

T1. Графические системы. Графические стандарты. Графические библиотеки (Processing, p5.js). Графические редакторы (Photoshop, CorelDRAW, Blender).

Компьютерная графика —область деятельности, в которой компьютеры используются в качестве инструмента для создания изображений, а также для обработки визуальной информации, полученной из реального мира (фото, видео). Первые вычислительные машины не имели специальных средств для работы с графикой, однако уже использовались для получения и обработки изображений. Программируя память первых электронных машин, построенную на основе матрицы ламп, можно было получать узоры. С развитием компьютерных технологий развивалось и направление **компьютерной графики.**

Основные направления использования компьютерной графики:

Иллюстративное- включающее в себя все виды визуализации результатов моделирования или экспериментов, а также создание анимации и рекламных роликов;

Саморазвивающееся- т.е. обслуживание все более расширяющихся возможностей компьютерной графики;

Исследовательское- в котором наиболее интересные результаты предполагаются на пути обработки и вывода изображений, когда сама КГ является инструментарием для решения других задач (дизайнерских, архитектурных и т.п.).

Наиболее актуальные направления в развитии КГ в наши дни:

Придание изображению необходимой реалистичности;

Придание изображению необходимой динамики.

Графический интерфейс пользователя;

Спецэффекты, цифровая кинематография;

Цифровое телевидение, интернет, видеоконференции;

Цифровая фотография и существенно возросшие возможности по обработке фотографий;

Визуализация научных и деловых данных;

Компьютерные игры

Системы виртуальной реальности (например, тренажеры управления самолётом);

Системы автоматизированного проектирования;

Компьютерная томография.

Для решения этих задач требуется высокая точность графических моделей, и чрезвычайно высокая производительность вычислительных средств.

Изображение на дисплее получается из совокупности множества светящихся точек – **видео-пикселей**. Каждый пиксель имеет свой цвет, выбираемый из заданного набора цветов (палитры). Пиксели на экране образуют сетку из горизонтальных строк и вертикальных столбцов, которая носит название «**растр**», а **изображение** называют **растровым**. Пиксел в компьютерном файле не имеет определенного размера, так как хранит лишь информацию о своем цвете. Физический размер пиксел приобретает при отображении на конкретном устройстве вывода (монитор, принтер). Совокупность пикселей составляет матрицу и образует изображение на экране. Параметры матрицы в пикселях определяют размер в формате Ширина x ; Высота y .

Характеристики изображения:

- размер изображения
- разрешение

- формат
- тип цветовой модели
- палитра (цветовое разрешение)

Разрешение – это совокупность размера изображения в пикселях и глубины цвета. Разрешение характеризует количеством мельчайших элементов информации, из которых состоит изображение. Изображение может иметь различное **разрешение**, которое **определяется количеством точек по горизонтали и вертикали**.

Яркостное разрешение характеризует количество уровней яркости, которые может принимать отдельный пиксель. Чем выше яркостное разрешение, тем большее число уровней яркости будет содержать файл изображения.

Чем больше разрешение, тем лучше качество изображения.

Но следует различать:

- разрешение экрана;
- разрешение печатающего устройства;
- разрешение изображения.

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

Разрешение печатающего устройства — это свойство устройства, выражающее количество отдельных точек, которые могут быть напечатаны на участке единичной длины. Разрешение определяет количество точек, приходящихся на единицу длины, и измеряется в Точках на дюйм (Dots per Inch-dpi)

Разрешение изображения — это свойство самого изображения, которое 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 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.

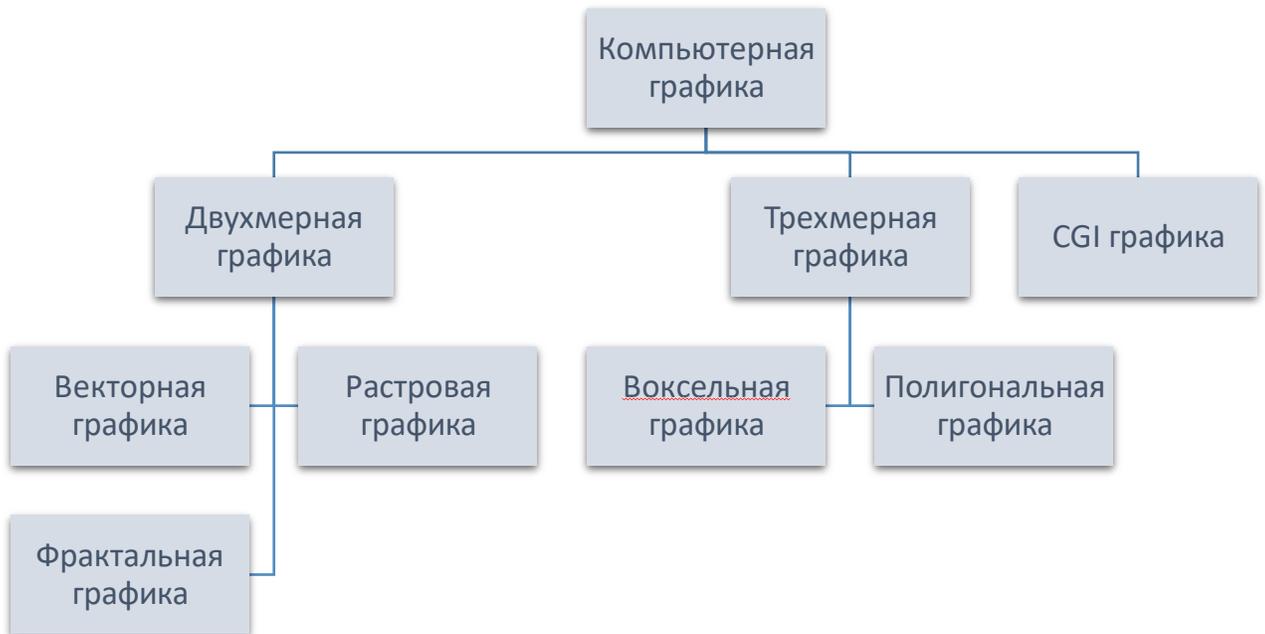
Если изображение готовят для демонстрации на экране, то его ширину и высоту задают в пикселях, чтобы знать, какую часть экрана оно занимает.

Если изображение готовят для печати, то его размер задают в единицах длины, чтобы знать, какую часть листа бумаги оно займет.

Классификация компьютерной графики

Виды компьютерной графики отличаются принципами формирования изображения.

Под видами компьютерной графики подразумевается способ хранения изображения на плоскости монитора.



По способам задания изображений графику можно разделить на категории:

- *Двумерная графика*
- *Трёхмерная графика (3D)*
- *Computer Generated Images (CGI Генерированные*

Компьютерные Объекты)

Двумерная графика

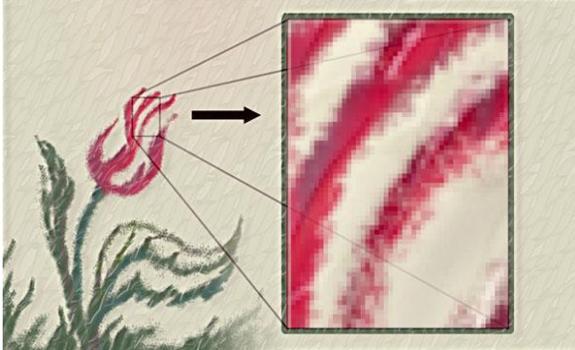
- Векторная графика
- Растровая графика
- Фрактальная графика

Растровая графика

Растровая графика – представление изображения в виде двумерного массива точек (пикселей), упорядоченных в ряды и столбцы

- оперирует двумерным массивом пикселей

- каждому пикселу сопоставляется значение — яркости, цвета, прозрачности — или комбинация этих значений растровый образ имеет некоторое число строк и столбцов.



Изображение создается совокупностью **пикселей**.

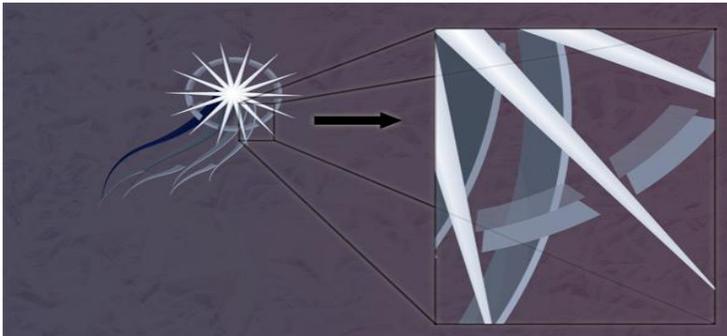
разрешение измеряется в точках на дюйм (dpi) или на сантиметр (dpc).

глубина цвета - число разрядов, отводимых для хранения информации о трех составляющих (если изображение цветное) или одной составляющей (для полутонового не цветного изображения).

Квадратики называются пикселями, а совокупность пикселей - растром. Изображение на экране монитора, получаемое со сканера, цифрового фотоаппарата или цифровой камеры являются растровыми изображениями. Качество растрового изображения зависит от размера пикселей. При сильном увеличении чёткой растровой картинке вы увидите набор квадратов разного цвета:

Практически все современные программы позволяют при увеличении растровой графики тем или иным способом размазать границы пикселей, но всё равно при увеличении растрового изображения его качество заметно ухудшается. Изображения, полученные из внешнего источника (сканера, фотоаппарата), изображения фотографического качества, а также изображения с большим количеством деталей (при этом таких, что их сложно представить математически) имеет смысл представлять в растровом виде.

Векторная графика



Векторные изображения формируются из математических линий, называемых *векторами*. В этом случае внешний вид изображения определяется геометрическими характеристиками векторов. **Векторная графика** представляет изображение как набор геометрических примитивов.

Векторную графику часто называют **объектно—ориентированной графикой** или **чертежной графикой**. В векторной графике объекты создаются путем комбинации различных объектов. При редактировании элементов векторной графики изменяются параметры прямых и изогнутых линий, описывающих форму этих элементов. В определённых случаях такой способ намного удобнее и компактнее. Например, для описания прямой линии требуется всего лишь задать положение её начала и конца, а также её толщину и цвет - всего 4 числа. Любые картинки можно представить с помощью векторной графики, разница будет лишь в том, насколько сложными будут математические формулы, которые её составляют. Это значит, что при превышении некоторого предела сложности векторная графика будет занимать больше места в памяти компьютера или будет дольше рассчитываться.

Характеристики векторной графики:

- представляется с помощью математических кривых;
- состоит из объектов, которые описываются с помощью опорных точек, соединённых так называемыми кривыми Безье;

- каждый объект находится на отдельном слое, внешние слои заслоняют внутренние (как аппликация);
- объекты можно всячески деформировать, растягивать и поворачивать без потери качества.



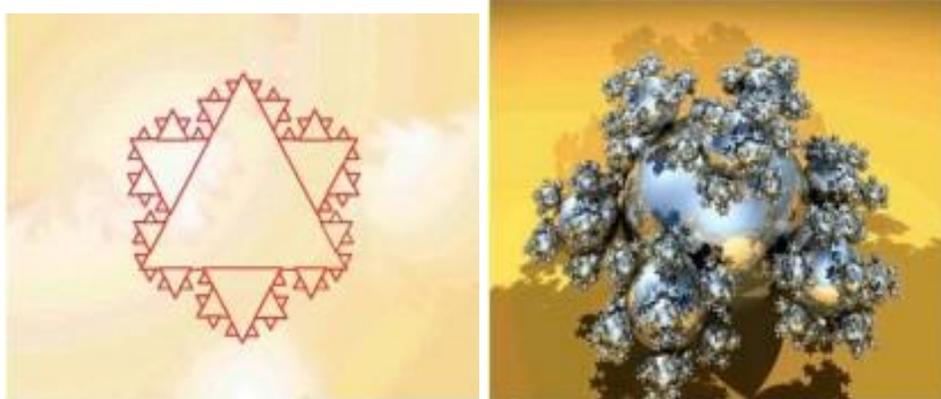
Фрактальная графика

Одна из быстроразвивающихся и перспективных видов компьютерной графики.

Фрактал – структура, состоящая из частей, подобных целому.

Одним из основных свойств является само-подобие. (Объекты называются само-подобными, когда увеличенные части объекта походят на сам объект). Небольшая часть фрактала содержит информацию обо всем фрактале. Таким образом, мелкие объекты повторяют свойства всего объекта. Процесс наследования можно продолжать до бесконечности. Фрактальная

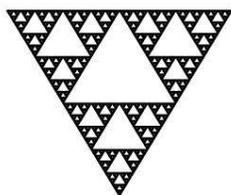
графика основана на математических вычислениях. Базовым элементом фрактальной графики является сама математическая формула (то есть никаких объектов в памяти компьютера не хранятся и изображение строится исключительно по уравнениям).

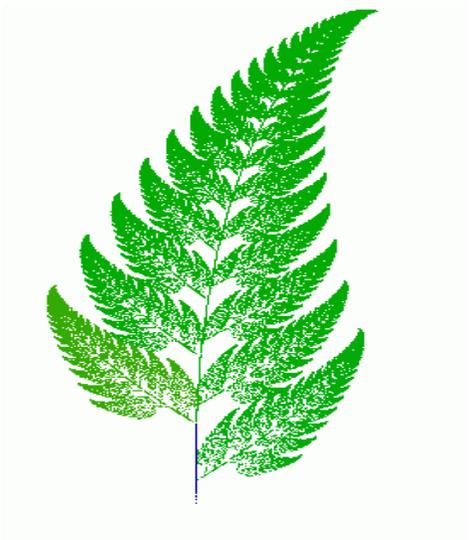


Таким способом строятся как простейшие регулярные структуры, так и сложные иллюстрации, имитирующие природные ландшафты и трехмерные объекты.

Фрактальная графика может быть описана по простому алгоритму, всего лишь несколькими математическими уравнениями

Фрактал



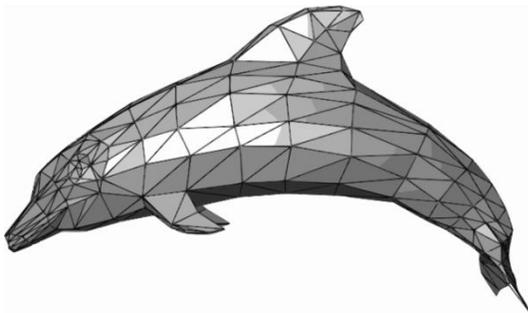


Трёхмерная графика (3D)

Различаем два вида трёхмерной графики – полигональная и воксельная:

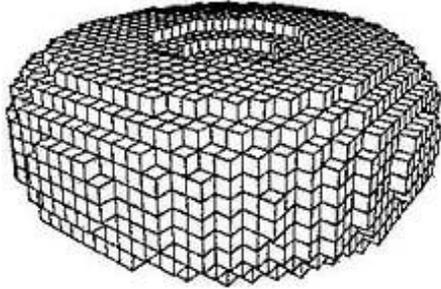
Полигональная

В полигональной компьютерной графике все объекты обычно представляются как набор поверхностей, минимальную поверхность называют полигоном. В качестве полигона обычно выбирают треугольники.



Воксельная

Воксельная графика, аналогична растровой. Объект состоит из набора трехмерных фигур, чаще всего кубов.



Трёхмерная графика оперирует объектами в трёхмерном пространстве, все объекты обычно представляются как набор поверхностей или частиц. Всеми визуальными преобразованиями управляют матрицы.

Используется три вида матриц:

матрица поворота

матрица сдвига

матрица масштабирования

Обычно результаты представляют собой плоскую картинку, проекцию. Трёхмерная компьютерная графика широко используется в кино, компьютерных играх.

Любой полигон можно представить в виде набора из координат его вершин. Так, у треугольника будет 3 вершины. Координаты каждой вершины представляют собой вектор (x, y, z) . Умножив вектор на соответствующую матрицу, мы получим новый вектор. Сделав такое преобразование со всеми вершинами полигона, получим новый полигон, а преобразовав все полигоны, получим новый объект, повернутый/сдвинутый/промасштабированный относительно исходного.



CGI графика

Computer Generated Images (Генерированные Компьютерные Объекты) спецэффекты в кинематографе, телевидении и симуляторах, созданные при помощи трёхмерной компьютерной графики. CGI позволяет создавать эффекты, которые невозможно получить при помощи традиционного грима и аниматроники, и может заменить декорации и работу каскадёров и статистов



Любое изображение на мониторе, в силу его плоскости, становится растровым, так как монитор это матрица, он состоит из столбцов и строк. Трёхмерная графика существует лишь в нашем воображении, так как то, что мы видим на мониторе — это проекция трёхмерной фигуры, а уже создаём пространство мы сами. Таким образом визуализация графики бывает только растровая и векторная, а способ визуализации это только растр (набор пикселей), а от количества этих пикселей зависит способ задания изображения.

CGI — изображения, получаемые компьютером на основе расчета и использующиеся в изобразительном искусстве, печати, кинематографических спецэффектах, на телевидении и в симуляторах. Созданием движущихся

изображений занимается компьютерная анимация, представляющая собой более узкую область графики CGI.

Компьютерная анимация

Слово "анимация" обозначает "оживление". В недавнем прошлом художники мультипликаторы создавали свои фильмы вручную. Чтобы передать движение, им приходилось делать тысячи рисунков, отличающихся друг от друга небольшими изменениями. Затем эти рисунки переснимались на киноплёнку.

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

Приложения компьютерной графики очень разнообразны. Для каждого направления создается специальное программное обеспечение, которое называют графическими программами, или графическими пакетами.

Система компьютерной анимации берет значительную часть рутинной работы мультипликации на себя. Художник может создать на экране рисунки лишь начального и конечного состояния движущегося объекта, а все промежуточные состояния рассчитает и изобразит компьютер. Полученные рисунки, выводимые последовательно на экран с определенной частотой, создают иллюзию движения.

Графические системы

Графическая система - ансамбль, состоящий из устройств и программ, специализирующихся на синтезе, обработке и анализе графической информации, представленной в виде изображений.

Графическая система, позволяющая взаимодействовать с пользователем через специализированное оборудование (мышь, графический планшет, джойстик и т. д.) называется **интерактивной графической системой**.

Классификация графических систем:

Графические системы можно классифицировать по цели выполняемой ими обработки.

С этой точки зрения различают:

- *системы для синтеза изображений,*
- *системы для обработки изображений,*
- *системы для анализа изображений.*

1. Системы для синтеза изображений

Модель изображения представляет собой список графических примитивов (линия, круг, многоугольник, текст и другие), сопровождаемые такими атрибутами, как: цвет, тип и ширина линии и т. д.

Модель изображения может быть результатом вычислений конкретного приложения (например, графическое представление функции) или может редактироваться пользователем через прикладные программы (например, эскиз комнаты, дома и т. д.). Пользователь может потребоваться различные преобразования объектов, отображаемых на изображении или изображения в целом. Прикладные программы специализируются в разных областях, на пример:

- компьютерное проектирование в электронике,
- по механике,
- в архитектуре,
- картография,
- экономическое управление,
- электронная типография,
- кинопроизводство и др.

2. Система для обработки изображений

В системах обработки изображений входные данные извлекаются из картинок. Изображение может быть фотографией или изображением из реального мира.

Система обработки изображений направлена на улучшение изображений с точки зрения восприятия человеком через:

- изменение цвета,
- улучшение контрастности,
- выборочный рендеринг разных частей изображения и др.

3. Системы для анализа изображений

Анализ изображений направлен на идентификацию объектов, представленных в изображениях с цифровой кодировкой. Системы анализа изображений используются в приложениях для распознавания форм, для идентификации объектов, для анализа рельефа и природных ресурсов и др.

Для получения графических изображений требуются специальные технические средства компьютера и специальное графическое программное обеспечение.

Графические стандарты

Цели, преследуемые стандартизацией графических систем, заключаются в следующем:

1. Переносимость программ по двум аспектам:
 - независимость от компьютерной системы и используемой графической системы;
 - независимость от оборудования.
2. Переносимость графической информации, т.е. возможность передачи описаний изображения между разными графическими системами.
3. Возможность длительного хранения графической информации.
4. Единое обучения в области дизайна и использования графических систем, предоставление общего словаря терминов и понятий.

Первым международным стандартом в области систем синтеза изображений, был принят в 1985 году компанией ISO (Международная организация по стандартизации) и ANSI (Американский национальный институт стандартов) стал G.K.S. (**Graphical Kernel System** - Система графического ядра).

Он определяет полный набор двухмерных функций отображения независимых от оборудования, функции сегментации (группировка графических примитивов), функции преобразования, функции управление рабочими станциями и функции взаимодействия.

G.K.S. состоит из двух частей:

- I - Описание функций графической системы независимо от языка;
- II - Интерфейсы для разных языков программирования высокого уровня (Fortran, Pascal, C, Ada), параметры каждой подпрограммы и сообщения об ошибках.

Впоследствии а был принят расширенный стандарт GKS, который, отображает изображения трехмерных объектов, **GKS-3D**.

Позже были предложены другие стандарты: CGI **Computer Graphics Interface**) и VDI (**Virtual Device Interface**).

Ассоциацией стандартов в области видео-электроники VESA (Video Electronic Standard Association) было принято решение о стандартизации набора функций, обеспечивающего получение необходимой информации о видеокарте, установку заданного режима и памяти.

Основными типами видеокат являются:

CGA (Color Graphics Adapter)

MCGA (Multicolor Graphics Array

HGC (Hercules Graphics Card)

EGA (Enhanced Graphics Adapter)

PGA (Professional Graphics Adapter или EGA-Plus

VGA (Video Graphics Array) - основной графический стандарт

Стандарт	Разрешающая.	Количество цветов	частота кадров, Гц
CGA	320*200	4 из 16	60
Hercules	720*348	монохр	50
EGA	640*350	16 из 64	60
PGA	640*480	16 из 256	60
VGA	640*480 320*200	16 из 256 256 из 262144 (218)	70
SVGA	800*600	256	

Разрешающая способность определяется емкостью видеопамяти (число точек по горизонтали X, число точек по вертикали Y, число бит цветов на одну точку), полосой пропускания, частотой строк и кадров. При воспроизведении графики разрешающую способность желательно иметь как можно выше, поскольку пользователи ПК находятся на незначительном расстоянии от экрана и лучше видят все несовершенства изображения.

Реализация палитры VGA требует, кроме аналога палитры EGA, наличия дополнительно 256 специальных регистров (DAC-регистры Digital Analog Converter), где для каждого цвета хранится его 18-битовое представление (по 6 бит на каждую компоненту). При этом исходному номеру цвета с использованием 6-битовых регистров палитры сопоставляется значение от 0 до 63

Графические форматы

Графические форматы различаются по:

- - виду хранимых данных (растровая, векторная и смешанная формы),
- - по допустимому объему данных
- - параметрам изображения
- - хранению палитры
- - методике сжатия данных - по способам организации файла (текстовый, двоичный)

Векторные форматы графических файлов

Название формата	Программы, которые могут открывать файлы
WMF Windows MetaFile	Большинство приложений WINDOWS
EPS Encapsulate PostScript	Большинство настольных издательских систем и векторных программ, некоторые растровые программы
DXF Drawing Interchange Format	Все программы САПР, многие векторные редакторы, некоторые настольные издательские системы
CGM Computer Graphics Metafile	Большинство программ редактирования векторных рисунков, САПР и издательские системы

Растровые форматы графических файлов

Название формата	Программы, которые могут открывать файлы	Метод сжатия
BMP Windows Device Independent Bitmap	Все программы WINDOWS, которые используют растровую графику	RLE для 16- и 256-цветных изображений (по желанию)
PCX Z - Soft PaintBrush	Почти все графические приложения для PC	RLE (всегда)
GIF Graphic Interchange Format	Почти все растровые редакторы; большинство издательских пакетов; векторные редакторы, поддерживающие растровые объекты	LZW (всегда)

Самые популярные растровые форматы:

1. **BMP**. Глубина цвета в данном формате может быть 1, 4, 8, 16, 24, 32, 48 бит на пиксель. В формате BMP изображения могут храниться как есть или же с применением некоторых распространённых алгоритмов сжатия. В частности, формат BMP поддерживает RLE-сжатие без потери качества, а современные операционные системы и программное обеспечение позволяют использовать JPEG и PNG (эти форматы встраиваются в BMP как в контейнер).

2. **GIF** Изображение в формате GIF хранится построчно, поддерживается только формат с индексированной палитрой цветов. Стандарт разрабатывался только для поддержки 256-цветовой палитры. Один из цветов в палитре может быть объявлен «прозрачным». В этом случае в программах, которые поддерживают прозрачность GIF (например, большинство современных браузеров) сквозь пиксели, окрашенные «прозрачным» цветом будет виден фон. GIF анимация может использовать прозрачность для того чтобы не сохранять очередной кадр целиком, а только изменения относительно предыдущего. GIF использует формат сжатия LZW. Это означает, что восстановленные из GIF данные будут в точности соответствовать упакованным.

3. **PNG** сжимающий графическую информацию без потерь качества, используя алгоритм Deflate, в отличие от GIF или TIFF сжимает растровые изображения не только по горизонтали, но и по вертикали, что обеспечивает более высокую степень сжатия и поддерживает цветные фотографические изображения вплоть до 48-битных включительно. Так же позволяет создавать изображения с 256 уровнями прозрачности за счет применения дополнительного альфа-канала с 256 градациями серого

4 **JPEG** может хранить только 24-битовые полноцветные изображения. Одноименный с форматом, достаточно сложный алгоритм сжатия основан на особенностях человеческого зрения Алгоритм JPEG в наибольшей степени пригоден для сжатия фотографий и картин, содержащих реалистичные сцены с плавными переходами яркости и цвета. Наибольшее распространение JPEG получил в цифровой фотографии и для хранения и передачи изображений с использованием сети Интернет.

5. **PSD** Photoshop Document (PSD) — растровый формат хранения графической информации, использующий сжатие без потерь, созданный

специально для программы Adobe Photoshop и поддерживающий все его возможности:

- сохраняет слои и папки слоёв;
- сохраняет прозрачность и полупрозрачность;
- сохраняет векторные графические элементы и стили слоёв программы Photoshop;
- изображение сжимается без потери качества (RLE-сжатие).

Самые популярные векторные форматы:

1. **CDR** (CorelDRAW) В файлах применяется отдельная компрессия для векторных и растровых изображений, могут внедряться шрифты, файлы CDR имеют огромное рабочее поле 45x45 метров, поддерживается многостраничность. Данный формат файла разработан компанией Corel для использования в собственных программных продуктах. Файлы CDR можно также открыть программой Corel Paint Shop Pro.

2. **AI** (Adobe Illustrator) поддерживают практически все программы, так или иначе связанные с векторной графикой. Этот формат является наилучшим посредником при передаче изображений из одной программы в другую. По иллюстративным возможностям, (может содержать в одном файле только 1 страницу, имеет маленькое рабочее поле - этот параметр очень важен для наружной рекламы - всего 3x3 метра) тем не менее, он отличается наибольшей стабильностью и совместимостью с языком PostScript, на который ориентируются практически все издательско-полиграфические приложения.

3. **WMF** (англ. Windows MetaFile) — универсальный формат векторных графических файлов для Windows приложений. Используется для хранения коллекции графических изображений Microsoft Clip Gallery. Формат разработан Microsoft и является неотъемлемой частью Windows, так как

сохраняет последовательность аппаратно-независимых функций GDI (Graphical Device Interface), непосредственно выводящих изображение в заданный контекст графического устройства (на экран, на принтер и т.п.). Как формат векторной графики WMF в той или иной степени поддерживается многими мощными приложениями и может использоваться для обмена данными между ними.

Графические библиотеки

Программы независимые от оборудования, реализованные в виде библиотеки подпрограмм, которые вызываются из программ, называются **графическими библиотеками**.

Processing — это бесплатная графическая библиотека и интегрированная среда разработки (IDE), созданная электронного искусства, визуального дизайна с целью обучения непрограммистов основам компьютерного программирования в визуальном контексте.

Processing использует язык Java с дополнительными упрощениями, такими как дополнительные классы и математические функций и операций. Он также предоставляет графический пользовательский интерфейс для упрощения этапов компиляции и выполнения.

Язык Processing и IDE были предшественниками других проектов, включая Arduino, Wiring и Processing.js.

P5.js — это библиотека JavaScript для творческого кодирования, с акцентом на то, чтобы сделать программирование доступным для художников, дизайнеров, и начинающих. P5.js бесплатен и имеет открытый исходный код, потому что мы считаем, что программное обеспечение и инструменты для его изучения должны быть доступны каждому.

P5.js имеет полный набор функций рисования. Однако не ограничен холстом для рисования. Можно рассматривать всю страницу браузера как эскиз, включая объекты HTML для текста, ввода, видео, веб-камеры и звука.

Графический редактор

Графический редактор — программа (или пакет программ), позволяющая создавать, просматривать, обрабатывать и редактировать цифровые изображения (рисунки, картинки, фотографии) на компьютере.

Типы графических редакторов:

- Растровые графические редакторы.
- Векторные графические редакторы.
- Гибридные графические редакторы.

Наиболее популярны: RasterDesk (для AutoCAD) и Spotlight. Adobe Photoshop имеет ряд функций для работы с векторной графикой, а Adobe Illustrator и Corel Draw некоторые функции для работы с растровой графикой.

Растровый графический редактор — специализированная программа, предназначенная для создания и обработки растровых изображений, которая в память компьютера записывается как набор точек, а не как совокупность формул геометрических фигур. Подобные программные продукты нашли широкое применение в обработке цифровых фотографий и применяются в работе художников-иллюстраторов, при подготовке изображений к печати типографским способом или на фотобумаге, для публикации в интернете.

Растровые графические редакторы позволяют пользователю рисовать и редактировать изображения на экране компьютера, а также сохранять их в

различных растровых форматах, таких как, например, JPEG и TIFF, позволяющих хранить растровую графику с незначительным снижением качества за счёт использования алгоритмов сжатия с потерями, PNG и GIF, поддерживающими хорошее сжатие без потерь, и BMP, также поддерживающем сжатие (RLE), но в общем случае представляющем собой несжатое «попиксельное» описание изображения.

Растровые редакторы используют для представления изображений матрицу окрашенных точек (*bit map*). Большинство современных растровых редакторов содержат векторные инструменты редактирования в качестве вспомогательных, но сохраняют изображения только в растровых форматах. Наиболее популярные: платный Adobe Photoshop и бесплатные GIMP, Krita, Photofiltre, Paint.NET и Canva.

Характеристики растровых графических редакторов:

- позволяют повышать качество изображений путем изменения цветовой палитры и цвета отдельного пикселя;
- повышают яркость и контрастность изображений;
- удаляют мелкие дефекты изображения (царапины, следы перегибов и т.д.)
- позволяют преобразовать черно-белое изображение в цветное, или наоборот;
- использовать различные эффекты преобразования изображений

Векторные графические редакторы позволяют создавать и редактировать, векторные изображения непосредственно на экране компьютера, а также сохранять их в различных векторных форматах, например, CDR, AI, EPS, WMF или SVG.

Основные инструменты векторных редакторов

- Кривые Безье — позволяют создавать прямые, ломаные и гладкие кривые, проходящие через узловые точки, с определёнными касательными в этих точках;
 - Заливка — позволяет закрашивать ограниченные области определённым цветом или градиентом;
 - Текст создаётся с помощью соответствующего инструмента, а потом часто преобразуется в кривые, чтобы обеспечить независимость изображения от шрифтов, имеющихся (или отсутствующих) на компьютере, используемом для просмотра;

Набор геометрических примитив;

- Карандаш — позволяет создавать линии «от руки». При создании таких линий возникает большое количество узловых точек, от которых в дальнейшем можно избавиться с помощью «упрощения кривой». Наиболее популярные: платные Adobe Illustrator, Corel Draw, бесплатный Inkscape и условно-бесплатный Figma.

Сравнение векторных и растровых редакторов

Векторные редакторы часто противопоставляют растровым редакторам. В действительности их возможности часто дополняют друг друга:

- Векторные редакторы обычно более пригодны для создания разметки страниц, типографики, логотипов, sharp-edged artistic иллюстраций (например, мультипликация, clip art, сложные геометрические шаблоны), технических иллюстраций, создания диаграмм и составления блок-схем.
- Растровые редакторы больше подходят для обработки и ретуширования фотографий, создания фотореалистичных иллюстраций, коллажей, и создания рисунков от руки с помощью графического планшета.

Последние версии растровых редакторов (таких, как GIMP или Photoshop) предоставляют пользователю и векторные инструменты (например, изменяемые кривые), а векторные редакторы (CorelDRAW, Adobe Illustrator, Xara Designer, Adobe Fireworks, Inkscape, и другие) реализуют и растровые эффекты (например, заливку), хотя иногда и несколько ограниченные по сравнению с растровыми редакторами.