

**Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича  
Кафедра Конструирования и производства  
радиоэлектронных средств**

**Дисциплина: «Проектная графика в конструкциях электронных  
средств»**

**ТЕМА 1: «Введение в проектную графику»  
Лекция №2 «Векторная проектная графика»  
(2 часа)**

**Доцент кафедры, к.п.н.,  
Мордовин В.Н.**

**2018 г.**

**СПб ГУТ)))**

# Учебные вопросы

- 1. Преимущества, недостатки и особенности векторной графики.**
  - 1.1. Основные достоинства векторной графики.
  - 1.2. Основные недостатки векторной графики.
- 2. Математические основы векторной графики.**
- 3. Краткий обзор «векторных» графических редакторов.**
  - 3.1. Векторные графические форматы файлов.**

# Литература

1. Воройский Ф.С. Информатика. Энциклопедический словарь-справочник: введение в современные информационные и телекоммуникационные технологии в терминах и фактах. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 768 с.
2. Петров М.Н., Молочков В.П. Компьютерная графика: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб. Питер, 2009.

# ВВЕДЕНИЕ

Все компьютерные изображения, все форматы для их хранения и все программы для их обработки делятся на два больших класса – *векторные и растровые*, – различающиеся, прежде всего, уровнем абстракции, примененной к изображению.

*Векторная графика* в большинстве своем создается человеком *с нуля* прямо в векторном редакторе, а попытки генерировать ее автоматически редко когда приводят к удовлетворительному результату. И наоборот, основной поставщик растровых изображений – фотографии, т.е. в существенной своей части автоматический процесс с легко оцифровываемыми результатами.

## Введение

Векторное изображение состоит из объектов – геометрических форм, составленных из прямых, дуг окружности и кривых Безье. Во всех векторных форматах объекты могут варьировать *толщину и цвет контура*, а замкнутые объекты – еще и *цвет заливки*. Объекты могут накладываться, частично или полностью заслоняя друг друга. В качестве *отдельных объектов* могут включаться *растровые изображения и строки или абзацы текста* (буквы которых могут также храниться в виде геометрических форм, но допускают и более высокий уровень абстракции – разделение на собственно текст, который можно редактировать, и параметры его оформления).

## 1.1. Преимущества, недостатки и особенности векторной графики

**Векторная графика** – построение изображения с помощью “векторов” - функций, которые позволяют вычислить положение точки на экране или бумаге. Векторная графика описывает изображения с использованием прямых и изогнутых линий (векторов), а также параметров, описывающих цвета и расположение. Совокупность таких “векторов” - векторное изображение. Векторы представляют собой математическое описание объектов относительно точки начала координат.

Сложность при передаче данных из одного векторного формата в другой заключается в использовании программами различных алгоритмов, разной математики при построении одних и тех же объектов. Векторная графика не зависит от разрешения, т.е. может быть показана в разнообразных выходных устройствах с различным разрешением без потери качества.

В векторной графике *базовым элементом является линия*, которая описывается математической формулой. Такое представление данных компактнее, но построение объектов сопровождается непрерывным пересчетом параметров кривой в координаты экранного или печатного изображения. Линия является *элементарным объектом, которому присущи определенные особенности: форма, толщина, цвет и т.д.* Любой объект (прямоугольник, эллипс, текст и даже прямая линия) воспринимается как кривые линии. *Исключение составляют лишь импортируемые растровые объекты.*

Векторные объекты всегда имеют ***путь***, который определяет их форму. Если путь является *замкнутым*, то есть *конечная точка совпадает с начальной*, объект имеет внутренний участок, который может быть заполнен цветом или другими объектами. Все ***пути включают два компонента: сегменты и узлы.***

*Путь* представляет собой маршрут, соединяющий начальную и конечную точку.

**Сегмент** - отдельная часть пути, может быть как прямой, так и кривой линией.

**Узел** - начальная или конечная точка сегмента.

Каждый элемент векторной графики содержит эти **три основных элемента** и позволяет их редактировать.



## 1.1. Основные достоинства векторной графики

- *Удобство ее использования для изображений, состоящих из элементов, которые могут быть разложены на простейшие геометрические объекты* (линии, окружности, многоугольники, текст и т.п.).
- *Векторные данные легко масштабируются и поддаются различного рода манипуляциям* (в том числе вращению, вытягиванию, сжатию и т.п.).
- *Векторные изображения легко адаптируются к различным устройствам вывода и принципиально могут быть преобразованы в другой векторный формат* (могут появиться проблемы, связанные с использованием программами разных алгоритмов и математики при построении одних и тех же объектов).

- Векторная графика экономна в плане объемов дискового пространства, необходимого для хранения изображений: (сохраняется не само изображение, а только некоторые основные данные, в частности, координаты опорных и управляющих точек, используя которые программа всякий раз заново воссоздает изображение).
- Объекты векторной графики легко трансформируются и ими легко манипулировать, что не оказывает практически никакого влияния на качество изображения.
- Векторная графика максимально использует возможности разрешающей способности любого выводного устройства (изображение всегда будет выглядеть настолько качественно, насколько позволяет данное устройство).
- Развитая интеграция векторных изображений и текста, единый подход к ним, и как следствие, — возможность создания конечного продукта.

## 1.2. Основные недостатки векторной графики

- **Проблематичность** ее использования для передачи сложных изображений (например фотографий).
- **Визуализация** векторных изображений может потребовать значительно больше времени, чем растрового файла такой же сложности, поскольку каждый элемент изображения должен быть воспроизведен отдельно и в определенной последовательности.
- **Программная зависимость**, поскольку не существует принципиальной возможности создать единый стандартный формат, который бы позволял свободно открывать любой векторный документ в любой векторной программе.
- Векторный принцип описания изображения **не позволяет автоматизировать ввод графической информации**, как это делает сканер или цифровая фотокамера для точечной графики.

## 2. Математические основы векторной графики

Различные объекты имеют различные способы представления.

**Точка.** Объект на плоскости представляется двумя числами  $(x, y)$  относительно начала координат.

**Прямая линия.** Ей соответствует уравнение  $y = kx + b$ . Указав параметры  $k$  и  $b$  можно создать прямую линию в известной системе координат.

**Сегмент прямой.** Для описания нужно дополнительно указать параметры  $x_1$  и  $x_2$ , соответственно на *начало* и *конца* отрезка.

**Кривая линия II порядка.** К ним относятся эллипсы, круги, параболы, гиперболы и т.д. Прямая линия также случаем кривой II порядка. Кривая II порядка не имеет точек перегиба и описывается уравнением:

$$a_0x^2 + a_1y^2 + a_2xy + a_3x + a_4y + a_5 = 0 \quad (2.1)$$

Для построения отрезка кривой дополнительно нужны еще два параметра *начала* и *конца* отрезка.

- **Кривая линия III порядка.** Важно наличие точки перегиба, что позволяет отобразить различные объекты. Уравнение кривой III порядка:

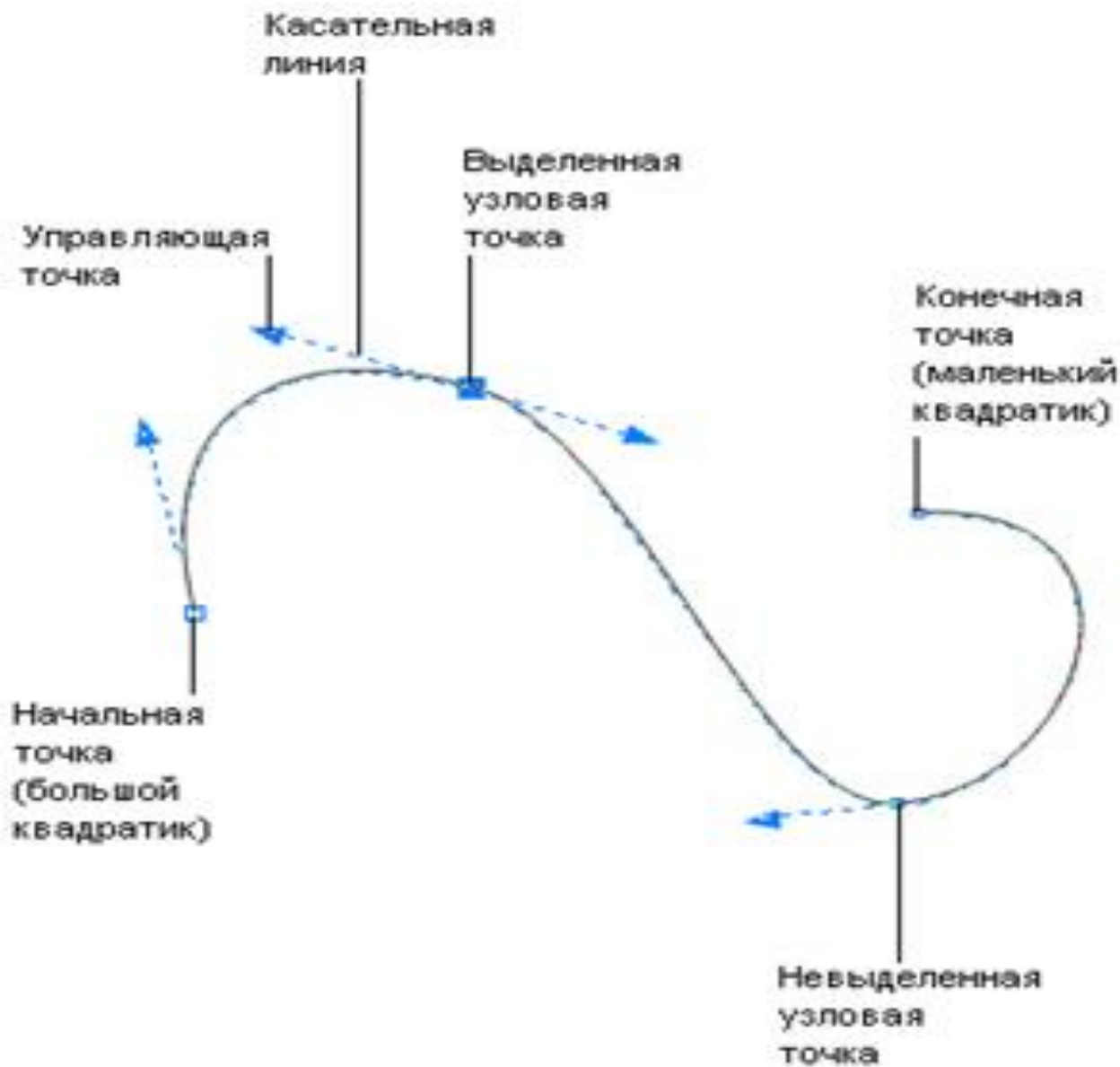
$$a_0x^3 + a_1y^3 + a_2x^2 + a_3xy^2 + a_4x^2 + a_5y^2 + a_6xy + a_7x + a_8y + a_9 = 0$$

▪ (2.2)

- Для описания отрезка нужны еще два параметра начала и конца отрезка.
- *Прямая и кривые II порядка является частным случаем кривых III порядке.*

- **Кривые Безье.** Упрощенный вид кривых III порядка. Математик Пьер Безье (Pierre Bezier) открыл, что произвольную *кривую можно задать с помощью двух векторов, находящихся в начале и конце кривой.* Метод построения кривых Безье основан на использовании пары касательных, проведенных к отрезку линии в его окончании. На форму кривой линии *влияет угол наклона касательной и длина ее отрезка.* Таким образом, касательные играют роль виртуальных рычагов, с помощью которых управляющие формой кривой.
- Внешний вид кривой *определяется кривизной*, то есть ее изогнутостью между двумя узлами. *Кривизна определяется двумя параметрами кривой в каждом узле, которые графически представлены с помощью отрезков, выходящих из узлов. Эти отрезки называются манипуляторами кривизны.* Степень кривизны определяется длиной манипулятора кривизны.

# Термины, связанные с редактированием узлов на кривых Безье



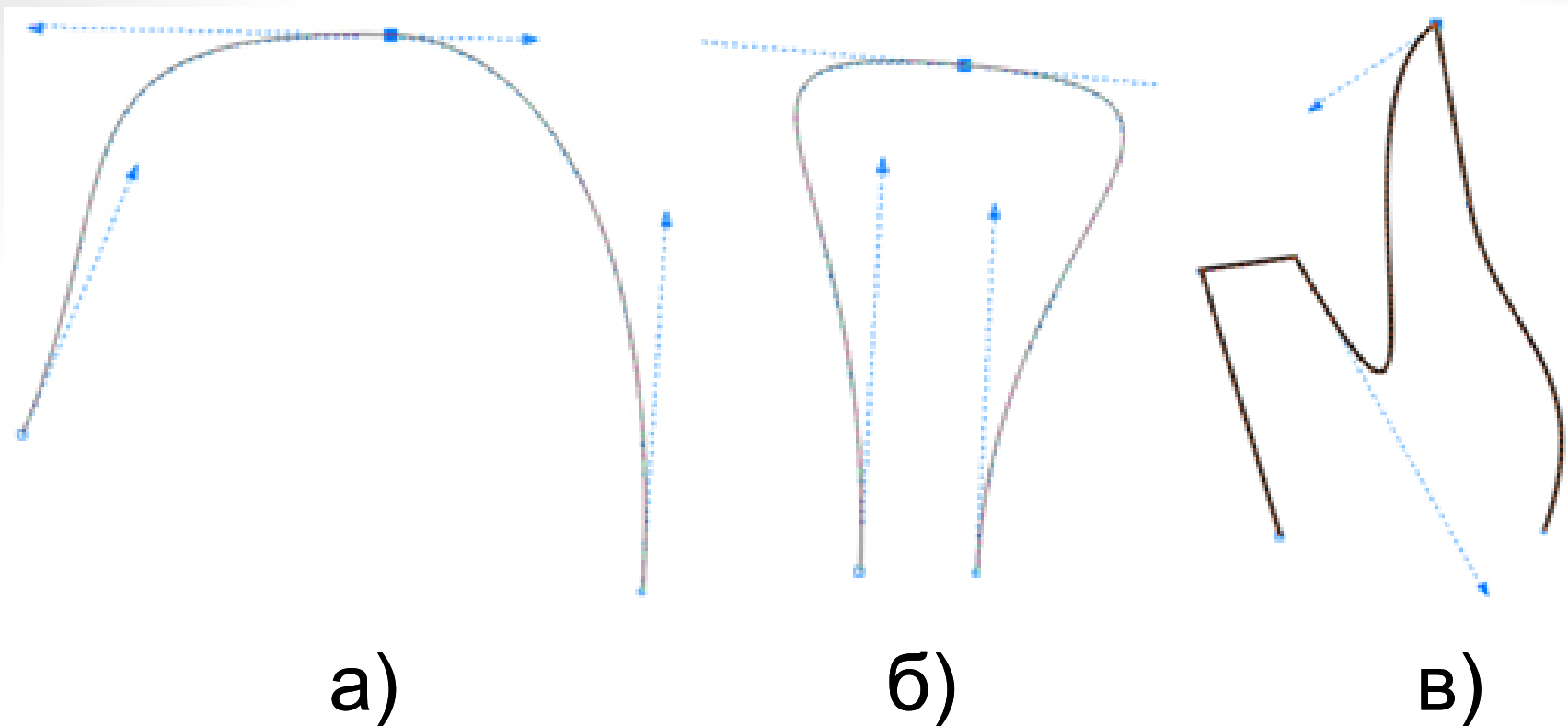
С помощью кривых создается *контур объекта*, внутри которого может быть **заполнение** (любой цвет, штриховки или изображения). Заполненный объект трактуется как единый элемент, то есть при чередовании формы объекта, заполнение заполняет всю его внутреннюю область.

Заполнение можно разбить на 4 категории:

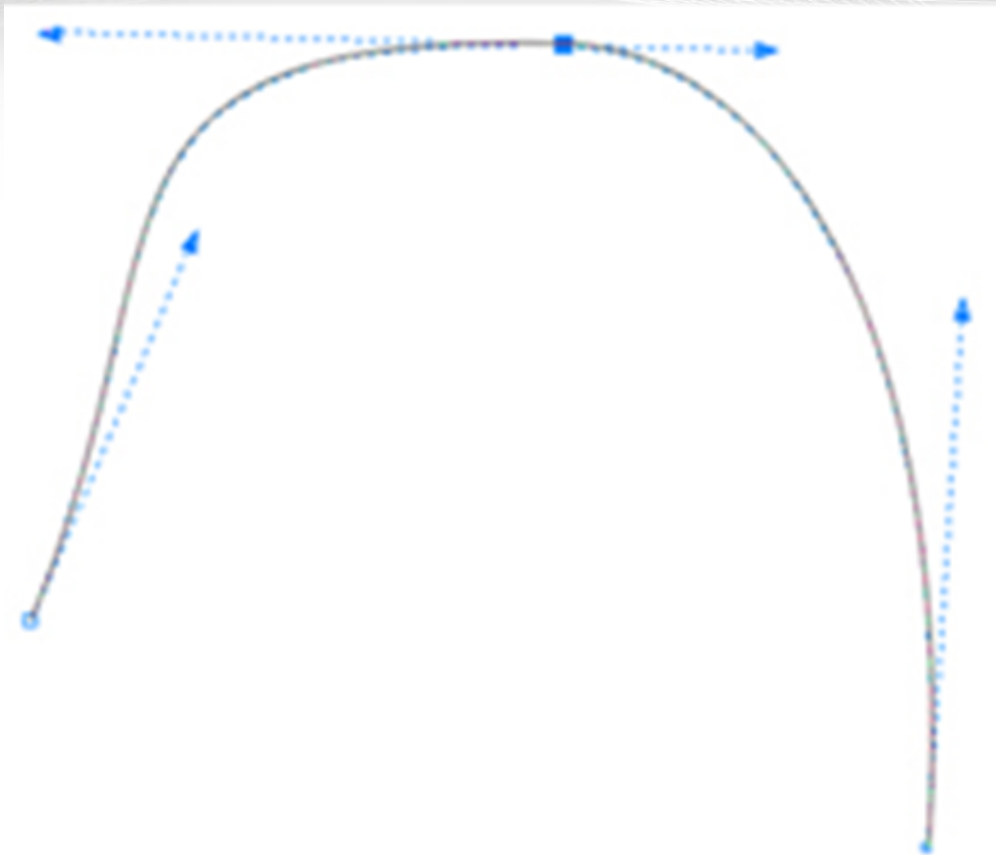
- **однородное** заполнение - одним цветом или штриховкой;
- **градиентное**, при котором цвета или тени постепенно изменяются (линейная, радиальная, коническая, прямоугольная и т.д.);
- **узорчатое**, при котором объект заполняется повторяющимися изображениями (двухцветными или многоцветными);
- **текстурное** заполнение (художественные изображения).



# Различают три типа узловых точек:

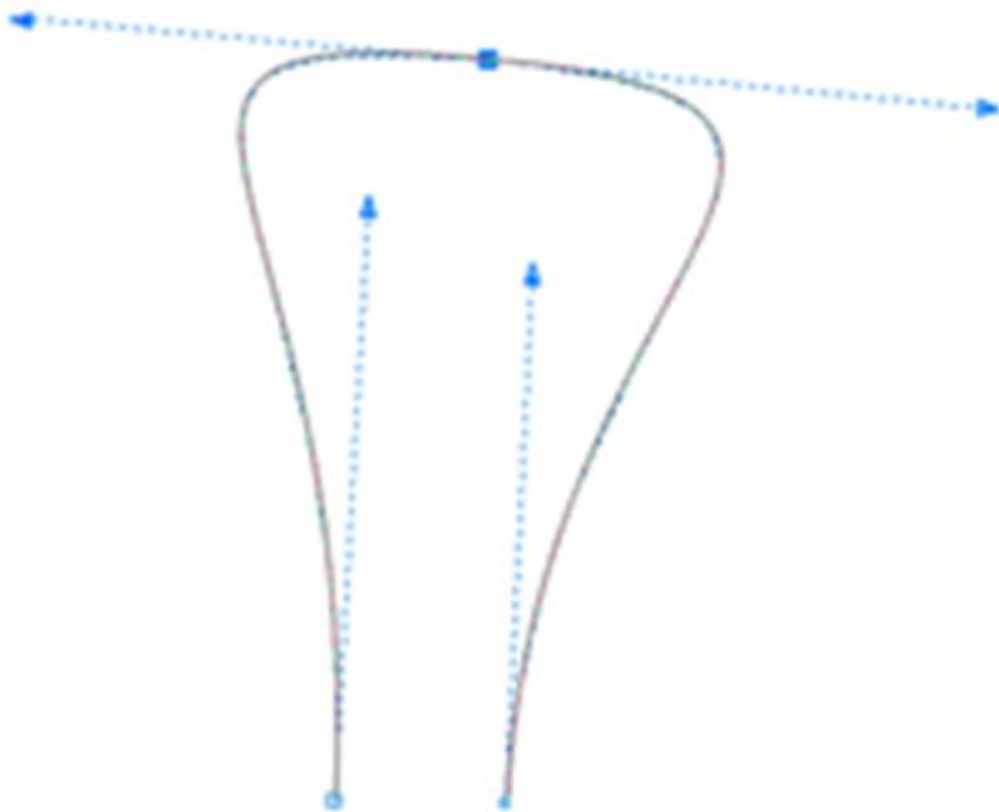


а) - Гладкий узел, б) - Симметричный узел,  
в) - Острый узел



*У гладкой узловой точки* касательные линии лежат на одной прямой, но имеют разную длину. Это говорит о том, что кривизна криволинейных участков, прилегающих к этой опорной точке, различна с разных ее сторон.

У **симметричного узла** оба отрезка касательных по обе стороны точки привязки имеют одинаковую длину и лежат на одной прямой, которая показывает направление касательной к контуру в данной узловой точке. Это означает, что кривизна сегментов с обеих сторон точки привязки одинакова.





У **острого узла** касательные линии с разных сторон этой точки *не лежат на одной прямой*. Поэтому два криволинейных сегмента, прилегающих к опорной точке, имеют различную кривизну с разных сторон узловой точки и контур в этой точке образует резкий излом. В частности, один из отрезков касательных может быть равен нулю.

## Примитивы (Формы)

Наряду с разнообразными линиями и кривыми, векторные редакторы имеют в своем составе **специальные инструментальные средства** для создания простых форм (графических примитивов), что упрощает построение сложных объектов. Среди примитивов находятся такие фигуры как ***Rectangle*** (**Прямоугольник**), ***Ellipse*** (**Эллипс**), ***Polygon*** (**Многоугольник**), ***Spiral*** (**Спираль**). Часто простые формы используются в качестве исходных заготовок для создания на их базе более сложных объектов.

### 3. Краткий обзор «векторных» графических редакторов

- 1) **Office Art** – графическая подпрограмма, предназначенная для создания геометрических фигур, блок-схем и т.п. Обладает очень слабыми возможностями, встроена во все приложения *Microsoft Office*.
- 2) **Corel Draw** – самый мощный и сложный «плоский» векторный редактор. Спектр решаемых задач необычайно широк.
- 3) **Corel Kara** – упрощенная или «облегченная» версия программы *Corel Draw*. Она менее требовательна к ресурсам компьютера, так как не перегружена возможностями.
- 4) **Adobe Illustrator** – основной конкурент *Corel Draw* на рынке мощных двумерных векторных редакторов.

5) **Macromedia Flash** – самый известный, хороший и распространенный в мире двумерный векторный редактор для анимированной графики. Основная сфера применения – картинки для Интернета и компактные компьютерные игры.

6) **AutoCad** – мировой флагман трехмерной векторной графики. Относится к классу программ САПР (Системы Автоматизированного Проектирования).

7) **Curious Labs Poser** – программа для трехмерной анимации.

8) **ABBYY Fine Reader** – широко применяемая система распознавания текста. Основное ее назначение – преобразовывать растровые картинки в текстовые символы (векторной природы). После распознавания отсканированные тексты можно редактировать с помощью клавиатуры в обычных текстовых редакторах.

9) ***RX Spotlight*** – один из известнейших векторизаторов. В отличие от системы распознавания текста, основное назначение векторизаторов – преобразовывать растровые картинки в геометрические фигуры для их дальнейшей обработки в плоских или трехмерных векторных редакторах.

10) ***Macromedia FreeHand*** - профессиональный векторный редактор (создание иллюстраций для печати, Интернета и проектов Macromedia Flash).

11) ***Inkscape*** – открытый редактор векторной графики, функционально схожий с Illustrator, Freehand, CorelDraw или Xara X и использующий стандарт W3C под названием Scalable Vector Graphics (SVG).

12) ***RasterVect*** - трассировщик растровых файлов в векторные (инструмент для преобразования растровых изображений (в том числе и полученных со сканера) в следующие форматы: DXF, WMF, EMF, EPS и AI).



**13) Vextractor** - трассировщик растровых файлов в векторные (Утилита поддерживает форматы: BMP, GIF, TIFF, JPEG, PNG, PCX, TGA, WBMP, PPM, PBM, PGM).

Результат конвертации может быть записан в форматы: AutoCAD (DXF и DXB), Windows Metafiles (WMF и EMF), ArcView Shapefiles (SHP), MapInfo (MIF/MID), ASCII XYZ (simple text format), Scalable Vector Graphic (SVG), Encapsulated PostScript (EPS), Adobe Illustrator (AI)).

## 3.1. Векторные графические форматы файлов

- **ai** Векторный формат файлов, создаваемых программой **Adobe Illustrator**. У Adobe Illustrator большое число версий. Формат ai каждой новой версии несовместим с более старыми версиями. С версии Adobe Illustrator 10 поддерживается возможность импорта файлов более новых версий.
- **cdr** Векторный формат файлов, создаваемых программой **CorelDraw**. У CorelDraw большое число версий. Формат cdr каждой новой версии несовместим с более старыми версиями.

*Оба формата обеспечивает очень высокое качество рисунков, но по ряду параметров плохо совместимы с другими программами (например, различные эффекты и градиентная заливка могут не передаваться в другие форматы).*

- ***cmx Corel Presentation Exchange*** - формат графических программ корпорации Corel, предназначенный для передачи рисунков между разными программами. Формат поддерживается, начиная с версии CorelDraw 6.
- ***eps*** Относительно универсальный векторный формат файлов, поддерживаемый большинством векторных редакторов - ***CorelDraw, Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand*** и различными узкоспециализированными программами (для плоттерной резки, гравировки, выжигания на дереве и т.д.). Формат имеет много версий и, но каждая программа поддерживает его только до определенной версии (например, CorelDraw поддерживает только версии до EPS 7). Формат обеспечивает очень высокое качество рисунков.

***fla, fh***      *Исходные Flash-файлы, создаются в Adobe Flash.*

- **svg** Сокращение от англ. Scalable Vector Graphics. Основан на XML языке разметки, предназначенный для описания двухмерной векторной графики. Формат поддерживается многими веб-браузерами и может быть использован при оформлении веб-страниц. Но, формат не обеспечивает высокого качества в отношении сложных рисунков и имеет ограничения по сфере своего использования.
- **swf** Flash-формат, который может просматриваются с помощью Flash Player, устанавливаемый как plugin в браузер.
- **wmf Windows Metafile** — графический формат файла в системе Microsoft Windows. Универсальный векторный формат, поддерживаемый большинством векторных редакторов. Но, формат не обеспечивает высокое качество для сложных рисунков и имеет очень ограниченное число поддерживаемых эффектов, поэтому для профессионального использования не подходит.

## Заключение

Векторные изображения формируют объекты. Они состоят из линий и кривых, которые можно рассчитать математически. По этой причине векторные изображения можно увеличивать или уменьшать до произвольных величин, при этом они всегда остаются пропорциональными копиями исходного изображения, с сохраненной исходной четкостью.

***Программы, работающие с векторной графикой, иногда называют чертежными программами (drawing programs).***

***Программы, работающие с растровыми изображениями, в том числе Photoshop, иногда называют (не совсем точно) программами для рисования (painting program).***

## Заключение

В программу *Photoshop* включены инструменты для работы с **обоими типами графики**. Можно использовать программы, предназначенные для определенного типа изображений, например Adobe Illustrator и Freehand фирмы Macromedia, для работы с векторной графикой. Программа Macromedia Flash также содержит в своем составе набор инструментов для работы с векторной графикой. Для новичков в области Web-дизайна в программе Photoshop представлены основные инструменты для создания и редактирования обоих типов изображений.