанию с точечной. К выбору типа графики следует подходить разумно, оценивая, сколько времени займет реализация проекта в обоих случаях. Хотя зачастую более высокое качество можно получить с помощью объектной графики, от нее приходится отказываться из-за трудоемкости работы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Демин, А. Ю. Основы компьютерной графики: учебное пособие / А. Ю. Демин. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 191 с.: ил.
2. Иванова, Т. М. Компьютерная обработка информации. Допечатная подготовка / Т. М. Иванова. – Санкт-Петербург: 2004. – 366 с.: ил.
3. Ридберг, Т. Adobe InDesign CS5. Полное руководство дизайнера и верстальщика / Т. Ридберг. – Санкт-Петербург: 2012. – 464 с.: ил.
4. Онуфриенко, С. Г. Основные вопросы технологии типографической печати. Компьютерное проектирование : м/у к практическим занятиям / С. Г. Онуфриенко. – Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – 37 с.
5. Онуфриенко, С. Г. Основные законы типографики и типометрии. Типографика : м/у к практическим занятиям / С. Г. Онуфриенко. – Витебск : УО «ВГТУ», 2011. – 25 с.

Дополнительная литература

1. http://sernam.ru/d_18.php
2. <http://www.viktoriastar.ru/stati-i-obzori/kompiyternaia-grafika.html>
3. <http://project68.narod.ru/Integ/1/681/pages/b3.htm#b31>
4. <http://grafika.me/node/85>
5. <http://www.studfiles.ru/preview/2595851/>
6. http://www.nwpro.ru/nwpro/about/blog/blog_id%3D230.html
7. <http://www.studfiles.ru/preview/5318326/page:4/>
8. <http://informatik-m.ru/web-/cvetovye-modeli-rgb-i-cmyk.html>
9. <http://birmaga.ru/dosta/%D0%A6%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8a/main.html>
10. http://expert-polygraphy.com/vektor_i_rastr/
11. <http://ozerkalke.ru/eto-interesno/vektornye-formaty-graficheskix-fajlov.html>
12. <http://ozerkalke.ru/eto-interesno/vektornye-formaty-graficheskix-fajlov.html#ixzz4PWgJsLbc>
13. <http://ktonanovenkogo.ru/html/formaty-gif-png-jpg-jpeg-rastrovoj-grafiki-dlya-sajta-gif-animaciya-pngkartinki-s-prozrachnym-fonom-jpg-polnocvetnye-izobrazheniya.html>

Учебное издание

Онуфриенко Станислав Григорьевич

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ

Курс лекций

Редактор *Н. В. Медведева*

Корректор *Т. В. Осипова*

Компьютерная верстка *С.Г. Онуфриенко*

Подписано к печати 12.12.17. Формат 60х90 1/16. Усл. печ. листов 3.44.
Уч.-изд. листов 3.4. Тираж 35 экз. Заказ № 412.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210035, г. Витебск, Московский пр., 76.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.