

Лекция 4. Программное обеспечение КГ

Назначение, основные функции,
2D- и 3D- растровая и векторная графика, а также
примеры графических редакторов

Назначение и основные функции

- Программное обеспечение КГ разрабатывается для непрограммистов, которые хотят создавать рисунки, графики или таблицы в каких-то областях, не беспокоясь о том, какие графические функции могут понадобиться для создания такого изображения. Графические приложения являются интерактивными системами и требуют постоянного визуального контроля при решении поставленных задач. В качестве примеров таких приложений можно назвать программы рисования для художников и различные архитектурные, деловые, медицинские и инженерные системы АП.
- Технологии использования графических программ приближены к пользователю. Все приложения имеют определенное базовое ядро и дополнительные специфические модули для работы в определенной области деятельности человека.
- Для базового ядра приложений характерно наличие общепринятых функций при работе с компьютером:
 - Ввод символьной информации и управляющих команд с клавиатуры.
 - Работа с файловой системой – копирование, переименование, удаление, перенос и сохранение файлов в определенном месте дисковой памяти.
 - Указание на экране и ввод управляющих команд с помощью мыши.
 - Печать содержания экрана.
 - Запуск и управление решением прикладных программ.
 - Настройка аппаратных и программных средств системы.
- После запуска графических приложений при создании новых файлов необходимо установить параметры работы графического приложения, например, специальный графический режим, вид и габариты системы координат и т.п. Если пользователя удовлетворяет набор стандартных режимов, то система устанавливает их по умолчанию. Все установленные режимы затем учитываются при записи и сохранении в файлах. При открытии файла режимы работы приложения устанавливаются автоматически по данным открываемого файла.
- В состав приложения входит справочная система, которая может вызываться на любом этапе его работы. Справочная система содержит общие сведения о данном приложении, алфавитный и предметный указатели отдельных команд и функций, их описание и примеры применения. Справочная система значительно облегчает освоение технологий работы приложений.

2D- и 3D-компьютерная графика

- В КГ используются два основных варианта описания графических данных, отличающихся количеством независимых координат, необходимых для определения положения графических объектов и их элементов.

- Плоское или двумерное (2D), которое оперирует только двумя независимыми координатами.

Двухмерная сцена может формироваться из объектов, расположенных как в координатной плоскости, так и из проекций всех видимых объектов на плоскость изображения.

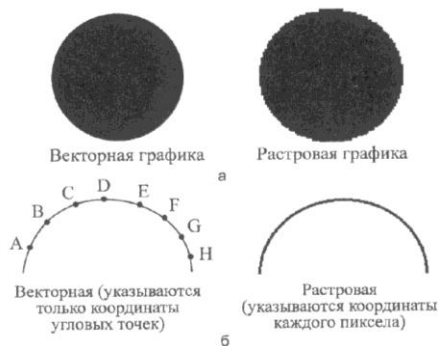
Компьютерная графика изобилует примерами плоских сцен: цифровые фотографии; сканированные рисунки и картины; изображения, созданные растровыми или двухмерными векторными редакторами. Примеры векторной графики - машиностроительные чертежи, географические карты и т.п.

- Объемное, или трехмерное (3D), требующее задать три независимые координаты.

Трехмерная КГ – одно из наиболее динамично развивающихся направлений информационных технологий. Трехмерное описание геометрии намного сложнее двухмерного, поэтому массовое применение достижений этой отрасли долгое время сдерживалось вычислительными возможностями персональных компьютеров. Основными заказчиками и потребителями трехмерной графики являются компьютерные игры, киноиндустрия, компьютерные тренажеры и симуляторы, а также программы научной визуализации и САПР.

Растровая и векторная графика

- Компьютер может работать только с цифровыми данными. Существуют два основных способа цифрового представления изображений: растровый и векторный.
- Принцип хранения и обработки некоторого изображения в виде матрицы точек (растра, битовой матрицы) называется растровой графикой. Растровое изображение может состоять из тысяч или даже сотен тысяч точек, информация о цвете и расположении каждой содержится в файле, опираясь на эту информацию, система создает изображение. Поэтому качественные, многоцветные растровые изображения (фотоизображения, полноцветная сложная графика) занимают очень много места.
- Векторная графика – это графические объекты, определяемые математическими уравнениями, или векторами, которые содержат информацию о размере, форме, цвете, границе и месторасположении описываемого объекта. Векторные изображения описываются десятками, а иногда и тысячами команд. Файлы векторной графики даже при работе со сложными рисунками получаются, как правило, относительно небольших размеров. Кроме того, векторная графика допускает масштабирование в широких пределах и не зависит от разрешения, с которым просматривается объект.
- Как правило, осуществить переход от векторного способа хранения изображения к растровому несложно. При таком преобразовании необходимо задать масштаб для пересчета координат векторов в пиксели. Обратный переход в общем случае является достаточно сложным и неоднозначным, поскольку связан с интеллектуальной интерпретацией точечных образов.
- Выбор растрового или векторного формата зависит от поставленных целей и решаемых задач.
- На экране монитора или принтерном оттиске отображается растровый образ независимо от его исходной формы хранения, которая может быть векторной или растровой.



Отличие рисунков при многократном увеличении (а) и способы построения изображений (б) в векторной и растровой графике

Критерий сравнения	Растровая графика	Векторная графика
Способ представления изображений	Изображение строится из множества пикселей	Изображение описывается в виде последовательности команд
Представление объектов реального мира	Эффективно используется для представления реальных образов	Не позволяет получать изображения фотографического качества
Качество редактирования изображения	При масштабировании и вращении картинок возникают искажения	Изображения могут быть легко преобразованы без потери качества

Растровый формат

- В растровой модели описываемое пространство покрывается регулярной сетью одинаковых двухмерных или трехмерных элементов. Элементы сетки имеют форму квадрата или прямоугольника (куба или параллелепипеда в трехмерном случае). Их принято называть пикселями (векселями – для трехмерного пространства), а саму сеть – растром.
- Двухмерная растровая графика – одно из самых популярных направлений КГ. Простота растровой формы хранения данных обусловила широкое распространения растровых картинок в сети Интернет. Существуют и другие причины высокой популярности этого подхода – растровый принцип действия основной части устройств вывода (принтеров и мониторов).
- Только в растровой графике можно получить образ такого качества, который соответствует категории фотореалистичного.
- Размер растрового файла не зависит от содержимого отображаемой области. Уменьшить его можно с помощью алгоритмов сжатия.
- Растровые изображения могут потерять качество в процессе геометрических преобразований, что особенно проявляется при масштабировании и повороте. Проведем простой мысленный эксперимент. Пусть растровое пространство представляет собой плоскость, обладающую способностью к бесконечному растяжению. Если значительно увеличить эту плоскость, то ее точки приобретут заметные размеры, а изображение – зернистую структуру.
- В классическом растровом формате не существует понятия объекта. Для обрабатывающей программы нет окружностей, линий, треугольников, а существуют только точки, которые для редактора совершенно независимы друг от друга. По этой причине для точечных изображений задачи идентификации и распознавания решаются с большим трудом, а часто и вовсе не имеют решения.
- Растровые изображения используются в следующих случаях:
 - При создании художественных эффектов, недоступных для объектов векторной графики.
 - При сканировании и цифровой фотосъемке.
 - С целью использования в электронных документах.

Растровый формат

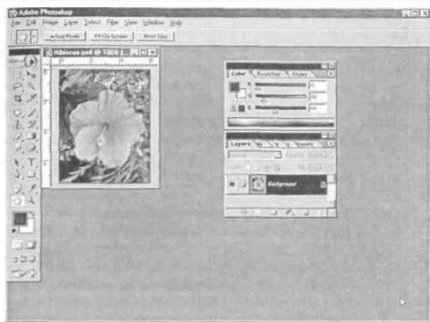


Рис. 1 Изображение с разрешением 72 ppi на 72 dpi-мониторе

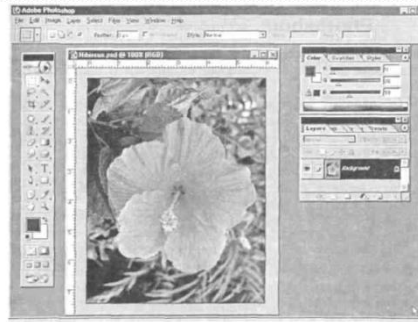


Рис. 2 Изображение с разрешением 144 ppi на 72 dpi-мониторе

- При работе с растровой графикой следует различать разрешение изображения и разрешение монитора.
- Разрешение изображения – количество пикселей в единице длины изображения. Обычно разрешение измеряется в пикселях на дюйм (ppi, 1 дюйм = 2,54 см). Например, если разрешение изображения составляет 72 ppi, то 1 квадратный дюйм изображения содержит 5184 пикселя (72 по горизонтали и 72 по вертикали; $72 \times 72 = 5184$). Тот же квадратный дюйм изображения с разрешением 144 ppi содержит 20 736 пикселей ($144 \times 144 = 20\,736$).
- Разрешение определяется, когда изображение оцифровывается с помощью сканера, цифрового фотоаппарата или создается в графической программе.
- Чем больше разрешение изображения, тем выше его качество, так как в этом случае можно передать больше цветовых оттенков.
- Размер файла с растровым изображением зависит от количества пикселей. Чем больше размер изображения, тем больше по размеру его файл.
- Разрешение монитора – количество пикселей в единице длины (в одном дюйме). Чаще всего разрешение 72 пикселя на дюйм (dpi) соответствует графической сетке 800x600, а разрешение 96 dpi – графической сетке 1024x768.
- При работе с растровыми изображениями важно понимать, что разрешение монитора никак не связано с разрешением изображения. Если разрешение изображения и монитора одинаковы, то размер изображения на экране соответствует его реальным размерам (рис. 1). Если же разрешение изображения выше, чем разрешение монитора, то изображение на экране кажется больше, чем оно есть на самом деле. К примеру, изображение с разрешением 144 ppi на 72 dpi-мониторе выглядит в два раза больше, так как в одном дюйме экрана помещается только 72 пикселя из 144 (рис. 2).
- Измерительные линейки позволяют оценить реальный размер изображения – размер печатного оттиска (см. рис. 1 и 2).

Векторный формат

- Векторная модель может быть использована для представления плоских и пространственных объектов.
- Векторное представление графических данных строится из совокупности базовых геометрических элементов, называемых примитивами. Обычно это фигуры простой формы. Так, для создания плоских объектов используются прямоугольники, треугольники, окружности, прямые; для трехмерных фигур – кубы, параллелепипеды, сферы, эллипсоиды, конусы и др. Для всех перечисленных объектов известны математические модели, задающие их форму, положение и габаритные размеры. Кроме того, в векторном файле хранятся оформительские атрибуты примитивов: цвет, тип заливки, толщина граничного контура, окончание линий и др. Кривые сложной формы представляются в виде ломанной со звеньями, размеры которых не распознаются наблюдателем как прямые. Звенья ломанных называются векторами. Векторы задаются координатами начальной и конечной точек или координатами начала, длиной и направлением.
- Объекты сложной геометрии образуются из базовых примитивов при помощи допустимого множества операций. В двумерных векторных редакторах это множество ограничивается группированием, наложением и простейшими булевыми операциями. В трехмерных редакторах набор допустимых преобразований намного шире. В него могут входить регулярные булевы операции, заметание, смещение и вращение контура, а также множество других операций, зависящих от вида примитивов и системы моделирования.
- К недостаткам векторных изображений относятся ограниченные возможности описания полных моделей для реальных сцен с учетом всего множества деталей обстановки.
- Большинство современных пакетов САПР для геометрического моделирования технических объектов, изобразительной графики, автоматизированных систем научных исследований используют для обработки графической информации векторное описание.

Графические редакторы

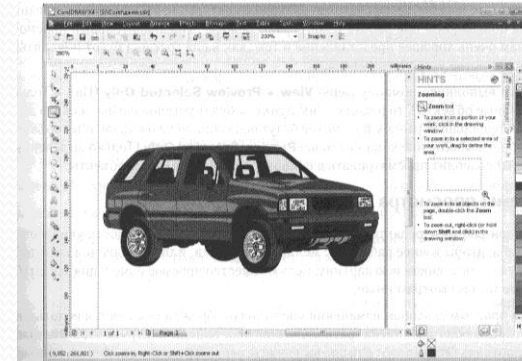
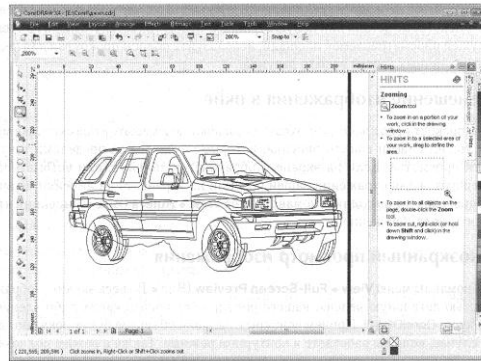
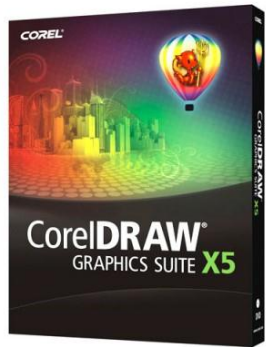
- Графические редакторы – это программы, предназначенные для создания и редактирования изображений на компьютере.
- Простейшие графические редакторы работают с графическими файлами, позволяют создать простые рисунки, получить изображение со сканера или цифровой камеры, отредактировать готовую иллюстрацию и распечатать полученное изображение на принтере. Такие программы, как правило, имеются в каждой операционной системе. Большинство простых графических программ работает с растровой графикой.
- Графический редактор может содержать набор инструментов для создания изображений. Инструмент Кривая (Кисть или Карандаш) предназначен для рисования прямых и кривых линий. Инструменты Прямоугольник, Эллипс, Многоугольник используются для построения геометрических фигур. Закраска выполняется инструментом Заливка. Для создания надписей и заголовков используется инструмент Текст.
- При работе с изображением часто возникает необходимость увеличить его фрагмент, чтобы лучше рассмотреть мелкие детали. В этом случае нужно воспользоваться инструментом Масштаб.
- В графических редакторах реализованы возможности, позволяющие перемещать, копировать, удалять, масштабировать, зеркально отражать, вращать отдельные части изображений. Прежде чем выполнить операцию над фрагментом изображения, его необходимо выделить. В редакторах векторной графики выделяют объекты (векторные примитивы), а в редакторах растровой графики – области (наборы пикселей). Чтобы выделить объект, достаточно щелкнуть на нем мышью. Выделение же области – более сложная задача, так как в этом случае необходимо точно указать, какая группа пикселей составляет область (например, цветок или яблоко). Для этого в редакторах растровой графики встречаются разнообразные инструменты выделения. Некоторые из них используются для выделения областей простой формы (прямоугольников или эллипсов), другие – для выделения областей со сложной криволинейной границей.
- Редакторы векторной графики содержат команды упорядочивания, взаимного выравнивания, пересечения объектов, исключения одних объектов из других.
- Несмотря на то, что редакторы растровой и векторной графики могут использовать одинаковые инструменты, способы представления создаваемых ими изображений различны.
- Некоторые графические редакторы растровой графики позволяют включать в изображение векторные объекты. В свою очередь, современные редакторы векторной графики могут работать с растровыми рисунками.
- Графических приложений в мире разработано достаточно много. Поэтому важно знать, какой редактор наилучшим образом подходит для решения конкретной задачи. Улучшение качества изображений, а также монтаж фотографий выполняются в редакторах растровой графики. Для создания иллюстраций обычно используют редакторы векторной графики, которые также называют программами рисования. Подробные сведения о выбранном графическом приложении можно получить из справочных систем и учебных пособий.

Adobe Photoshop



- Графический редактор растровой графики Adobe Photoshop предоставляет огромные возможности для профессиональной работы с цифровыми изображениями. Возможности обработки сложных двумерных изображений и широкая распространенность сделали эту программу де-факто стандартом в области двумерной растровой графики, и все другие программы подобного типа, как правило, сравниваются именно с ней.
- Основным отличием Photoshop от других графических приложений является возможность обработки фотографических изображений с высоким разрешением и большой глубиной цвета. Помимо работы с 24-битовыми изображениями (RGB, 8 бит на цвет), Photoshop позволяет считывать изображения с глубиной цвета до 16 бит на канал, т.е. 48-битовые изображения модели RGB.
- Photoshop обрабатывает цифровые изображения, полученные с помощью сканера, фотоаппарата, видеокамеры и других устройств, а также использует большое число графических форматов.
- Имеет большой набор инструментов для фотомонтажа.
- Инструменты рисования в Photoshop – «кисти» различного вида, «карандаш», «ластик», заливки. Хотя программа поддерживает возможность создания иллюстраций, все-таки компьютерные художники предпочитают использовать специализированные программы рисования. Photoshop имеет сравнительно ограниченный набор средств для создания рисунков. С другой стороны, программа обладает прекрасными возможностями коррекции изображений, так как она создавалась именно для этих целей. Т.о. программа Photoshop используется, в основном, не для создания изображений, а для обработки.

CorelDRAW



Изображение в режиме просмотра Wireframe (Каркас)

Изображение в режиме просмотра Enhanced (Улучшенный)

- Для работы с векторной графикой используются мощные профессиональные редакторы, такие как CorelDRAW, AdobeIllustrator, Macromedia Flash или Macromedia FreeHand. Они обладают богатыми средствами редактирования изображений и текста, содержат библиотеку спецэффектов и набор инструментов для работы с цветом, удобный интерфейс и обеспечивают высокое качество получаемых изображений.
- По возможностям создания и редактирования векторных изображений CorelDRAW является одной из самых лучших программ в мире.

Задачи 3D-графики

- 3D-графика, как правило, представляет собой геометрические модели 3D-объектов, совокупность которых образует сложную геометрическую модель некоторого трехмерного объема, называемого трехмерной сценой. Последовательность геометрических моделей трехмерной сцены, отражающих динамику изменений, порождает трехмерный видеоряд.

- Трехмерная компьютерная графика в значительной степени специализируется по области применения. Можно выделить четыре основные области применения 3D-графики, использующие достаточно обособленные программные средства и методы, а также аппаратное обеспечение:

- Видеопродукция, используемая в телевидении и кинопроизводстве.

- Предъявляет исключительно высокие требования к реалистичности создаваемых трехмерных сцен. Такую трехмерную графику часто называют фотореалистичной. В некоторых случаях невозможно различить объекты, существующие в реальном мире и созданные средствами КГ. Как правило, инструментами разработчиков трехмерной графики, используемой в кинопроизводстве, служат мощные графические станции и специализированные программы.

- Промышленное проектирование и дизайн.

- Широко используется математическое и геометрическое моделирование. Предъявляются высокие требования к точности параметров создаваемых объектов: по размерам, характеристикам материала, соответствию стандартам и т.д. Часто такие системы сопрягаются с промышленным и испытательным оборудованием с числовым управлением. Графическая подсистема должна адекватно, с высоким качеством и быстро отображать объект на экране. Здесь важны параметры четкости и контрастности изображения, соответствие пропорций, отсутствие геометрических искажений, правильная передача и преобразование цветов и часто требуется оперативная фотореалистичная визуализация. Геометрические модели трехмерных сцен отличаются высокой сложностью, большим числом объектов, источников освещения и разнообразных материалов и создаются с использованием сложного и развитого ПО.

- В этой области обычно используется два варианта визуализации трехмерных сцен: оперативная, или текущая (в процессе создания проекта и его компонентов), итоговая, или презентационная (фотореалистичная, высококачественная визуализация проекта при завершении какого-либо этапа его создания).

- В первом варианте используется упрощенное каркасное или полигональное представление, которое возможно без наложения текстур и настройки освещения, и визуализируется в основном средствами графического адаптера.

- Каркасные модели, напоминают модели, сделанные из проволоки, не несут информации о поверхностях и объеме реального объекта. Они полезны при создании объектов, так как затем могут быть преобразованы в поверхностные и твердотельные модели.

- Поверхностные (полигональные) модели описывают поверхности, ограничивающие реальные объекты.

- Во втором варианте качество визуализации часто превышает возможности современных графических адаптеров (включая профессиональные) и выполняется с использованием специальных программ и на уровне ЦП.

- Твердотельные модели описывают части пространства (объемы), которые занимают реальные объекты.

- Компьютерные игры.

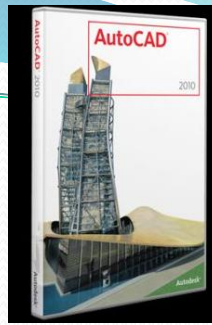
- В играх необходимо сочетать реалистичность объектов с возможностями аппаратной части распространенных компьютеров, обеспечить приемлемую скорость при хорошем качестве отображения сцен на массовых видеоподсистемах, учитывать не столько реальные характеристики объектов, сколько общее впечатление от игры – ее привлекательность.

- В современных играх иногда применяют точное геометрическое моделирование трехмерных сцен и их фотореалистичную визуализацию, что требует наличия значительных ресурсов в игровом компьютере.

- Обучающие системы и компьютерные тренажеры.

- Современные обучающие системы и компьютерные имитаторы-тренажеры для повышения эффективности и сокращения сроков обучения требуют создания виртуальной обучающей среды, воспроизводящий целый комплекс, особенностей, характерный для трех предыдущих областей: фотореалистичность, точное соответствие физической среде, возможность подключения реального оборудования, высокая скорость отображения.

AutoCAD

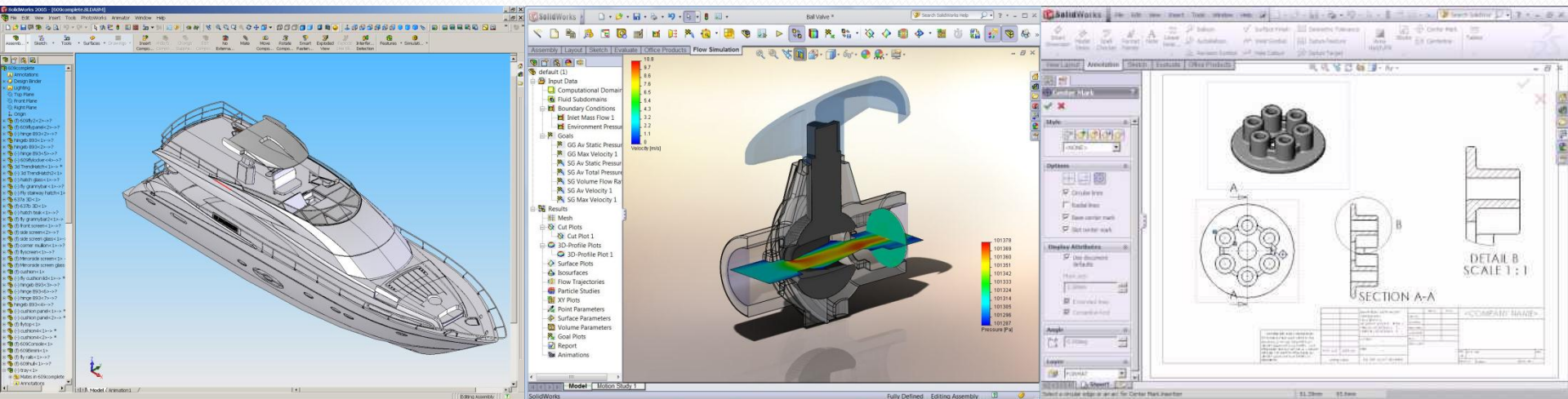


- Это приложение, исторически ориентированное на разработку проектно-конструкторской документации изделий в машиностроении, решает две основные графические задачи:
- Построение чертежей в двух измерениях .
- После запуска программы необходимо произвести настройку параметров чертежа: установить систему координат, размер поля и единицы измерения. Для удобства вычерчивания и привязки объектов можно установить режим сетки. После чего на экране появится свободное поле для вычерчивания графических элементов, в левом нижнем углу – пиктограмму пользовательской системы координат, в центре – перекрестие (прицел), управляемое клавиатурой и мышью, вверху – стандартные панели инструментов и меню, а слева – панели инструментов для вычерчивания и редактирования.
- При выполнении чертежей используются графические примитивы: прямолинейные отрезки, кривые и точки.
- Построение чертежей трехмерных моделей.
- Для работы в трехмерной системе координат следует задавать трехмерные координаты графических примитивов. Задавая пространственные отрезки прямых и соединяя их между собой, можно получить каркасную модель, а «выдавливая» (команда EXTRUDE) замкнутый контур (профиль), расположенный в плоскости по прямой, перпендикулярный этой плоскости, получим поверхностную модель. Для выдавливания можно использовать замкнутые полилинии на плоскости, эллипсы, замкнутые сплайновые кривые, кольца. Например, «выдавливая» прямоугольник, получаем параллелепипед, поднимая окружность, получаем цилиндр и т.д. Можно сужать и расширять область по мере выдавливания, а также выдавливать объект вдоль некоторой направляющей (отрезка, окружности, эллипса, дуги, полилинии, сплайновой кривой).
- Поверхностные 3D-модели формируются из плоских граней, соприкасающиеся друг с другом, и задаются сетью вершин (иногда называемых узлами), т.е. точек, в которых ребра граней пересекаются. Такие модели называют также полигональными.
- В AutoCAD формируются следующие базовые тела: параллелепипед, шар, цилиндр, конус, клин, тор, из совокупности которых создаются сложные тела.
- Широкое распространение получил способ создания трехмерных моделей с помощью так называемого «прозрачного ящика». Поместив модель внутрь прозрачного ящика, и спроецировав ее на три ортогональные плоскости (например, переднюю, правую и верхнюю), мы получим три двумерных проекции, которые описывают форму трехмерной модели. Этот процесс обратим: нарисуем проекции воображаемой модели на трех ортогональных плоскостях. Общее решение этих проекций сформирует нашу модель. Подобный алгоритм используется многими программами трехмерного моделирования (например, AutoCAD).
- В России также разработаны и совершенствуются такие САПР, как «Компас», T-FLEX и другие, по принципу действия аналогичные AutoCAD.

SolidWorks



- SolidWorks – система автоматизированного проектирования (САПР) и инженерного анализа. SolidWorks является приложением трехмерного компьютерного моделирования.
- Предоставляет полный цикл моделирования:
 - Проектирования трехмерных деталей.
 - Создание сборок из отдельных деталей, сборочных чертежей и детализовок.
 - Представления моделей в реалистичном (визуализация) и динамичном (анимация) виде.
- Разработчиком SolidWorks является компания SolidWorks Corporation (США).
- Программы-аналоги:
 - Pro/Engineer компании PTC (Parametric Technology Corporation).
 - Catia компании Dassault Systems (Франция).



3D-Studio MAX

- Разработан фирмой Discreet, входящей в компанию Autodesk Media & Entertainment.

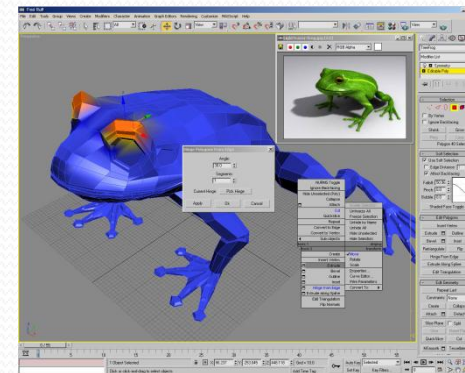
- Программа относится к семейству программ трехмерной компьютерной графики и предназначена для синтеза отдельных изображений, имитирующих сцены из реальных или вымышленных миров с фотографической детальностью и качеством, а также последовательностей кадров таких изображений, воспроизводящих движения объектов (анимация), поэтому требования здесь более жесткие, чем в системах проектирования.

- Возможности, обеспечиваемые программой 3D-MAX при создании отдельных изображений и анимации, очень широки:

- Моделирование геометрической формы любых трехмерных объектов: от простейших, наподобие сферы, цилиндра или прямоугольного параллелепипеда, до таких сложных по форме объектов природного происхождения, как тела животных, деревья или поверхность взволнованной воды;
- Имитация физических свойств материалов объектов, таких как шероховатость, блеск, прозрачность, свечение и т.п., явлений многократного зеркального отражения и преломления световых лучей, атмосферных явлений, таких как дымка или туман, природных явлений, таких как снег, пламя или дым;
- Имитация освещения трехмерной сцены практически для любых условий, от глубокого космоса до яркого солнечного дня и визуализация моделируемых объектов на реальном фотографическом фоне с тенями, отбрасываемыми на этот фон;
- Анимация практически всех параметров объектов: их формы, размеров, пространственного положения, цвета и характеристик материалов и т.п.;
- Реализация различных способов управления перемещением или изменением свойств объектов в процессе анимации, обеспечивающих возможность достоверной имитации самых разных типов движений;
- Создание связанных иерархических цепочек объектов и их анимация по методам прямой или обратной кинематики, когда движение одного объекта вызывает согласованные перемещения остальных объектов цепочки;
- Моделирование постепенных превращений одних объектов в другие, отличающиеся по форме и внешнему виду (морфинг);
- Моделирование динамических свойств движущихся объектов с учетом их соударений, сил тяжести, ветра или упругости (эффекты брызг воды, разбивания объекта и др.);
- Применение различных фильтров к синтезированным изображениям, включая имитацию таких свойств объективов фото- или видеокамер, как глубина резкости и блики линз.

- Основными областями использования 3D-MAX являются:

- Архитектурное проектирование и конструирование интерьеров;
- Подготовка рекламных и научно-популярных роликов для телевидения;
- Компьютерная мультипликация и съемка игровых фильмов с фантастическими сюжетами;
- Разработка компьютерных игр;
- Подготовка иллюстраций для книг и журналов;
- Художественная компьютерная графика, Web-дизайн;
- Досуг и развитие пространственного воображения;
- Судебно-медицинская экспертиза.



Maya

- Графический редактор Maya назван санскритским словом, которое означает иллюзия.
- Maya – это программа трехмерной графики для создания визуальных эффектов и реалистичной трехмерной анимации цифровых персонажей (например, животных, растений, машин и механизмов). В этой программе есть инструменты для традиционной мультипликации, так и для создания фотореалистичных персонажей, поэтому из всех 3D-программ многие профессионалы-мультипликаторы отдают предпочтение именно Maya.
- Maya применяется при создании:
 - кино- и видеопродукции,
 - телевизионных передач и заставок,
 - музыкальных клипов,
 - рекламных роликов,
 - компьютерных и видеоигр,
 - презентационной графики и Web-страниц.

