

# **Введение в растровую графику**

## **План лекции**

1. Компьютерная графика, виды компьютерной графики и их сравнение
2. Введение в растровую графику, общие сведения
3. Основные понятия растровой графики
  - 3.1 Разрешение изображения и его размер
  - 3.2 Цветовое разрешение и цветовые модели
4. Виды растров
5. Факторы, влияющие на количество памяти, занимаемой растровым изображением
6. Количество цветов растрового изображения
7. Форматы растровых графических файлов
8. Достоинства и недостатки растровой графики

## 1. Компьютерная графика, виды компьютерной графики и их сравнение

«Графика» - это широкое понятие. Это – представление каких-либо реальных или воображаемых объектов, воспринимаемое зрением. Пишет ли художник пейзаж, чертит ли конструктор чертеж, рисует ли человек на асфальте, - все это процессы создания графики.

Особое место в работе с изображениями занимает **компьютерная графика**, т.е. графика, которая обрабатывается и отображается средствами вычислительной техники.

Различают два основных вида компьютерной графики. Это **растровая графика** и **векторная**. Они отличаются принципами формирования изображения при отображении на экране монитора или при печати на бумаге. Также можно выделить ещё 2 типа компьютерной графики – **фрактальная графика** и **трёхмерная графика**.

**Растровые графические изображения** – это изображения, представляющее собой сетку пикселей или цветных точек (обычно прямоугольную) на компьютерном мониторе, бумаге и других отображающих устройствах и материалах.

**Векторная графика** - способ представления объектов и изображений в компьютерной графике, основанный на использовании элементарных геометрических объектов, таких как точки, линии, сплайны и многоугольники. Объекты векторной графики являются графическими изображениями математических функций.

Сравнительная характеристика растровой и векторной графики показана в таблице 1.

Критерий сравнения	Растровая графика	Векторная графика
Способ представления изображения	Растровое изображение строится из множества пикселей	Векторное изображение описывается в виде последовательности команд
Представление объектов реального мира	Растровые рисунки эффективно используются для представления реальных образов	Векторная графика не позволяет получать изображения фотографического качества
Качество редактирования изображения	При масштабировании и вращении растровых картинок возникают искажения	Векторные изображения могут быть легко преобразованы без потери качества
Особенности печати изображения	Растровые рисунки могут быть легко напечатаны на принтерах	Векторные рисунки иногда не печатаются или выглядят на бумаге не так, как хотелось бы

Таблица 1 – Сравнительная характеристика растровой и векторной графики

**Фрактальная графика**, как и векторная – вычисляемая, но отличается от неё тем, что никакие объекты в памяти компьютера не хранятся. Изображение строится по уравнению (или по системе уравнений), поэтому ничего, кроме формулы, хранить не надо.

Изменив коэффициенты в уравнении, можно получить совершенно другую картину. Способность фрактальной графики моделировать образы живой природы вычислительным путем часто используют для автоматической генерации необычных иллюстраций.

**3D графика или трёхмерная графика** – это ещё один из разделов компьютерной графики, комплекс приемов и инструментов, которые позволяют создать объемные объекты при помощи формы и цвета. От двухмерных изображений она отличается тем, что подразумевает построение геометрической проекции трехмерной модели сцены (виртуального пространства) на плоскость, делается это при помощи специализированных программ. Полученная модель может соответствовать объектам реального мира (например, здание, человек, автомобиль, астероид).

## 2. Введение в растровую графику, общие сведения

Основным элементом растрового изображения является **точка**. Если изображение экранное, то эта точка называется **пикселем**. В зависимости от того, на какое графическое разрешение экрана настроена операционная система компьютера, на экране могут размещаться изображения, имеющие 640x480, 800x600, 1024 и более пикселей. С **размером** изображения непосредственно связано его **разрешение**. Этот параметр измеряется в точках на дюйм (dots per inch — dpi). У монитора с диагональю 15 дюймов размер изображения на экране составляет примерно 28x21 см. Зная, что в одном дюйме 25,4 мм, можно рассчитать, что при работе монитора в режиме 800x600 пикселей разрешение экранного изображения равно 72 dpi. При печати разрешение должно быть намного выше. Полиграфическая печать полноцветного изображения требует разрешения не менее 300 dpi. Стандартный фотоснимок размером 10x15 см должен содержать примерно 1000x1500 пикселей.

Нетрудно также установить, что такое изображение будет иметь 1,5 млн точек, а если изображение цветное и на кодирование каждой точки использованы три байта, то обычной цветной фотографии соответствует массив данных размером свыше 4 Мбит.

### 3. Основные понятия растровой графики

#### 3.1 Разрешение изображения и его размер

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

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

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

**Разрешение изображения** — это свойство самого изображения. Оно тоже измеряется в точках на дюйм и задается при создании изображения в графическом редакторе или с помощью сканера. Значение разрешения изображения хранится в файле изображения и неразрывно связано с другим свойством изображения — его физическим размером. **Физический размер** изображения может измеряться как в пикселях, так и в единицах длины (миллиметрах, сантиметрах, дюймах). Он задается при создании изображения и хранится вместе с файлом. Если изображение готовят для демонстрации на экране, то его ширину и высоту задают в пикселях, чтобы знать, какую часть экрана оно занимает.

Если изображение готовят для печати, то его размер задают в единицах длины, чтобы знать, какую часть листа бумаги оно займет. Нетрудно пересчитать размер изображения из пикселей в единицы длины или наоборот, если известно разрешение изображения.

Размер отпечатка	75 dpi	150 dpi	300 dpi	600 dpi
10х15 см (фотоснимок)	380 кбайт	1,5 мбайт	6 мбайт	24 мбайт
25х30 см (обложка журнала)	1,9 мбайт	7,5 мбайт	30 мбайт	120 мбайт
50х30 см (раворот журнала)	3,80 мбайт	15 мбайт	60 мбайт	240 мбайт

Таблица 2 – Связь между линейным размером иллюстрации и размером файла

Размер иллюстрации	75 dpi	150 dpi	300 dpi	600 dpi
640х400	212х163	108х81	55х40	28х20
800х600	271х203	136х102	68х51	34х26
1024х768	344х260	173х130	88х66	68х51

Таблица 3 – Связь между размером иллюстрации (в пикселях) и размером отпечатка (в мм)

### 3.2 Цветовое разрешение и цветовые модели

При работе с цветом используются понятия **цветовое разрешение** (его еще называют глубиной цвета) и **цветовая модель**. **Цветовое разрешение** определяет метод кодирования цветовой информации, и от него зависит то, сколько цветов на экране может отображаться одновременно. Для кодирования двухцветного (черно-белого) изображения достаточно выделить по одному биту на представление цвета каждого пикселя. Выделение одного байта позволяет закодировать 256 различных цветовых оттенков. Два байта (16 битов) позволяют определить 65 536 различных цветом. Этот режим называется High Color. Если для кодирования цвета используются три байта (24 бита),

возможно одновременное отображение 16,5 млн цветов. Этот режим называется True Color.

Цвета в природе редко являются простыми. Большинство цветовых оттенков образуется смешением основных цветов. Способ разделения цветового оттенка на составляющие компоненты называется **цветовой моделью**. Существует много различных типов цветовых моделей, но в компьютерной графике, как правило, применяется не более трех. Эти модели известны под названиями: **RGB, CMYK и HSB**. Цветовая модель RGB наиболее проста для понимания и очевидна. В этой модели работают мониторы и бытовые телевизоры. Любой цвет считается состоящим из трех основных компонентов: красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue). Эти цвета называются основными. Считается также, что при наложении одного компонента на другой яркость суммарного цвета увеличивается. Совмещение трех компонентов дает нейтральный цвет (серый), который при большой яркости стремится к белому цвету. Это соответствует тому, что мы наблюдаем на экране монитора, поэтому данную модель применяют всегда, когда готовится изображение, предназначенное для воспроизведения на экране. Если изображение проходит компьютерную обработку в графическом редакторе, то его тоже следует представить в этой модели. В графических редакторах имеются средства для преобразования изображений из одной цветовой модели в другую.

Метод получения нового оттенка суммированием яркостей составляющих компонентов называют аддитивным методом. Он применяется всюду, где цветное изображение рассматривается в проходящем свете ("на просвет"): в мониторах, слайд-проекторах и т. п.

Нетрудно догадаться, что чем меньше яркость, тем темнее оттенок. Поэтому в аддитивной модели центральная точка, имеющая нулевые значения компонентов (0, 0, 0), имеет черный цвет (отсутствие свечения экрана монитора). Белому цвету соответствуют максимальные значения составляющих (255, 255, 255). Модель RGB является аддитивной, а ее компоненты — красный, зеленый и синий — называют основными цветами.

Цветовую модель CMYK используют для подготовки не экранных, а печатных изображений. Они отличаются тем, что их видят не в проходящем, а в отраженном свете. Чем больше краски положено на бумагу, тем больше света она поглощает и меньше отражает. Совмещение трех основных красок поглощает почти весь падающий свет, и со стороны изображение выглядит почти черным. В отличие от модели RGB увеличение количества краски приводит не к увеличению визуальной яркости, а наоборот к ее уменьшению. Поэтому для подготовки печатных изображений используется не аддитивная (суммирующая) модель, а субтрактивная (вычитающая) модель. Цветовыми компонентами этой модели являются не основные цвета, а те, которые получаются в результате вычитания основных цветов из белого:

- голубой (cyan)=белый–красный=зеленый+синий;
- пурпурный (magenta)=белый–зеленый=красный+синий;
- желтый (yellow)=белый–синий=красный+зеленый.

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

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

В типографиях цветные изображения печатают в несколько приемов. Накладывая на бумагу по очереди голубой, пурпурный, желтый и черный отпечатки, получают полноцветную иллюстрацию. Поэтому готовое изображение, полученное на компьютере, перед печатью разделяют на четыре составляющих одноцветных изображения. Этот процесс называется цветоделением. Современные графические редакторы имеют средства для выполнения этой операции. В отличие от модели RGB, центральная точка имеет белый цвет (отсутствие красителей на белой бумаге). К трем цветовым координатам добавлена четвертая — интенсивность черной краски. Ось черного цвета вы-



глядит обособленной, но в этом есть смысл: при сложении цветных составляющих с черным цветом все равно получится черный цвет. Сложение цветов в модели CMYK каждый может проверить, взяв в руки голубой, розовый и желтый карандаши или фломастеры. Смесь голубого и желтого на бумаге дает зеленый цвет, розового с желтым — красный и т. д. При смешении всех трех цветов получается неопределенный темный цвет. Поэтому в этой модели черный цвет и понадобился дополнительно.

Некоторые графические редакторы позволяют работать с цветовой моделью HSB. Если модель RGB наиболее удобна для компьютера, а модель CMYK — для типографий, то модель HSB наиболее удобна для человека. Она проста и интуитивно понятна. В модели HSB тоже три компонента: оттенок цвета (Hue), насыщенность цвета (Saturation) и яркость цвета (Brightness). Регулируя эти три компонента, можно получить столь же много произвольных цветов, как и при работе с другими моделями.

Цветовая модель HSB удобна для применения в тех графических редакторах, которые ориентированы не на обработку готовых изображений, а на их создание своими руками. Существуют такие программы, которые позволяют имитировать различные инструменты художника (кисти, перья, фломастеры, карандаши), материалы красок (акварель, гуашь, масло, тушь, уголь, пастель) и материалы полотна (холст, картон, рисовая бумага и пр.). Создавая собственное художественное произведение, удобно работать в модели HSB, а по окончании работы его можно преобразовать в модель RGB или CMYK, в зависимости от того, будет ли оно использоваться как экранная или печатная иллюстрация.

Цветовая палитра — это таблица данных, в которой хранится информация о том, каким кодом закодирован тот или иной цвет. Эта таблица создается и хранится вместе с графическим файлом. Самый удобный для компьютера способ кодирования цвета — 24-разрядный, True Color. В этом режиме на кодирование каждой цветовой составляющей R (красной), G (зеленой) и B (синей) отводится по одному байту (8 битов). Яркость каждой составляющей

выражается числом от 0 до 255, и любой цвет из 16,5 миллионов компьютер может воспроизвести по трем кодам. В этом случае цветовая палитра не нужна, поскольку в трех байтах и так достаточно информации о цвете конкретного пикселя.

Существенно сложнее обстоит дело, когда изображение имеет только 256 цветов, кодируемых одним байтом. В этом случае каждый цветовой оттенок представлен одним числом, причем это число выражает не цвет пикселя, а индекс цвета (его номер). Сам же цвет разыскивается по этому номеру в сопроводительной цветовой палитре, приложенной к файлу. Такие цветовые палитры еще называют индексными палитрами. Разные изображения могут иметь разные цветовые палитры. Например, в одном изображении зеленый цвет может кодироваться индексом 64, а в другом изображении этот индекс может быть отдан розовому цвету. Если воспроизвести изображение с "чужой" цветовой палитрой, то зеленая елка на экране может оказаться розовой. В тех случаях, когда цвет изображения закодирован двумя байтами (режим High Color), на экране возможно изображение 65 тысяч цветов. Разумеется, это не все возможные цвета, а лишь одна двести пятьдесят шестая доля общего непрерывного спектра красок, доступного в режиме True Color. В таком изображении каждый двухбайтный код тоже выражает какой-то цвет из общего спектра. Но в данном случае нельзя приложить к файлу индексную палитру, в которой было бы записано, какой код какому цвету соответствует, поскольку в этой таблице было бы 65 тысяч записей и ее размер составил бы сотни тысяч байтов. Вряд ли есть смысл прикладывать к файлу таблицу, которая может быть по размеру больше самого файла. В этом случае используют понятие фиксированной палитры. Ее не надо прикладывать к файлу, поскольку в любом графическом файле, имеющем шестнадцатиразрядное кодирование цвета, один и тот же код всегда выражает один и тот же цвет.

#### 4. Виды растров

**Растр** – это порядок расположения точек (растровых элементов). На рисунке 1 изображен растр, элементами которого являются квадраты, такой растр называется **прямоугольным**, именно такие растры наиболее часто используются.

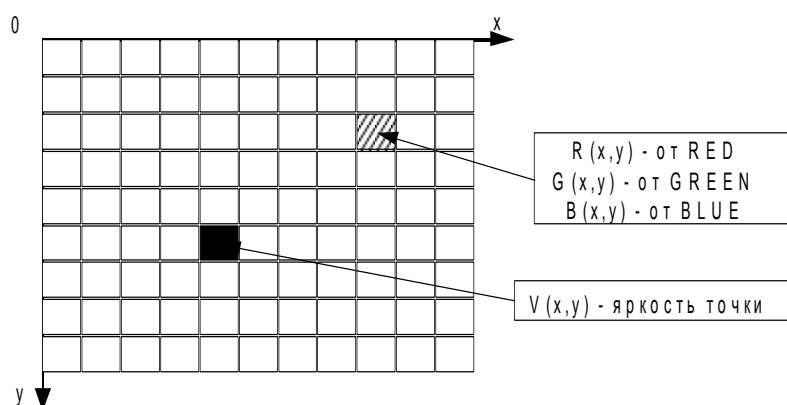


Рисунок 1 – Прямоугольный растр

Хотя возможно использование в качестве растрового элемента фигуры другой формы: треугольника, шестиугольника; соответствующего следующим требованиям:

- все фигуры должны быть одинаковые;
- должны полностью покрывать плоскость без наезжания и дырок.

Так в качестве растрового элемента возможно использование равносостороннего **треугольника**, как показано на рисунке 2, правильного **шестиугольника** (гексаэдра), показанного на рисунке 3. Можно строить растры, используя неправильные многоугольники, но практический смысл в подобных растрах отсутствует.

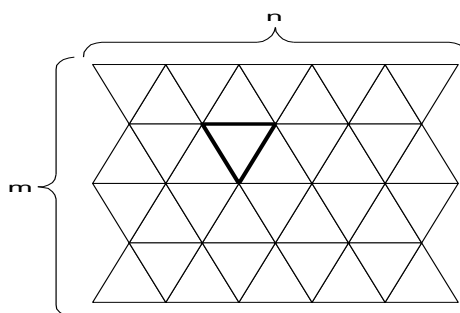


Рисунок 2 – Треугольный растр

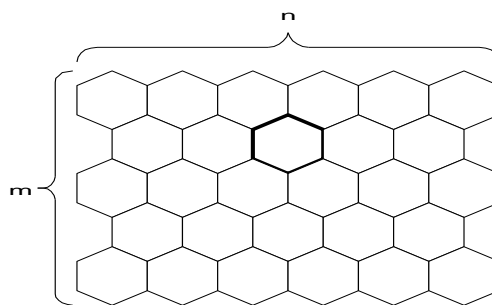


Рисунок 3 – Шестиугольный растр

Рассмотрим способы построения линий в прямоугольном и гексагональном растре.

В прямоугольном растре построение линии осуществляется двумя способами:

1) Результат – восьмисвязная линия. Соседние пиксели линии могут находиться в одном из восьми возможных положений. Недосток – слишком тонкая линия при угле  $45^\circ$ . Данный способ показан на рисунке 4а.

2) Результат – четырехсвязная линия. Соседние пиксели линии могут находиться в одном из четырех возможных положений, как показано на рисунке 4б. Недосток – избыточно толстая линия при угле  $45^\circ$ .

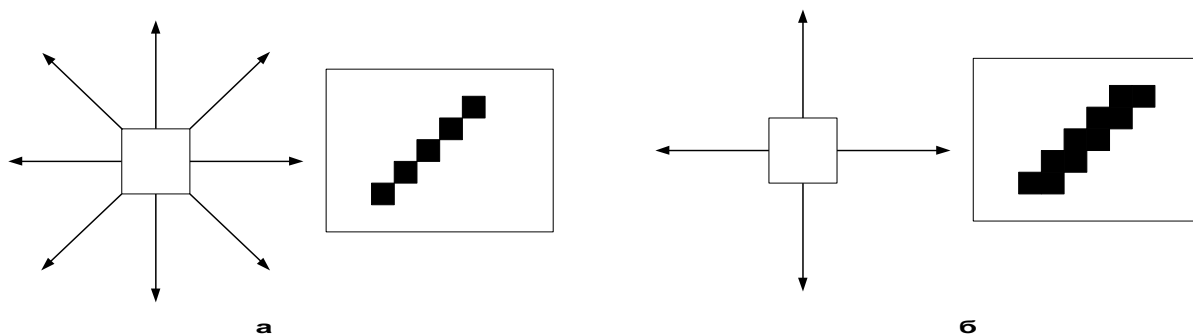


Рисунок 4 – Построение линии в прямоугольном растре

В **гексагональном растре** линии шестисвязные, такие линии более стабильны по ширине. Построение линии в гексагональном растре показано на рисунке 5.

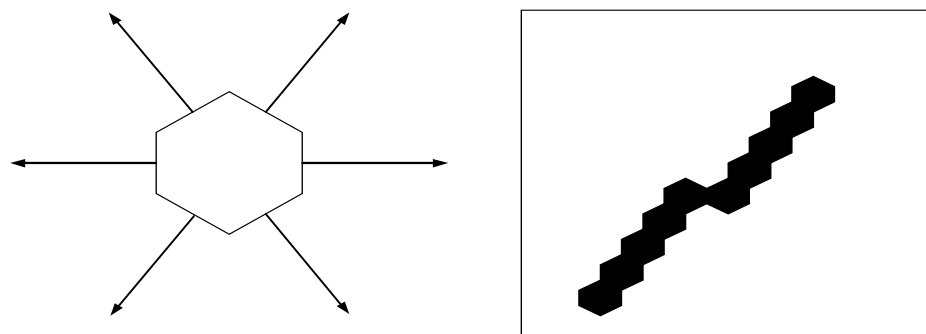


Рисунок 5 – Построение линии в гексагональном растре

Одним из способов оценки растра является передача по каналу связи кодированного, с учетом используемого растра, изображения с последующим восстановлением и визуальным анализом достигнутого качества. Экспериментально и математически доказано, что гексагональный растр лучше, т.к. обеспечивает наименьшее отклонение от оригинала. Но разница не велика.

## 5. Факторы, влияющие на количество памяти, занимаемой растровым изображением

Файлы растровой графики занимают большое количество памяти компьютера. Некоторые картинки занимают большой объем памяти из-за большого количества пикселей, любой из которых занимает некоторую часть памяти. Наибольшее влияние на количество памяти занимаемой растровым изображением оказывают три факта:

- **размер изображения;**
- **битовая глубина цвета;**
- **формат файла, используемого для хранения изображения.**

Существует прямая зависимость размера файла растрового изображения. Чем больше в изображении пикселей, тем больше размер файла. Разрешающая способность изображения на величину файла никак не влияет. Разрешающая способность оказывает эффект на размер файла только при сканировании или редактировании изображений.

Связь между битовой глубиной и размером файла непосредственная. Чем больше битов используется в пикселе, тем больше будет файл. Размер файла растровой графики сильно зависит от формата выбранного для хране-

ния изображения. При прочих равных условиях, таких как размеры изображения и битовая глубина существенное значение имеет схема сжатия изображения. Например, BMP файл имеет, как правило, большие размеры, по сравнению с файлами PCX и GIF, которые в свою очередь больше JPEG файла.

Многие файлы изображений обладают собственными схемами сжатия, также могут содержать дополнительные данные краткого описания изображения для предварительного просмотра.

## **6. Количество цветов растрового изображения**

**Количество цветов** (глубина цвета) – также одна из важнейших характеристик растра. Количество цветов является важной характеристикой для любого изображения, а не только растрового.

Классифицируем изображения следующим образом:

- **Двухцветные** (бинарные) – 1 бит на пиксел. Среди двухцветных чаще всего встречаются черно–белые изображения.
- **Полутонные** – градации серого или иного цвета. Например, 256 градаций (1 байт на пиксел).
- **Цветные изображения**. От 2 бит на пиксел и выше. Глубина цвета 16 бит на пиксел (65 536 цветов) получила название High Color, 24 бит на пиксел (16,7 млн цветов) – True Color. В компьютерных графических системах используют и большую глубину цвета – 32, 48 и более бит на пиксел.

## **7. Форматы растровых графических файлов**

**GIF** – формат, использующий алгоритм сжатия без потерь информации LZW. Максимальная глубина цвета – 8 бит (256 цветов). В нём также есть возможность записи анимации. Поддерживает прозрачность пикселей (двух-уровневая – полная прозрачность, либо полная непрозрачность). Данный формат широко применяется при создании Web–страниц. GIF–формат позволяет записывать изображение «через строчку», благодаря чему, имея только часть файла, можно увидеть изображение целиком, но с меньшим разреше-

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

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

#### Сравнение GIF и JPEG

- GIF – формат удобен при работе с рисованными картинками;
- JPEG – формат лучше использовать для хранения фотографий и изображений с большим количеством цветов;
- для создания анимации и изображений с прозрачным фоном применяется GIF–формат.

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

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

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

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

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

## **8. Достоинства и недостатки растровой графики**

Из достоинств растровой графики можно выделить следующие: растровая графика эффективно представляет реальные образы. Реальный мир состоит из миллиардов мельчайших объектов и человеческий глаз как раз приспособлен для восприятия огромного набора дискретных элементов, образующих предметы. На своем высшем уровне качества – изображение выглядят вполне реально подобно тому, как выглядят фотографии в сравнении с рисунками. Это верно только для очень детализированных изображений, обычно получаемых сканированием фотографий. Помимо естественного вида растровые изображения имеют другие преимущества. Устройства вывода, такие как лазерные принтеры, для создания изображений используют наборы точек. Растровые изображения могут быть очень легко распечатаны на таких



принтерах, потому что компьютерам легко управлять устройством вывода для представления отдельных пикселей с помощью точек.

Подводя итог, главные **преимущества растровой графики**:

- Растровая графика позволяет создать практически любой рисунок, вне зависимости от сложности, в отличие, например, от векторной, где невозможно точно передать эффект перехода от одного цвета к другому без потерь в размере файла.
- Распространённость — растровая графика используется сейчас практически везде: от маленьких значков до плакатов.
- Высокая скорость обработки сложных изображений, если не нужно масштабирование.
- Растровое представление изображения естественно для большинства устройств ввода-вывода графической информации, таких как мониторы (за исключением векторных устройств вывода), матричные и струйные принтеры, цифровые фотоаппараты, сканеры, а также сотовые телефоны.

Большие объёмы данных — это основная проблема при использовании растровых изображений. Для активных работ с большеразмерными иллюстрациями типа журнальной потребуются компьютеры с большими размерами оперативной памяти и хорошей видеокартой. Разумеется, такие компьютеры должны иметь и высокопроизводительные процессоры.

Второй недостаток растровых изображений связан с невозможностью их увеличения для рассмотрения деталей. Поскольку изображение состоит из точек, то увеличение изображения приводит только к тому, что эти точки становятся крупнее. Никаких дополнительных деталей при увеличении растрового изображения рассмотреть не удастся.

Итак, главные **недостатки растровой графики**:

- Большой размер файлов у простых изображений.
- Невозможность идеального масштабирования.