

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
ИМ. ПРОФ. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»**

Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств_

**Утверждаю
Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент**

«___» _____ 201 года

по дисциплине **ЛЕКЦИЯ**
**«Проектная графика в конструкциях электронных
средств»**

**ТЕМА №1
Занятие № 2**

**Введение в проектную графику
Векторная проектная графика**

**Обсуждена на заседании кафедры
Протокол № ___ от
«___» _____ 201 года**

**Санкт-Петербург
2018**

I. Учебные цели

1. Изучить особенности векторной графики.
2. Рассмотреть виды изделий и конструкторских документов.
3. Изучить общие правила оформления чертежей и выполнения электрических схем с точки зрения проектной графики.

II. Воспитательные цели

1. Воспитание чувства ответственности за качественное освоение изучаемой дисциплины.
2. Поднять творческую составляющую обучения.

III. Расчет учебного времени

Содержание и порядок проведения лекции	Время, мин
Вступительная часть. Основная часть (текст лекции) 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. Заключение.	3
Заключительная часть	2

IV. 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.

V. Учебно-материальное обеспечение

Наглядные пособия (схемы):

1. Наглядные пособия: Слайды.
2. ТСО: ПЭВМ, мультимедиа-проектор

VI. Текст лекции

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. Можно сказать, что если векторная графика пытается имитировать восприятие изображений человеком, то растровый формат хранит графику в том виде, в каком она легче всего переваривается компьютером. Соответственно, *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.

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 закрывая 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). Именно такой базовый набор возможностей предусмотрен в языке PostScript – одном из первых векторных форматов, появившемся в 1986 г. Изучение должно способствовать развитию творческих способностей студентов, умению пространственного мышления при решении инженерных задач проектирования и эксплуатации технически сложных биотехнических систем. Эти цели достигаются путём внедрения эффективного использования достижений компьютерной графики.

1. Преимущества, недостатки и особенности векторной графики.

Векторная графика (vector graphics) — вид компьютерной графики, используемой в различных приложениях для рисования.

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. Чтобы компьютер нарисовал прямую, нужны координаты двух точек, которые связываются по кратчайшей, для дуги задается радиус и т.д. Таким образом, векторная иллюстрация - это набор геометрических примитивов. 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 *растровой графике* основным элементом изображения является *точка*, а в *векторной графике* - *линия* (при этом не важно, прямая это линия или кривая).

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*. Исключения 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

К основным достоинствам векторной графики относятся:

- *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, но в этом случае 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: это связано с тем, что сохраняется не само изображение, а только некоторые основные данные, в частности, координаты опорных и управляющих точек, используя которые программа всякий раз заново воссоздает изображение. Кроме того, описание цветовых характеристик не сильно увеличивает размер файла, поскольку данные о цвете идентичны для всего объекта.
- *Объекты* векторной графики *легко трансформируются и ими легко манипулировать*, что не оказывает практически никакого влияния на качество изображения ввиду того, что растеризация изображения (пространственная или линейная дискретизация элементов — это неизбежный этап) происходит в момент вывода на внешнее устройство (экран или печатающее устройство).
- Векторная графика *максимально использует возможности разрешающей способности любого выводного устройства* (изображение всегда будет выглядеть настолько качественно, насколько позволяет данное устройство).
- Важным преимуществом программ векторной графики является *развитая интеграция векторных изображений и текста*, единый подход к ним, и как следствие, — возможность создания конечного продукта (в отличие от программ точечной графики). Поэтому редакторы векторной графики незаменимы в области дизайна, технического рисования, для чертежнографических и оформительских работ.

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.

При редактировании векторной графики *изменяется в первую очередь форма объекта*, а цвет играет второстепенную роль. Векторные изображения используются для *отображения объектов с четкой границей и ясными деталями*, например, шрифтов, логотипов, графических знаков, орнаментов, декоративных композиций в рекламе и полиграфической продукции.

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:

$$a_0x^3 + a_1y^3 + a_2x^2 + a_3xy^2 + a_4x^2 + a_5y^2 + a_6xy + a_7x + a_8y + a_9 = 0 \quad (2.2)$$

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.

Из множества кривых Безье можно составить любую кривую. Кроме *положения начальной и конечной точки* (то есть узлов 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. Если манипуляторы кривизны с обеих сторон сегмента имеют нулевую длину, то сегмент будет прямым. Увеличение длины манипулятора кривизны превратит сегмент в кривую.

Координаты узлов, наклон и длина манипуляторов кривизны определяют внешний вид кривой Безье. При выделении узловой точки криволинейного сегмента у нее появляются одна или две *управляющие точки*, соединенные с узловой точкой касательными линиями. *Управляющие точки* изображаются наконечниками стрелок. Расположение касательных линий и управляющих точек определяет длину и форму (кривизну) криволинейного сегмента, а их перемещение приводит к изменению формы контура (рис. 1).

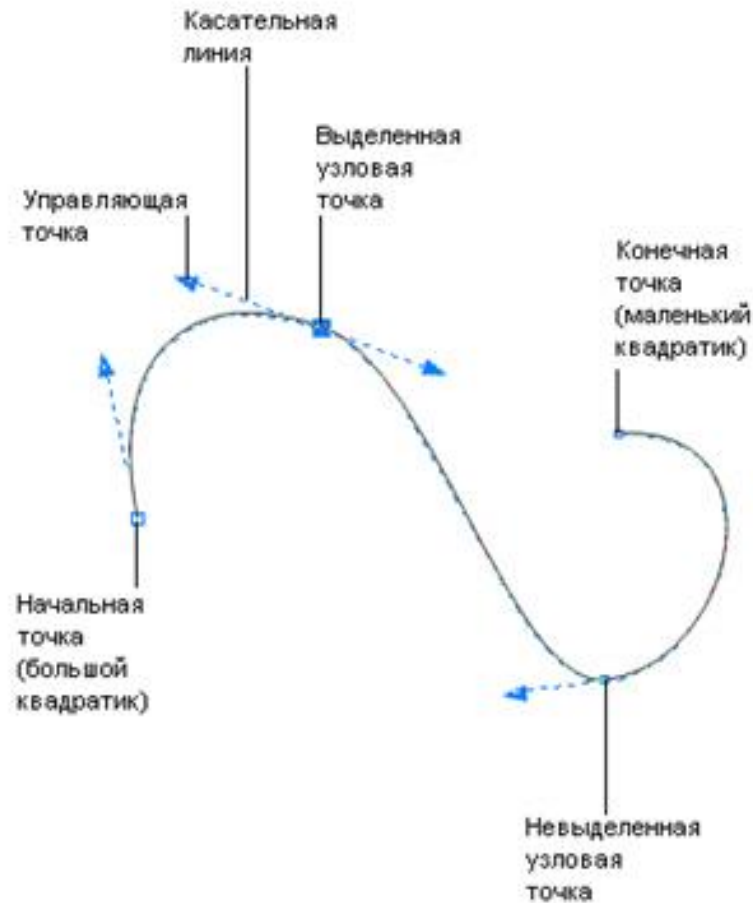


Рис. 1. Термины, связанные с редактированием узлов на кривых Безье.

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).

У векторных редакторов есть средства применения эффектов к простым объектам (тень, выдавливание, искажение, прозрачность и т.д.).

Следует отметить наличие *средств обработки текста*, к которым можно применить все приемы редактирования объектов, управлять размерами текста и возвращать в любую сторону.

Различают три типа узловых точек:

- *гладкий узел* (smooth node) - рис. 2а);
- *симметричный узел* (symmetrical node) - рис. 2б);
- *острый узел* (cusp node) - рис. 2в).

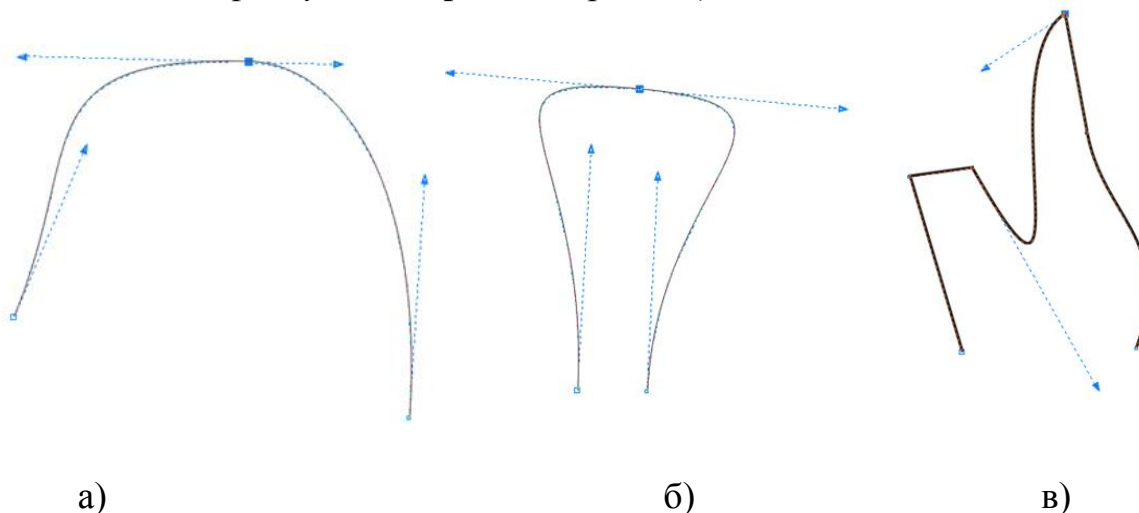


Рис 2. а) - Гладкий узел, б) - Симметричный узел, в) - Острый узел

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. Этот тип узлов является частным случаем гладких узлов.

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. В этом случае форма сегмента кривой будет регулироваться только одним отрезком касательной.

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. В этом случае для последующего редактирования созданных заготовок необходимо привлечение технологии редактирования кривых Безье с помощью перемещения узлов и управляющих точек.

3. Краткий обзор «векторных» графических редакторов

Практически все современные графические программы по своему внутреннему устройству во многом имеют векторную природу. Например, даже примитивнейшая программа – растровый редактор MS Paint – имеет в своем арсенале векторные инструменты, такие как «Прямоугольное выделение». С другой стороны, любая «самая векторная» программа выпускает конечный продукт в виде растровой картинкой, выводимой на экран или принтер.

К наиболее популярным «векторным» программам относятся:

1) **Office Art** – графическая подпрограмма, предназначенная для создания геометрических фигур, блок-схем и т.п. Обладает очень слабыми возможностями, но благодаря тому, что она встроена во все приложения Microsoft Office, это, пожалуй, самый распространенный в мире векторный редактор. Из-за «встроенности» в другие приложения программы типа Office Art называют апплетами.

Несмотря на примитивность Office Art, с его помощью можно очень быстро создать достаточно сложную и симпатичную картинку.

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. Формат обеспечивает очень высокое качество рисунков, но по ряду параметров плохо совместим с другими программами (например, различные эффекты [Adobe Illustrator](#) и градиентная заливка могут не передаваться в другие форматы).

- **cdr** Векторный формат файлов, создаваемых программой [CorelDraw](#). У [CorelDraw](#) большое число версий. Формат cdr каждой новой версии несовместим с более старыми версиями. Формат обеспечивает очень высокое качество рисунков, но по ряду параметров плохо совместим с другими программами (например, различные эффекты [CorelDraw](#) 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 язык разметки, предназначенный для описания двумерной векторной графики. Формат поддерживается многими веб-браузерами и может быть использован при оформлении веб-страниц. Но, формат не обеспечивается 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 и используется преимущественно частными пользователями. Формат поддерживается рядом веб-браузеров и может быть использован при оформлении веб-страниц.

Заключение

Есть две основные категории изображений: *растровые (bitmap) и векторные (vector)*.

Растровые изображения состоят из множества точек – *пикселей*. Каждый пиксел имеет свой цвет и заданное положение в структуре изображения. При редактировании изображения изменяются по сути эти самые пиксели. При увеличении растрового изображения пиксели деформируются, и изображение может превращаться в увеличенную карикатуру исходного.

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

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).

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.

Разработал:
доцент кафедры, к.п.н.

В. Мордовин

« ____ » _____ 201 ____ года

Рецензировал:

« ____ » _____ 201 ____ года