

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. Г. Хныкина

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Направление подготовки
09.03.02 – Информационные системы и технологии

Профиль подготовки
«Прикладное программирование в информационных системах»

Бакалавриат

Ставрополь
2016

УДК 004.92 (075.8)
ББК 32.972 я73
Х 67

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
Северо-Кавказского федерального
университета

Хныкина А. Г.

Х 67 Инженерная и компьютерная графика: учебное пособие. –
Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2016. – 99 с.

Пособие составлено в соответствии с ФГОС, учебным планом и программой дисциплины. Содержит курс лекций, включающих основные теоретические сведения, контрольные вопросы, литературу.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 230400.62 – Информационные системы и технологии и другим направлениям в области информационных технологий и вычислительной техники.

УДК 004.92 (075.8)
ББК 32.972 я73

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук, доцент **Ф. Б. Тебуева**,
канд. техн. наук, доцент **Т. В. Минкина**

© ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский
федеральный университет», 2016

Содержание

Предисловие	4
1. Введение в инженерную и компьютерную графику	5
2. Аппаратное обеспечение инженерной и компьютерной графики. Математические основы компьютерной графики	23
3. Программное обеспечение инженерной и компьютерной графики	40
4. Компьютерная анимации и интерактивная машинная графика	44
5. Общие положения единой системы конструкторской документации. Стандарты оформления чертежей	50
6. Графический редактор Adobe Photoshop	57
7. Графический редактор CorelDraw	68
8. Основы проектирования в системе AutoCAD	72
9. Трехмерное моделирование в системе AutoCAD	86
Заключение	96
Литература	97

Предисловие

Пособие содержит теоретический материал, освоение которого является достаточным для изучения основ инженерной и компьютерной графики.

Цель курса – формирование профессиональных компетенций, исследование методы и алгоритмы создания плоских и трехмерных реалистических изображений.

В результате освоения дисциплины студент должен **знать**:

- средства реализации информационных технологий;
- средства автоматизированного проектирования информационных технологий;
- технологии разработки объектов профессиональной деятельности;

уметь:

- проектировать базовые и прикладные информационные технологии;
- использовать технологии разработки объектов профессиональной деятельности;
- адаптировать приложения к изменяющимся условиям функционирования;

владеть:

- навыками разработки средств реализации информационных технологий;
- навыками составления инструкций по эксплуатации информационных систем.

1. ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНУЮ И КОМПЬЮТЕРНУЮ ГРАФИКУ

1.1. Определение и основные задачи инженерной и компьютерной графики

Графика (от греч. *grapho* – пишу) – вид изобразительного искусства, включающий рис. и печатные художественные изображения, основанные на искусстве рисунка, но обладающие собственными изобразительными средствами и выразительными возможностями.

Часть графики, связанная с технической деятельностью, называется *инженерной*.

Под *компьютерной графикой* понимают автоматизацию процессов подготовки, преобразования, хранения и воспроизведения графической информации с помощью компьютера.

Графической информацией являются модели объектов и их изображения.

Изображение – это конечный продукт компьютерной графики.

Одной из важных функций компьютерной графики является обработка информации. Можно выделить три основных направления обработки информации:

- визуализация, т. е. создание изображения на основе описания некоторого объекта;
- обработка (преобразование) изображений;
- распознавание изображений, т. е. получение описания изображенных объектов.

Интерактивная графика является одним из важных разделов компьютерной графики.

Под *интерактивной графикой* понимается возможность пользователя динамически управлять содержимым изображения, его формой, размером и цветом на поверхности дисплея с помощью интерактивных устройств управления.

Достоинства интерактивной графики:

- а) наиболее естественные средства общения с ЭВМ;
- б) хорошо развитый двухмерный и трехмерный механизм распознавания образов, позволяющий очень быстро и эффективно воспринимать и обрабатывать различные виды данных, позволяющий значительно расширить полосу пропускания при общении

пользователя с ЭВМ за счет использования разумного сочетания текста, статических и динамических изображений.

В современной компьютерной графике выделяют следующие направления: изобразительная компьютерная графика, обработка и анализ изображений, перцептивная и когнитивная компьютерная графика.

Изобразительная компьютерная графика своим предметом имеет синтезированные изображения. Основные задачи:

- построение модели объекта и формирование изображения;
- преобразование модели и изображения;
- идентификация объекта и получение требуемой информации.

Обработка и анализ изображений касаются в основном дискретного (цифрового) представления фотографий и других изображений, при этом средства компьютерной графики используются:

- _ для повышения качества изображения;
- _ оценки изображения;
- _ распознавания образов.

Перцептивная компьютерная графика связана с исследованием взаимосвязей абстрактных моделей и графических объектов. Объекты могут быть как синтезированными, так и выделенными на фотоснимках.

Когнитивная компьютерная графика – это графика для научных абстракций, способствующая рождению нового научного знания. Ее технической основой являются мощные ЭВМ и высокопроизводительные средства визуализации.

1.2. История развития инженерной и компьютерной графики

Графические изображения создавались уже на ранних стадиях развития человеческого общества.

Создание в 1950 г. машины Whirlwind-I в Массачусетском технологическом университете официально признано первой попыткой использования дисплея для вывода изображения из ЭВМ, а «термин «компьютерная графика» был придуман в 1960 г. сотрудником компании Boeing У. Феттером.

В 50–60-х годах компьютер был впервые использован для создания титров к кинофильму.

Следующим шагом в развитии компьютерной графики считается программа Sketchpad, разработанная Айвэном Сазерлендом в 1961 г. В ней использовалось световое перо для рисования простейших фигур на экране. Полученные картинки можно было сохранять и восстанавливать.

Компьютерная графика на начальном этапе своего развития была векторной. Эта особенность была связана с технической реализацией компьютерных дисплеев. В дальнейшем более широкое применение получила растровая графика, основанная на представлении изображения на экране в виде матрицы однородных элементов (пикселей).

В том же 1961 г. Стив Рассел создал первую компьютерную видеоигру Spacewar («Звездная война»), а научный сотрудник Bell Labs Эдвард Зэджек создал анимацию «Simulation of a two-giro gravity control system».

Центром исследований в области компьютерной графики становится университет штата Юта. Алгоритмическую сторону компьютерной графики продвинули Э. Кэтмул (создатель алгоритма удаления невидимых поверхностей с использованием Z-буфера (1978) и Дж. Варнок (основатель Adobe System (1982) и автор алгоритма удаления невидимых граней на основе разбиения области (1969).

Резкий скачок в развитии вычислительной техники произошел в 1970-е годы благодаря изобретению микропроцессора, в результате началась миниатюризация компьютеров и быстрый рост их производительности. В это же время стала интенсивно развиваться индустрия компьютерных игр, таким образом компьютерная графика начала широко использоваться на телевидении и в киноиндустрии.

Гольдштейн и Нагель в 1971 г. впервые реализовали метод трассировки лучей с использованием логических операций для формирования трехмерных изображений.

В середине 1970-х годов графика продолжила развиваться в сторону большей реалистичности изображений. В 1974 г. Э. Кэтмул создал первые алгоритмы текстурирования криволинейных поверхностей, в 1975 г. появился метод закрашивания Фонга. Дж. Блин в 1977 г. предложил алгоритмы реалистического изображения шероховатых поверхностей (микрорельефов); методы устранения ступенчатого эффекта при изображении контуров (антиэ-

лайзинг) начал разрабатывать Ф. Кроу. Дж. Брезенхем создает эффективные алгоритмы построения растровых образов отрезков, окружностей и эллипсов. В 1978 г. Кэтмулом был предложен метод Z-буфера, использующий область памяти для хранения информации о «глубине» каждого пикселя экранного изображения. Тогда же Сайрус и Бэк стали развивать алгоритмы клиппирования (отсечения) линий, а в 1979 г. Кэй и Гринберг впервые реализовали изображение полупрозрачной поверхности.

Т. Уиттед в 1980 г. разработал общие принципы трассировки лучей, включающие отражение, преломление, затенение и методы антиэлайзинга.

В 1984 г. была предложена модель излучательности, одновременно развивались и методы прямоугольного клиппирования областей.

В 80-е годы появился целый ряд компаний, занимающихся прикладными разработками в области компьютерной графики.

В эти годы компьютерная графика уже прочно внедрялась в киноиндустрию, развивались приложения к инженерным дисциплинам. В 90-е годы в связи с возникновением сети Интернет у компьютерной графики появилась еще одна сфера приложения.

Как видно, приоритет в развитии данного направления в информационных технологиях достаточно прочно удерживают американские исследователи. Но и в советской науке были свои разработки, представленные в табл. 1, среди которых можно назвать ряд технических реализаций дисплеев, выполненных в разные годы.

Таблица 1

Разработки советских ученых в области компьютерной графики

Дата	Разработчики	Название разработки
1968	ВЦ АН СССР	Машина БЭСМ-6 (первый отечественный растровый дисплей с видеопамятью на магнитном барабане)
1972	Институт автоматики и электрометрии	Векторный дисплей «Символ»
1973	Институт автоматики и электрометрии	Векторный дисплей «Дельта»
1977	Институт автоматики и электрометрии	Векторный дисплей ЭПГ-400
1982	НИИ периферийного оборудования, Киев	Векторный дисплей СМ-7316
1979–1984	Институт прикладной физики	Серия растровых цветных полутоновых дисплеев «Гамма»

С середины XX века интенсивно развивается машинная графика. Разработанные системы автоматизированного проектирования (САПР) предназначены для выполнения проектных работ с применением математических методов и компьютерной техники.

Системы типа САПР активно используются во многих областях, например, в машиностроении и электронике. Одними из первых были созданы САПР для проектирования самолетов, автомобилей, системы для разработки микроэлектронных интегральных схем, архитектурные системы.

Сейчас все более популярными становятся геоинформационные системы (ГИС).

Операции, типичные для ГИС:

- ввод и редактирование объектов с учетом их расположения на поверхности Земли;
- формирование разнообразных цифровых моделей;
- запись в базы данных;
- выполнение разнообразных запросов к базам данных.

Важной операцией является анализ с учетом пространственных, топологических отношений множества объектов, расположенных на некоторой территории.

1.3. Область применения компьютерной графики

Область применения компьютерной графики не ограничивается одними художественными эффектами.

Рассмотрим следующие области применения компьютерной графики.

1. **Научная графика.** Первые компьютеры использовались только для решения научных и производственных задач, чтобы понять полученные результаты, производили их графическую обработку, строили графики, диаграммы, чертежи рассчитанных конструкций. Первые графики получали в режиме символьной печати. Позже появились графопостроители (плоттеры) для вычерчивания чертежей и графиков чернильным пером на бумаге. Современная научная компьютерная графика дает возможность проводить вычислительные эксперименты с наглядным представлением их результатов.

2. **Деловая графика** – это область компьютерной графики, предназначенная для наглядного представления различных показа-

телей работы учреждений (например, плановые показатели, отчетная документация, статистические сводки). Программные средства деловой графики включаются в состав электронных таблиц.

3. **Конструкторская графика**, которая используется в работе инженеров–конструкторов, архитекторов, изобретателей. Этот вид компьютерной графики является обязательным элементом САПР. Средствами конструкторской графики можно получать как плоские изображения, так и пространственные трехмерные изображения.

4. **Иллюстративная графика** – это произвольное рисование и черчение на экране компьютера. Пакеты иллюстративной графики относятся к прикладному программному обеспечению общего назначения.

5. **Художественная и рекламная графика** – рекламные ролики, мультфильмы, компьютерные игры, видеоуроки, видеопрезентации. Графические пакеты для этих целей требуют больших ресурсов компьютера по быстродействию и памяти. Их отличительной особенностью является:

- возможность создания реалистических изображений и «движущихся картинок»;
- получение рисунков трехмерных объектов, их повороты, приближения, удаления, деформации;
- передача освещенности объекта в зависимости от положения источника света, от расположения теней, от фактуры поверхности.

6. **Компьютерная анимация**, т. е. получение движущихся изображений на экране дисплея.

7. Графика для Интернета.

Хотя инженерная и компьютерная графика являются всего лишь инструментом, ее структура и методы основаны на комплексном использовании передовых достижений науки и техники. Это справедливо как для программных, так и аппаратных средств формирования и реализации изображения, поскольку компьютерная графика одно из бурно развивающихся направлений компьютерной индустрии.

1.4. Форматы графических файлов

Для хранения изображений между сеансами работы с графическими программами и переноса изображений между программами и компьютерами служат графические файлы. В файлах графиче-

ческая информация кодируется несколько иначе, чем в памяти компьютера. Существует множество способов кодирования, называемых форматами.

Основные характеристики графических форматов

1. Распространенность.
2. Соответствие сфере применения.
3. Поддерживаемые типы точечных изображений и цветовые модели.
4. Возможность хранения дополнительных цветовых каналов.
5. Возможность хранения масок.
6. Возможность хранения обтравочных контуров. Возможность сжатия графической информации.
7. Способ сжатия.
8. Возможность хранения калибровочной информации.
9. Возможность хранения параметров растривания.

Не существует «лучшего» среди многочисленных форматов файлов. Ориентироваться следует на тот формат, который наиболее подходит для вашей работы.

Существует множество графических форматов. Рассмотрим наиболее используемые ***форматы программ растровой графики.***

1. BMP (Windows Device Independent Bitmap). Собственный растровый формат операционной системы Windows. Цвета при данном формате определяются независимо от используемых адаптера и монитора, при этом изображения могут выводиться на экраны, подключенных к компьютерам под управлением Windows.

2. GIF (CompuServe Graphics Interchange Format). На сегодняшний день является одним из самых известных форматов файлов, в основном использующийся в Интернете. Формат разработан в 1987 году для скоростной передачи изображений по своим сетям компанией CompuServe. Первоначально данный формат поддерживал 256 цветов, но в скором времени была обнаружена неиспользованная возможность GIF – записывать в один файл несколько картинок и проигрывать их с определенной задержкой. В 1989 году это свойство вместе с поддержкой прозрачности стало основой обновления формата. Данный формат поддерживается различными платформами, что привело к его широкому применению для обмена не только графикой, но и различными мультимедиа-данными.

3. JPEG (Joint Photographic Experts Group). Формат хранения данных, сжатых с помощью алгоритма JPEG, идентифицирует и отбрасывает данные, которые человеческий глаз не в состоянии увидеть, что приводит к существенному уменьшению размера файла. JPEG наиболее широко используется при создании изображений для электронного распространения на компакт-дисках или в Интернете.

4. PCD (Kodak Photo Cd). Для хранения сканированных фотографических изображений фирмой Kodak был разработан формат PCD (Photo CD). Сканирование выполняется на специальной аппаратуре, а его результат записывается на компакт-диск особого формата, Kodak PhotoCD.

Файл PCD содержит изображение сразу в нескольких фиксированных разрешениях:

- базовое (Base) разрешение (512x768 пикселей) используется для просмотра на телевизорах NTSC и PAL;
- пониженные разрешения Base/4, Base/16;
- высокие разрешения 4Base, 16 Base и 64 Base.

5. PCX (PC eXchange). Хотя до сих пор данный формат не признан в качестве официального стандарта, первоначально он использовался в программе PaintBrush фирмы Zsoft и получил широкое распространение среди пакетов редактирования растровых изображений. Поддерживает монохромные, индексированные и полноцветные RGB-изображения.

6. PNG (Portable Network Graphics). Данный формат не принадлежит конкретной фирме и может быть использован в любом виде деятельности, связанном с графикой, т.к. был разработан в качестве альтернативного GIF. Существует два варианта формата: PNG8 и PNG24, цифры в названии формата означают максимальную глубину цвета.

Формат PNG предназначен для передачи изображений по сети. Он поддерживает полутоновые и полноцветные RGB-изображения с единственным альфа-каналом, а также индексированные и монохромные изображения без альфа-каналов.

7. PSD (PhotoShop Document). Формат PSD (Adobe Photoshop Document) является внутренним для графического редактора Adobe Photoshop и предназначен для сохранения текущего документа со всеми элементами, свойственными программе: векторные

контуры, каналы, слои, векторный шрифт и т. д. Формат поддерживает большинство цветовых моделей и все типы изображений, различающихся по глубине цвета.

8. PXR (PIXAR). Формат создавался специально для обмена графическими файлами между платформой PIXAR, используемой высокопроизводительными программами трехмерной графики и анимации, и другими ОС. В технологии PIXAR применяется протокол RenderMan Interface Bytestream (RIB), разработанный для связи между программами создания и редактирования фотореалистических изображений и системами их вывода на экран монитора.

9. RAW. Данный тип формата является гибким и служит для передачи документов между различными приложениями и платформами. Сначала записывается информация о цвете, затем – данные о степени серого каждой точки в двоичном коде, причем 0 соответствует черному цвету, а 255 – белому.

10. SCT (Scitex Continuous Tone). Формат, используемый сканерами, фотонаборными автоматами и графическими станциями Scitex для получения высококачественной полиграфической продукции. Он поддерживает полутоновые и полноцветные изображения в моделях RGB и CMYK без альфа-каналов. Обтравочные контуры и цветовые профили не поддерживаются.

11. TIFF (Tag Image File Format). Этот графический формат является достаточно сложным, но его структура предусматривает как гибкость записи данных, так и широкие возможности для расширения. Большим достоинством формата является поддержка практически любого алгоритма сжатия.

Существует пять типов TIFF-файлов:

- 1) B – черно-белые иллюстрации;
- 2) F – изображения для факсов;
- 3) G – полутоновые изображения;
- 4) P – цветные изображения, использующие собственную цветовую палитру;
- 5) R – фотореалистичные изображения, записывающие для каждой точки красную, зеленую и голубую составляющие цвета.

В этом типе формата поддерживаются обтравочные контуры, альфа-каналы, а также информация об авторе, категории изображения и ключевых словах. Формат переносится между платфор-

мами и легко импортируется во все программы верстки, что делает его незаменимым при подготовке документов для печати.

12. TGA (Targa). В тех случаях, когда необходимо сохранить информацию с глубиной 32 разряда на точку широко применяется в программах редактирования формат Targa (TGA). Именно этот формат впервые обеспечил работу с 24-разрядной кодировкой цвета на IBM-совместимых компьютерах.

13. WMF (Windows MetaFile). Аналогом формата PICT в мире Windows является WMF (Windows MetaFile), разработанный корпорацией Windows. Он подходит для хранения векторных и растровых файлов и их последующего вывода, как на экраны мониторов, так и на печатающие устройства.

Теперь перейдем к рассмотрению **векторных форматов**.

1. CDR (Computer Graphics Metafile). Векторный формат, являющийся внутренним для векторного редактора CorelDRAW.

2. CGM (Computer Graphics Metafile). Популярный векторный формат, используемый для переноса данных на другие платформы. Основное преимущество – его независимость от аппаратной и программной платформ.

3. DCS (Desktop Color Separations). Формат для размещения цветоделенных изображений в публикациях. Он представляет собой вариант формата EPS и имеет две версии.

4. DXF (Drawing eXchange Format). Векторный формат DXF поддерживают все программы автоматизированного проектирования.

5. EPS (Encapsulated PostScript). В данном типе формата используются как векторный, так и растровый способы записи информации. Этот формат позволяет переносить данные на языке PostScript в стандартные для данной ОС форматы представления информации, например на экране монитора.

Изображение в файле хранится в двух вариантах: основной вариант – это векторное изображение, сохраненное как описание на языке PostScript, и дополнительный вариант – это пиксельное изображение с уменьшенным разрешением, используемое для предварительного просмотра.

6. FAX. Данный формат предназначен для хранения образов одного и того же типа, «производимых» факс-модемами.

7. FH (FreeHand). Векторный формат, являющийся внутренним для векторного редактора FreeHand.

8. FLM (Filmstrip). Формат FLM (Filmstrip) – собственный формат Adobe Premier, программы редактирования видеoinформации и создания презентаций.

9. HPGL (Hewlett-Packard Graphics Language). Основной векторный формат для программ проектирования.

10. IGES (International Graphical Exchange Format). Векторный формат IGES – это набор протоколов для передачи графических данных и вывода их на экране монитора. Данный формат часто используется в CAD-программах, оперирующих трехмерными изображениями.

11. PDF (Portable Document Format). Векторный формат PDF – межплатформенный формат, интегрирующий макет страницы с иллюстрациями – как векторными, так и пиксельными, шрифтами, гипертекстовыми ссылками, звуками и анимационными фрагментами.

Для обеспечения небольшого размера используются разные **способы компрессии:**

1. PIC. Формат разработан корпорацией Lotus Development для использования в электронной таблице Lotus 1-2-3.

2. PICT. Этот формат относится к типу «метафайл», т. е. дает возможность сохранять как векторные, так и растровые иллюстрации. Он был разработан компанией Apple Computer для использования на платформе Macintosh.

1.5. Цветовые модели и типы растровых изображений

Наука о цвете – это довольно сложная и широкомасштабная наука, поэтому в ней время от времени создаются различные цветовые модели, применяемые в той либо иной области. Одной из таких моделей и является цветовой круг.

Существуют 3 первичных цвета, которые невозможно получить и которые образуют все остальные. Основными цветами являются желтый, красный и синий. При смешивании этих цветов можно составить круг, который будет содержать все цвета. Он представлен на рис. 1 и называется *большим кругом Освальда*.

Наряду с кругом Освальда существует еще и круг Гете (рис. 2), в котором основные цвета расположены в углах равностороннего треугольника, а дополнительные – в углах перевернутого треугольника.

Друг напротив друга расположены контрастные цвета.

Для описания излучаемого и отраженного цвета используются разные математические модели – цветовые модели (цветовое пространство) – способ описания цвета с помощью количественных характеристик. Цветовые модели могут быть аппаратно-зависимыми и аппаратно-независимыми.

В цветовой модели каждому цвету можно поставить в соответствие строго определенную точку. В этом случае цветовая модель – это просто упрощенное геометрическое представление, основанное на системе координатных осей и принятого масштаба.

Существуют следующие цветовые модели:

- RGB;
- CMY;
- CMYK;
- HSB;
- Lab;
- HSV;
- HLS и др.

В цифровых технологиях используются как минимум четыре основных модели: RGB, CMYK, HSB и Lab. В полиграфии используются также многочисленные библиотеки плашечных цветов.

Цвета одной модели являются дополнительными к цветам другой модели.

По принципу действия цветовые модели можно условно разбить на три класса:

- 1) аддитивные (RGB), основанные на сложении цветов;
- 2) субтрактивные (CMY, CMYK), основу которых составляет операция вычитания цветов (субтрактивный синтез);



Рис. 1. Большой круг Освальда

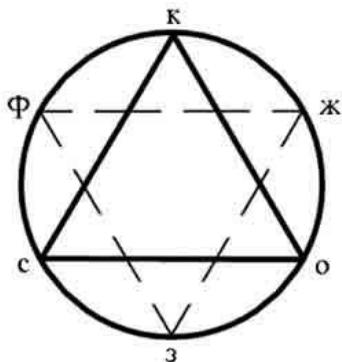


Рис. 2. Круг Гете

3) перцепционные (HSB, HLS, LAB, YCC), базирующиеся на восприятии.

Аддитивный цвет получается путем соединения лучей света разных цветов на основе законов Грассмана. В его основе лежит тот факт, что большинство цветов видимого спектра могут быть получены путем смешивания в различных пропорциях трех основных цветовых компонентов. При попарном смешивании первичных цветов образуются вторичные цвета. Отметим, что первичные и вторичные цвета относятся к базовым цветам.

Цвета, с помощью которых можно получить практически весь спектр видимых цветов, называют *базовыми*.

Можно использовать и различные комбинации из двух основных цветов для получения новых с помощью аддитивного синтеза, варьирование состава которых приводит к изменению результирующего цвета.

Таким образом, цветовые модели – это средства для концептуального и количественного описания цвета, а способ реализации определенной цветовой модели в рамках конкретной графической программы называется *цветовым режимом*.

Рассмотрим более подробно основные цветовые модели, но для начала остановимся на *законе Грассмана, или законе смешивания цветов*.

В большинстве цветовых моделей для описания цвета используется трехмерная система координат, которая образует цветовое пространство, где цвет можно представить в виде точки с тремя координатами. Для оперирования цветом в трехмерном пространстве Т. Грассман вывел три закона в 1853г.

1. Цвет трехмерен, т. е. для его описания необходимы три компонента. Любые четыре цвета находятся в линейной зависимости, хотя существует неограниченное число линейно независимых совокупностей из трех цветов.

2. Если в смеси трех цветовых компонент одна меняется непрерывно, в то время как две другие остаются постоянными, цвет смеси также изменяется непрерывно.

3. Цвет смеси зависит только от цветов смешиваемых компонент и не зависит от их спектральных составов.

Цветовая модель RGB. Это одна из распространенных и часто используемых моделей (рис. 3). Применяется в приборах, из-

лучающих свет, таких как мониторы, прожекторы, фильтры и другие подобные устройства, а также в устройствах ввода графической информации – сканерах, цифровых камерах.

Данная цветовая модель базируется на трех основных цветах: красном, зеленом и синем. Эта модель аддитивная, т. е. цвет получается при сложении точек трех базовых цветов, каждая своей яркости. Чем ярче цветная точка, тем большее количество этого цвета добавится к результирующей точке.

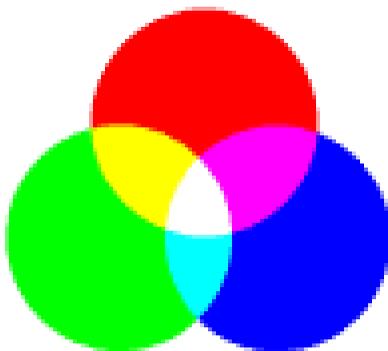


Рис. 3. Модель RGB

Модель является аппаратно-зависимой, так как значения базовых цветов (а также точка белого) определяются качеством примененного в мониторе люминофора. В результате на разных мониторах одно и то же изображение выглядит неодинаково.

Система координат RGB – куб с началом отсчета $(0,0,0)$, соответствующим черному цвету (рис. 4). Максимальное значение RGB – $(255,255,255)$ соответствует белому цвету.

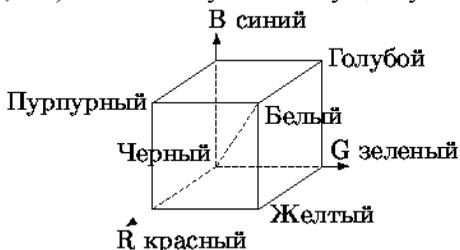


Рис. 4. Цветовой куб модели RGB

Несомненными достоинствами данного режима является то, что он позволяет работать со всеми 16 миллионами цветов, а недостаток – что при выводе изображения на печать часть из этих цветов теряется.

Модель CMY (Cyan Magenta Yellow). В этой модели (рис. 5) основные цвета образуются путем вычитания из белого цветов основных аддитивных цветов модели RGB.

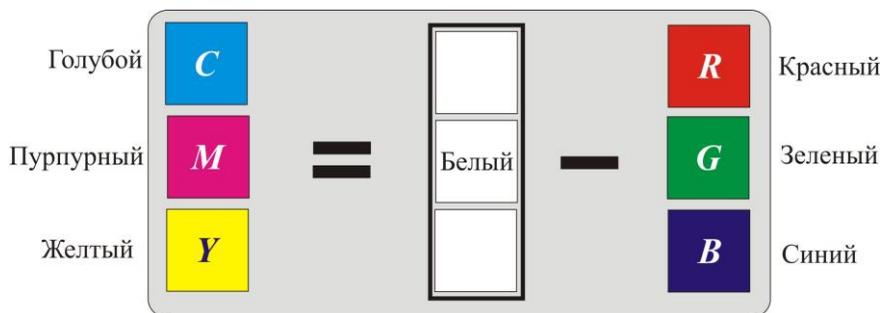


Рис. 5. Получение модели CMY из RGB

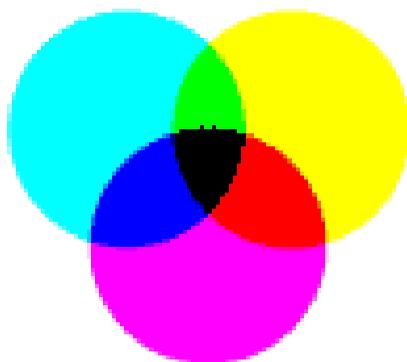


Рис. 6. Модель CMY

Цвета, использующие белый свет, вычитая из него определенные участки спектра, называются *субтрактивными*. Основные цвета этой модели – голубой, пурпурный и желтый. При смешении двух субтрактивных цветов результат затемняется. При нулевом значении всех компонент образуется белый цвет. Эта модель (рис. 6) представляет отраженный цвет, и ее называют *моделью субтрактивных основных цветов*.

Данная модель является основной для полиграфии и также является аппаратно-зависимой.

Система координат CMY – куб, но с началом отсчета в точке с RGB координатами (255,255,255), соответствующей белому цвету. Цветовой куб модели CMY показан на рис. 7.

Цветовая модель CMYK. Эта цветовая модель является субтрактивной. В модели CMYK к триаде добавляют черный цвет. Модель CMYK является «эмпирической», в отличие от теоретических моделей CMY и RGB. Модель также является аппаратно-зависимой.

В отличие от аддитивной модели, где отсутствие цветовых составляющих образует черный цвет, в субтрактивной все наоборот: если нет отдельных компонентов, то цвет белый, если они все присутствуют, то образуется грязно-коричневый, который делается

более темным при добавлении черной краски, которая используется для затемнения и других получаемых цветов.

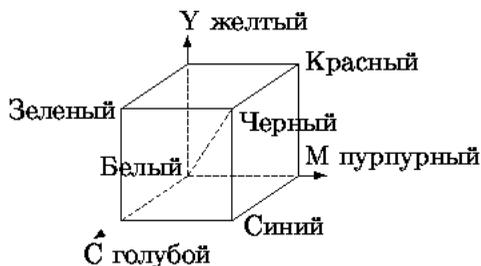


Рис. 7. Цветовой куб модели CMY

Цвет в CMYK зависит не только от спектральных характеристик красителей и от способа их нанесения, но и их количества, характеристик бумаги и других факторов.

Цветовая модель Lab. Данная цветовая модель совмещает достоинства как CMYK, так и RGB, а именно обеспечивает доступ ко всем цветам, работая с достаточно большой скоростью.

Построение цветов здесь, так же как и в RGB, базируется на слиянии трех каналов (рис. 8).

Свое название данная модель получила от своих базовых компонентов L , a и b . Компонент L несет информацию о яркостях изображения, а компоненты a и b – о его цветах (т. е. a и b – хроматические компоненты). Компонент a изменяется от зеленого до красного, а b – от синего до желтого. Яркость в этой модели отделена от цвета, что удобно для регулирования контраста, резкости и т.д.

Перцепционные цветовые модели. Для дизайнеров, художников и фотографов основным инструментом индикации и воспроизведения цвета служит глаз.

Как было показано ранее, используемые цветовые системы RGB и CMYK являются аппаратно-зависимыми. Для устранения аппаратной зависимости был разработан ряд так называемых перцепционных (иначе – интуитивных) цветовых моделей. В их основу заложено раздельное определение яркости и цветности. Такой подход обеспечивает ряд преимуществ:

1) позволяет обращаться с цветом на интуитивно понятном уровне;

2) значительно упрощает проблему согласования цветов, поскольку после установки значения яркости можно заняться настройкой цвета.

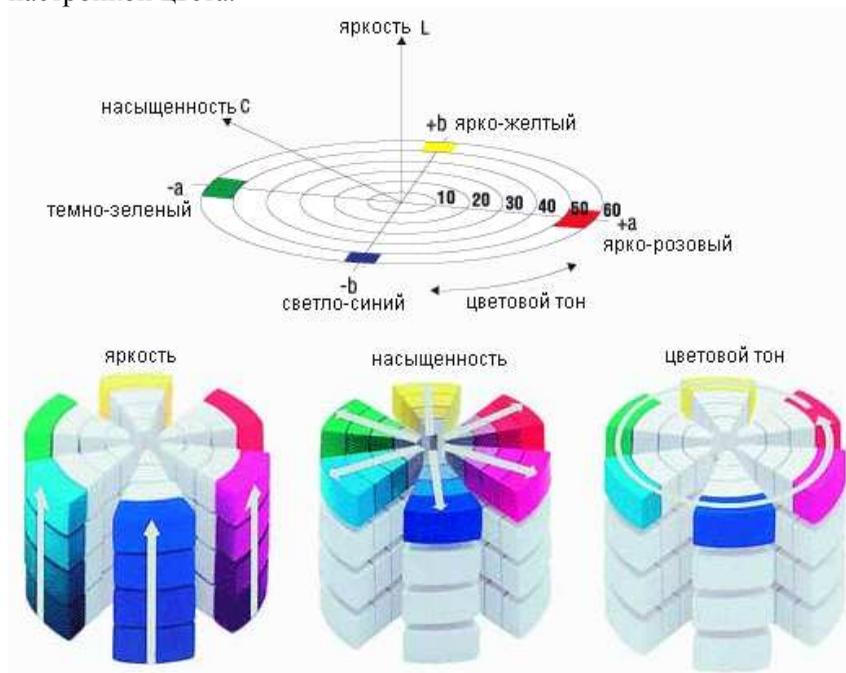


Рис. 8. Порядок построение цветовой модели Lab

Прототипом всех цветowych моделей, использующих концепцию разделения яркости и цветности, является HSV-модель. К другим подобным системам относятся HSI, HSB, HSL и YUV.

Цветовая модель HSB. Здесь заглавные буквы не соответствуют никаким цветам, а символизируют тон (цвет), насыщенность и яркость (Hue Saturation Brightness). В данной модели (рис. 9) все цвета располагаются по кругу, и каждому соответствует свой градус.

Насыщенность – это параметр цвета, определяющий его чистоту. Отсутствие серых примесей (чистота кривой) соответствует данному параметру. Уменьшение насыщенности цвета означает его разбеливание. Цвет с уменьшением насыщенности становится пастельным, блеклым, размытым.

Яркость – это параметр цвета, определяющий освещенность или затемненность цвета. Амплитуда (высота) световой волны соответствует этому параметру. Уменьшение яркости цвета означает его затемнение.

Модель HSB – это пользовательская цветовая модель, которая позволяет выбирать цвет традиционным способом.

В цифровой фотографии количество цветов, которые могут быть сохранены в изображении, – это мера битовой глубины цвета.

Глубина цвета – количество бит, приходящихся на один пиксель (bpp). Определяет количество бит, или разрядов, с помощью которых составляются коды потенциальных значений тона или цвета.

Человеческий глаз способен различать 12–14 миллионов цветов, поэтому глубина цвета 24 бит считается минимальной для создания фотореалистичных изображений. Однако битовая глубина определяет не только количество цветов, но и постепенность переходов между ними, однородность и гладкость оттенков при переходах одного цвета в другой, что напрямую зависит от числа цветов.

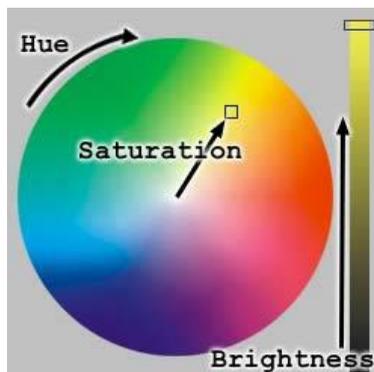


Рис. 9. Цветовая модель HSB

Контрольные вопросы

1. Дать определение инженерной и компьютерной графики.
2. Что является конечным продуктом компьютерной графики?
3. Охарактеризовать основные направления обработки информации.
4. Области применения компьютерной графики.
5. Особенности художественной и рекламной графики.
6. Области применения научной графики.
7. Типичные операции геоинформационных систем.
8. Основные этапы развития инженерной и компьютерной графики.
9. Дать определение закону Грассмана.

10. Что такое глубина цвета?
11. Охарактеризовать основные цветовые модели.

2. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

2.1. Устройства ввода данных

Теперь рассмотрим устройства ввода графической информации. К ним относятся:

- мышь;
- трекбол;
- световое перо;
- джойстик;
- спейсбол.

Также для растрового ввода изображений используются сканеры, позволяющие не только ввести образ в компьютер, но и произвести его обработку и документирование. Принцип работы сканера состоит в последовательном освещении сканируемого материала ксеноновой или флуоресцентной лампой и регистрации отраженного цвета ПЗС-матрицей (за исключением барабанных сканеров).

По типу сканирования такие устройства классифицируются следующим образом.

1. Барабанные сканеры. Сканируемый объект вымачивается в специальном растворе и помещается на барабан, который вращается перед перемещающимся в одном направлении фотоэлектронным умножителем (рис. 10).

2. Планшетные сканеры. Под стеклом одного из стандартных размеров (чаще всего А4; реже А3) находится сканирующая головка, последовательно проходящая всю площадь под стеклом в процессе сканирования (рис. 11). Для сканирования фотопленки в крышку может быть встроена лампа подсветки.

3. Протяжные сканеры. Предназначены для сканирования листов бумаги заданной ширины (рис. 12). Сканирующая головка перемещается только в одном направлении, а протяжной механизм обеспечивает последовательное смещение бумаги относительно сканирующей головки вдоль другого измерения.

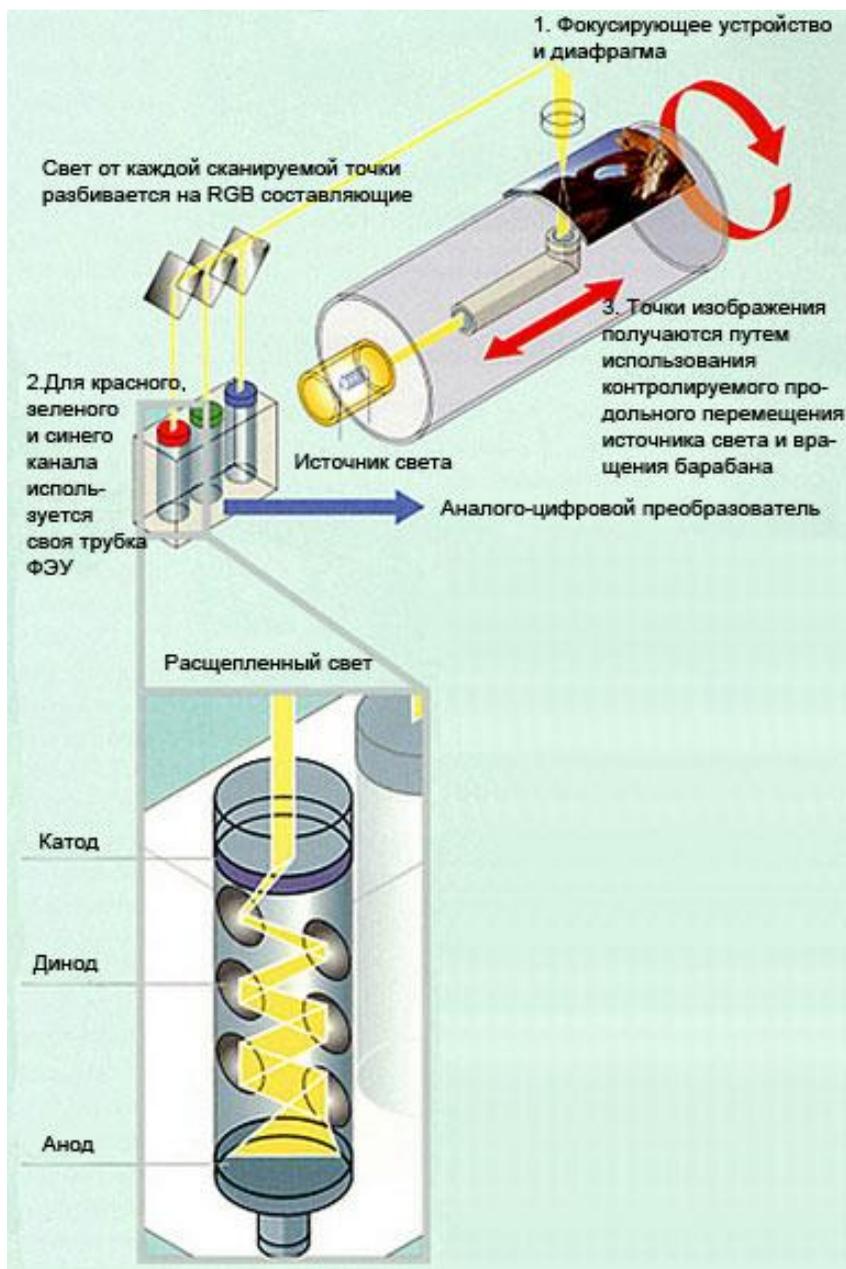


Рис. 10. Принцип работы барабанного сканера

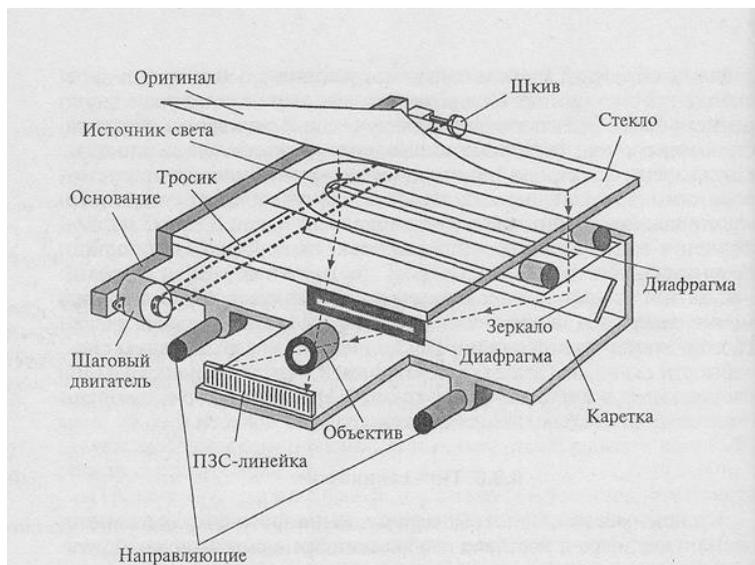


Рис. 11. Устройство и принцип работы планшетного сканера



Рис. 12. Внешний вид протяжного сканера

4. Ручные сканеры. Сканирующая головка перемещается над сканируемой поверхностью при помощи руки человека (рис. 13).

5. Слайд-сканеры. Предназначены специально для сканирования фотопленки (рис. 14).

Важным отличием является отсутствие стекла между сенсором и пленкой.

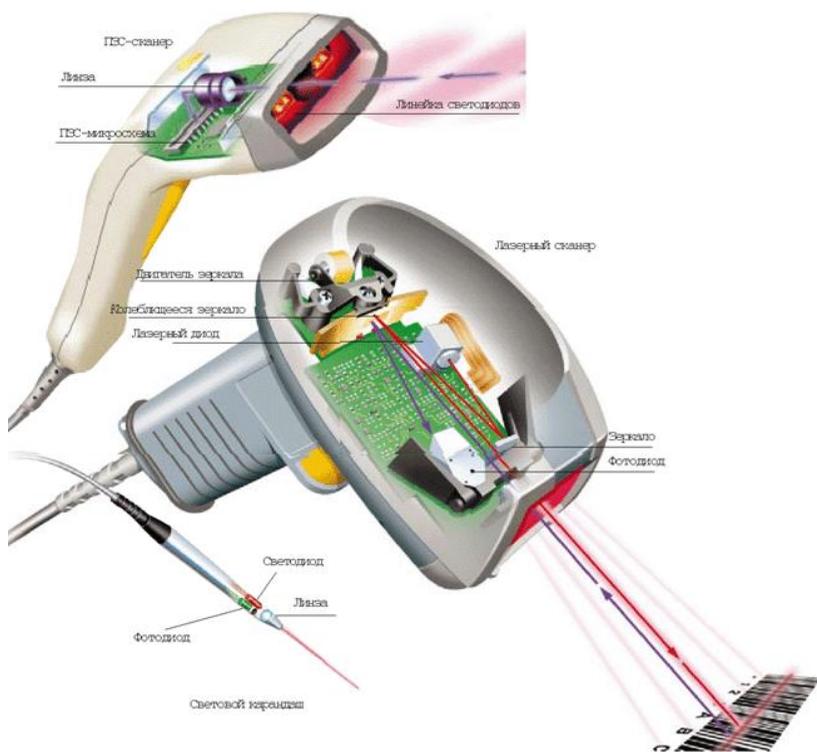


Рис. 13. Устройство и принцип работы ручного сканера



Рис. 14. Внешний вид слайд-сканера

2.2. Устройства вывода данных

Развитие компьютерной графики во многом обусловлено развитием технических средств ее поддержки. Прежде всего это устройства вывода, каковыми являются дисплеи.

Рассмотрим существующие типы дисплеев и принцип их работы.

1. Дисплей на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ). Проблемой мониторов на ЭЛТ (рис. 15) является то, что яркость свечения люминофора зависит от энергии попавшего на него электрона не линейно. Для компенсации этого эффекта применяют гамма-коррекцию.

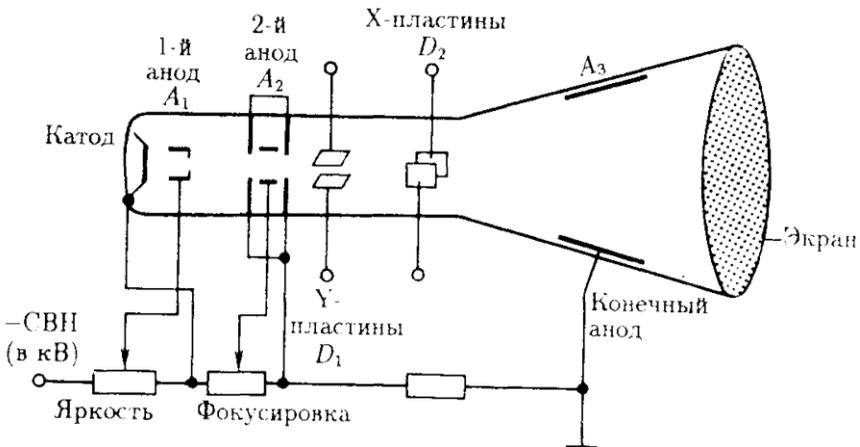


Рис. 15. Схема электронно-лучевой трубки

Основными недостатками дисплеев на ЭЛТ являются сравнительно большие размер и вес, а также геометрические искажения на периферии экрана. Основные достоинства – хорошая цветопередача и способность работать в широком диапазоне разрешений экрана.

2. Дисплей на запоминающей трубке с прямым копированием изображения. Запоминающая трубка обладает свойством длительного времени послесвечения: изображение остается видимым в течение длительного времени (до одного часа). Дисплей на запоминающей трубке является векторным, его достаточно легко программировать. Однако уровень интерактивности у него ниже ввиду низкой скорости и плохих характеристик стирания.

3. Векторные дисплеи с регенерацией изображения. Такой дисплей требует достаточно быстрого процессора для обработки дисплейного файла и управления перемещением луча по экрану. Отличительной чертой векторных дисплеев является возможность непосредственного графического диалога, заключающаяся в простом указании с помощью светового пера объектов на экране. Одним из недостатков векторных дисплеев является малое число градаций по яркости.

4. Дисплеи с растровым сканированием луча. При построении изображения в растровых графических устройствах используется буфер кадра, представляющий собой большой непрерывный участок памяти компьютера. Для каждой точки в растре отводится, как минимум один бит памяти. Буфер кадра сам по себе не является устройством вывода, он лишь используется для хранения рисунка. Наиболее часто в качестве устройства вывода, используемого с буфером кадра, выступает видеомонитор.

5. Дисплеи на жидкокристаллических индикаторах. Эти дисплеи имеют наименьшие габариты и энергопотребление, поэтому широко используются в портативных компьютерах. Основными достоинствами жидкокристаллических дисплеев являются меньшие, чем у ЭЛТ-дисплеев, размер в глубину, вес и энергопотребление, большая четкость. Недостатками являются: худшая, чем у ЭЛТ-дисплеев, цветопередача; цветовые искажения при косых углах зрения; большое среднее время реакции, что приводит к «смазыванию» динамично меняющихся изображений.

6. Плазменные панели.

7. Дисплеи на светодиодах.

8. Дисплеи на органических светодиодах. Их достоинством является то, что их можно производить путем процесса, напоминающего струйную печать.

9. «Электронная бумага» – гибкие дисплеи, способные заменить обычную бумагу. Отличаются тем, что рассчитаны не на постоянное обновление изображения, а, наоборот, на его длительное сохранение без электрической энергии.

Помимо дисплеев, в качестве устройств вывода изображений используются *плоттеры*. Плоттер стоит ближе к векторным дисплеям, но отличается от них тем, что стирать выводимые изображения невозможно.

Кроме того, следует упомянуть *принтеры*. Изображение, получаемое с помощью современных принтеров, также формируется как точечное (растровое), но, как правило, с лучшим разрешением, чем экранное.

Типы принтеров

1. Матричные принтеры. Печатающая головка, перемещающаяся в одном измерении по ширине страницы, состоит из нескольких игл (обычно 9 или 24). Краска нанесена на ленту, находящуюся между бумагой и головкой. При ударе иглы по бумаге на ней остается след от краски с ленты, таким образом, и получается изображение (рис. 16).

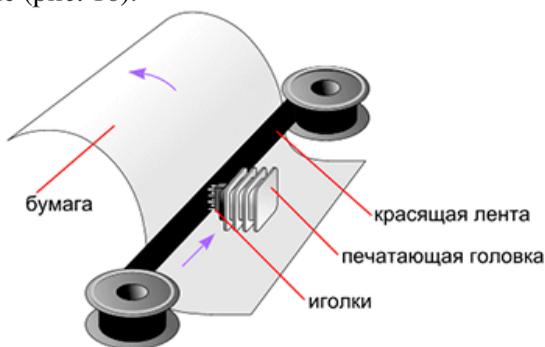


Рис. 16. Принцип работы матричного принтера

Основное достоинство – дешевизна печати, основные недостатки – низкое качество и высокий уровень шума.

2. Струйные принтеры. Печатающая головка, перемещающаяся по ширине бумаги, состоит из множества микрокамер с микросоплами, при пропускании электрического импульса через микрокамеру в ней образуется пузырь, который выталкивает из сопла каплю краски на бумагу. В цветных принтерах применяется цветовая модель СМУК. Основное достоинство – сравнительная дешевизна устройства. Основной недостаток – дороговизна расходных материалов.

3. Лазерные принтеры. На всю поверхность барабана с фотопроводящим покрытием наносится положительный заряд, обычно с помощью коронирующего электрода. Потом некоторые участки барабана освещаются лазерным лучом, что приводит к снятию заряда в этих местах. Затем поверхность барабана проходит через

порошкообразный тонер, положительно заряженные частички, которого отталкиваются от заряженных участков барабана и прилипают к незаряженным. После этого тонер с барабана переносится на бумагу, которая для этого предварительно заряжается отрицательно с помощью другого коронирующего электрода. Бумага потом подвергается нагреву, при котором частички тонера прочно приправляются к ней (рис. 17).

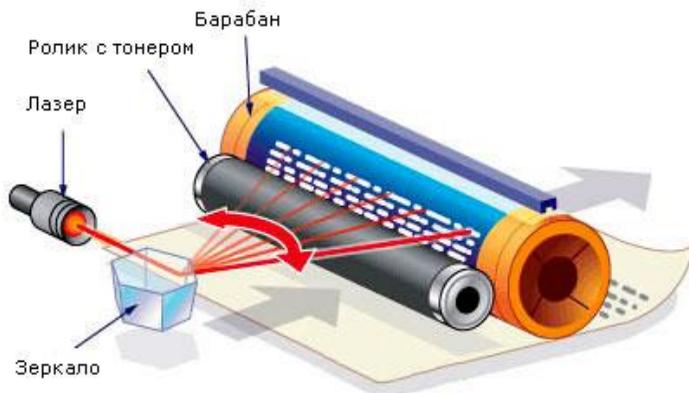


Рис. 17. Принцип работы лазерного принтера

Основные достоинства – высокая четкость и быстрота печати, основной недостаток – сравнительная дороговизна самих устройств.

Также к устройствам вывода данных можно отнести *проекторы*, которые используются для демонстрации изображений больших размеров. Для этого применяются системы линз, проецирующие маленькое изображение на большой экран.

По технологии построения первичного изображения внутри проектора делятся:

- 1) на проекторы на ЭЛТ.
- 2) проекторы на ЖК.
- 3) проекторы на технологии DLP.

Для создания первичного изображения в таких проекторах используется лампа, освещающая систему микрзеркал (по одному на пиксель). При постоянном быстром изменении положения этих зеркал от полного пропускания света до полного его блокирования получаются оттенки серого. Для получения цветного изображения используют два метода: либо вращающийся цветовой круг с ба-

зисными RGB-цветами (при прохождении соответствующего светофильтра электромеханика подстраивает зеркала для соответствующего цветового канала), либо белый свет сначала разлагается призмой, затем поток для каждой RGB-компоненты проходит через свою систему зеркал, и потом они вновь соединяются.

Все вышеперечисленные устройства, с точки зрения передачи информации прикладным программам, следует рассматривать как логические. Функционирование систем характеризуется тем, какую информацию устройство передает в программу. При разработке пользовательского интерфейса эти вопросы становятся особенно существенными.

2.3. Представление и преобразование точек и отрезков

Рассматриваемые методы преобразования являются основным инструментом манипулирования элементами изображений. Понимание принципов изменения и преобразования элементов изображений увеличивают возможности при создании изображений средствами машинной графики и адекватное восприятие результатов преобразования.

Соотношения между точками трехмерного евклидова пространства и их координатами, может быть задано либо радиус – вектором

$$r = \overline{OP} = xe_x + ye_y + ze_z,$$

где e_x, e_y, e_z единичные вектора осей, либо матрицам вида $\begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix}$

или $\begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix}$.

Геометрические преобразования, проводимые в компьютерной графике как на плоскости, так и в пространстве, можно проводить в двух вариантах.

Первый подход заключается в том, что рассматривается преобразование одного множество точек в другое, но при этом система координат, в которой определены оба эти множества, остается неизменной, а сам объект преобразуется относительно начала координат до получения желаемого результата.

Другой вариант подхода заключается в преобразовании систем координат. Этот случай обычно полезен, когда желательно собрать вместе много объектов, каждый из которых описан в своей собственной (локальной, пользовательской) системе координат, и выразить координаты всех объектов в одной глобальной («мировой») системе координат. Переход от одной прямоугольной КС к другой в общем случае описывается следующими соотношениями:

$$\begin{aligned}x' &= \alpha \cdot x + \beta \cdot y + \lambda \\y' &= \gamma \cdot x + \delta \cdot y + \mu\end{aligned}$$

где $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – произвольные числа, связанные между собой соотношением:

$$\begin{vmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{vmatrix} \neq 0.$$

Необходимо отметить, что оба варианта проведения преобразований эквивалентны. Здесь будем рассматривать вариант геометрических преобразований, когда система координат остается неизменной, а точка $M(x, y)$ под действием какого – либо преобразования перемещается в точку $M'(x', y')$, определённой в той же системе координат.

Определим аффинные преобразования как преобразования, которые сохраняют прямолинейность прямых линий, параллельность параллельных прямых и деление отрезков в заданных отношениях. В аффинных преобразованиях на плоскости особую роль играют несколько важных случаев, имеющих хорошо прослеживаемые геометрические характеристики. Все изменения над отдельными подмножествами точек изображения и изображением в целом выполняются с помощью четырех базовых операций: перемещения, масштабирования, отражения и поворота, которые лежат в основе многих графических приложений.

Рассмотрим некоторое произвольное графическое изображение, которое описывается множеством из N точек. Это множество может быть дополнено подмножеством пар точек, которые должны быть соединены прямыми линиями. Каждая i -я точка представляется на плоскости вектором положения с помощью ее двух координат x_i и y_i , которые можно рассматривать как элементы матрицы A , описывающей изображение, размером $N \times 2$.

Предположим, что известно другое графическое изображение в той же координатной системе XU , описываемое матрицей B , размером $N \times 2$. Введем матрицу преобразования T такую, что $A \times T = B$, для выполнения подобного преобразования, матрица T должна иметь размерность 2×2 . Здесь необходимо отметить, что в общем случае, произведение матриц A и T не коммутативно. T – матрица преобразования, которая позволяет выполнять различные геометрические преобразования над множествами точек, определенных на координатной плоскости XU . Матричное произведение $A \times T$ – основа математических преобразований, используемых в двухмерной графике:

- вращение, относительно начала координат;
- масштабирование;
- зеркальное (симметричное) отображение;
- перемещение.

Относительно, последнего преобразования – перемещение, необходимо отметить следующее: – одновременно переместить все точки с помощью матрицы T , в виде определенном выше нельзя, поскольку, например, точка $(0,0)$ после умножении на матрицу T любого вида останется неизменной и в матрице B .

Рассмотрим кратко механизм этих преобразований. В качестве математической основы преобразований используется механизм алгебры матриц.

Поворот. Точка может быть повернута относительно начала координат (рис. 18).

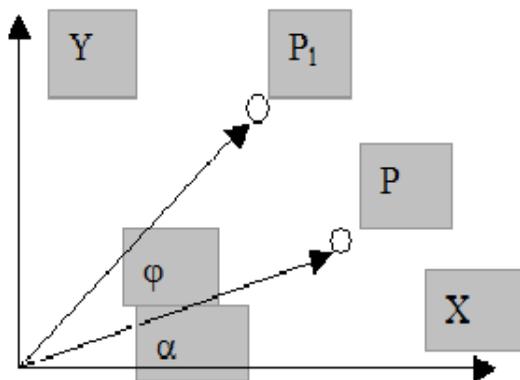


Рис. 18. Поворот точки относительно начала координат

Уравнение поворота можно получить следующим образом. Поскольку поворот будем проводить относительно начала координат, то расстояния от P и P_1 до начала координат будут одинаковы, обозначим это расстояние как r . Исходное состояние точки P определяется вектором r и углом α . Из простых геометрических соотношений следует, что исходные декартовы координаты точки P определяются следующими соотношениями

$$\begin{aligned} X &= r \times \cos\alpha, \\ Y &= r \times \sin\alpha. \end{aligned}$$

После поворота на угол φ положение точки P_1 определяется, исходя из соотношений

$$\begin{aligned} X &= r \times \cos(\alpha + \varphi) = r \times (\cos\alpha \cos\varphi - \sin\alpha \sin\varphi), \\ Y &= r \times \sin(\alpha + \varphi) = r \times (\sin\alpha \cos\varphi + \cos\alpha \sin\varphi). \end{aligned}$$

Используя выше определенные значения x и y , получаем

$$\begin{aligned} X_1 &= x \times \cos\varphi - y \times \sin\varphi, \\ Y_1 &= x \times \sin\varphi + y \times \cos\varphi. \end{aligned}$$

В матричной форме это соотношение зарисовывается следующим образом

$$|X_1 Y_1| = |XY| * \begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi \\ -\sin \varphi & \cos \varphi \end{bmatrix}$$

или

$$P_1 = P \times R,$$

где R – матрица поворота.

Поворот осуществляется относительно начала координат. По соглашению, положительными углами считаются углы, отсчитываемые против хода часовой стрелки. В случае отрицательных углов все полученные соотношения сохраняются, но при этом необходимо использовать свойство четности тригонометрических функций.

2.4. Отображение, вращение, масштабирование

Масштабирование. При создании изображения достаточно часто возникает необходимость изменить его размеры в различных пропорциях, чтобы сделать графическое изображение более наглядным или использовать подобное преобразование для подготовки изображения для вставки. Размер изображения изменится, если расстояние между всеми точками изображения умножить на

соответствующий множитель. Кроме того, при масштабировании, как правило, требуется указать расположения объекта масштабирования после выполнения операции.

Согласно определению,

$$X_1 = X \times S_x, \quad Y_1 = Y \times S_y,$$

$$S = \begin{vmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{vmatrix}, \quad [X_1 Y_1] = [XY] \times \begin{vmatrix} S_x & 0 \\ 0 & S_y \end{vmatrix},$$

или $P_1 = P \times S$.

На рис. 19 показан контур домика, промасштабированного с коэффициентом 3 по оси X и с коэффициентом 3 по оси Y. Отметим, что масштабирование проводится относительно начала координат, и в результате преобразования домик стал больше и сместился дальше от начала координат. Если бы масштабные множители были меньше 1, то домик бы уменьшился и стал ближе к началу координат. Поскольку масштабирование было однородное ($S_x = S_y$), пропорции домика не изменились. При неоднородном масштабировании ($S_x \neq S_y$) пропорции рисунка изменяются.

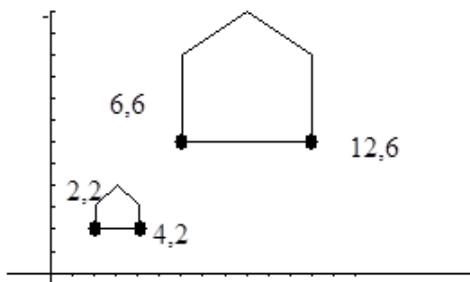


Рис. 19. Масштабирование объекта

Отражение. Отражение или симметричное преобразование относительно оси, проходящей через начало координат (рис. 20) в матричном виде имеет вид:

$$\begin{vmatrix} x' & y' \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x & y \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ \sin \theta & -\cos \theta \end{vmatrix}.$$

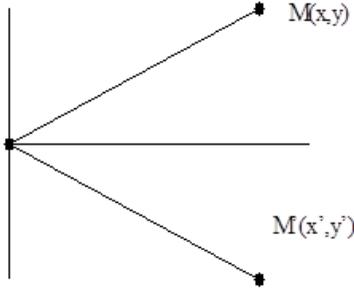


Рис. 20. Отражение объекта

Если ось симметрии имеет угол с осью OX – α , угол θ (угол вращения) принимает значение 2α . Поэтому симметрия относительно осей OX и OY осуществляется соответственно матрицами:

$$\begin{vmatrix} 1 & \\ & -1 \end{vmatrix} \quad \text{и} \quad \begin{vmatrix} -1 & \\ & 1 \end{vmatrix},$$

$$P'(x', y') = P(x, y) * M = \begin{vmatrix} x & y \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x & -y \end{vmatrix},$$

что равносильно соотношениям

$$\begin{aligned}
 x' &= x & x' &= -x, \\
 y' &= -y & y' &= y.
 \end{aligned}$$

Перемещение. Точки множества, определенные на плоскости XY переносятся на новую позицию путем добавления к исходным координатам констант переноса. Общее правило для перемещения точек множества из позиции с координатами XY в позицию с координатами $X_1 Y_1$ в терминах смещения D_X и D_Y , запишется в виде

$$\begin{aligned}
 P &= [XY] & P_1 &= [X_1 Y_1] & T &= [D_X D_Y] \\
 [X_1 Y_1] &= [XY] + [D_X D_Y], & & & \text{или} & P_1 = P + T.
 \end{aligned}$$

При перемещении точек необходимо выбирать такие величины констант смещения, которые оставляют точку в границах видимой зоны экрана. Не следует использовать и слишком малые значения, поскольку точки в этом случае могут остаться на том же месте.

Если множество точек отображает рис., то перемещение рисунка из одной области в другую эквивалентно перемещению всех точек рисунка и последующему повторному вычерчиванию всех соединительных линий. Для предотвращения искажения изобра-

жения все точки рисунка должны быть перемещены на одно и то же расстояние. Использование различных значений констант смещения приведет к искажению рисунка, что не исключает варианта намеренного искажения рисунка для поиска подходящей формы изображения.

Для объектов, обладающих симметрией или границами, которые вычисляются при помощи уравнений, при перемещении изображения смещение не добавляется к координатам всех точек. Например, для перемещения окружности или эллипса необходимо переместить лишь центр фигуры и вычислить координаты всех точек, согласно уравнению. Для перемещения прямоугольника достаточно переместить одну из его вершин и повторно вычертить его по известным значениям высоты и ширины.

Выбор этих частных случаев преобразования определяется двумя обстоятельствами.

1. Каждое преобразование имеет простой и наглядный геометрический смысл.

2. Как доказывается в курсе аналитической геометрии, любое сложное преобразование всегда можно представить, как последовательность рассмотренных выше преобразований.

Таким образом, справедливо следующее важное свойство аффинных преобразований на плоскости: любое отображение вида $B = T \times A$ можно описать при помощи отображений поворота, масштабирования, отражения и переноса.

Резюмируя полученные соотношения переноса, масштабирования, отражения и поворота, можем записать

$$P_1 = P + T \quad P_1 = P \times M \quad P_1 = P \times S \quad P_1 = P \times R$$

Как видно, в отличие от масштабирования, отражения и поворота перенос реализуется сложением соответствующих матриц. Поскольку геометрические преобразования составляют основную долю всех операций при создании изображения, учитывая наличие большого количества объектов преобразования, то с целью снижения вычислительных затрат желательно все преобразования организовать таким образом, чтобы любые преобразования (аффинные преобразования общего вида) представить на базе одной операции – умножения. Это можно сделать, если описывать точки не упорядоченной двойкой чисел, а упорядоченной тройкой чисел.

Приведенные матрицы отражают механизм преобразования изображения относительно начала координат. Но в общем случае операции масштабирования и поворота, как правило, выполняются относительно некоторой выбранной по каким-либо соображениям точки, а не относительно начала координат, хотя и это не исключено. Это может быть центральная точка, точка на границе изображения или любая точка вне его. Следовательно, в общем случае любое преобразование необходимо выполнять на основе базовых операций геометрического преобразования – преобразований относительно начала координат.

Масштабирование отрезков. При формировании изображения отрезок достаточно часто используется как основной элемент. Поэтому рассмотрим основные геометрические преобразования применительно к отрезку.

Горизонтальный отрезок между точками с абсциссами x_1 и x_2 имеет длину

$$L = x_2 - x_1.$$

Изменение длины отрезка в зависимости от коэффициента масштабирования определяется соотношением

$$L_s = L \times S = S(x_2 - x_1) = X_{2s} - X_{1s}.$$

Координаты точек X_{2s} , X_{1s} рассчитываются по матрице масштабирования относительно начала координат. Если $S > 1$ отрезок становится длиннее; если $S < 1$ – отрезок станет короче, в противном случае он не изменит свою длину. Из рисунка видно, что масштабирование приводит к изменению координат концевых точек, то есть после масштабирования отрезок занимает новое положение, определяемое координатами концевых точек. Общий подход при перемещении отрезка заключается в выборе опорной (базовой) точки, положение которой считается фиксированной (точка x_0 на рис. 21).

Координаты отрезка в этом случае после проведения расчетов определяются из выражений

$$X_{1s} = (x_1 - x_0) \times S + x_0 = x_0 \times (1 - S) + x_1 \times S,$$

$$X_{2s} = (x_2 - x_0 \times S) + x_0 = x_0 \times (1 - S) + x_2 \times S.$$

В качестве опорной точки можно выбирать любую точку на экране или вне его фиксируя середину отрезка, получим

$$X_{1s} = X_M - (x_2 - x_1) \times S/2;$$

$$X_{2s} = X_M + (x_2 - x_1) \times S/2.$$



Рис. 21. Горизонтальная линия между точками x_1 и x_2

Вращение точки. Рис. 22 иллюстрирует вращение точки.

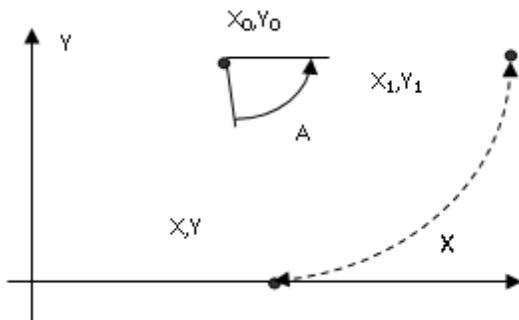


Рис. 22. Вращение из точки X, Y в точку X_1, Y_1 по дуге окружности с центром вращения X_0, Y_0

Перемещение осуществляется из точки X, Y в точку X_1, Y_1 по дуге окружности с центром вращения X_0, Y_0 . Угол φ на рисунке определяет величину поворота.

Координаты точки X_1, Y_1 после поворота определяются из

$$\begin{aligned} X_1 &= X_0 + (X - X_0) \times \cos\varphi + (Y - Y_0) \times \sin\varphi, \\ Y_1 &= Y_0 + (Y - Y_0) \times \cos\varphi + (X - X_0) \times \sin\varphi. \end{aligned}$$

Опорная (базовая) точка вращения может находиться в любом месте на экране и вне его границ. Угол поворота φ изменяется против направления часовой стрелки (положительное направление отсчета) от начального положения точки X, Y . Обычно значения этого угла лежат в пределах от 0 до 2π . Другие углы поворота тоже допустимы, однако такие углы эквивалентны повороту в указанном диапазоне.

Контрольные вопросы

1. Перечислите устройства ввода данных и дайте их краткую характеристику.
2. Типы сканеров.
3. Перечислите устройства вывода данных и дайте их краткую характеристику.
4. Типы дисплеев.

3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Общая характеристика программ инженерной и компьютерной графики

Можно выделить несколько основных типов программ работы с компьютерной графикой:

- векторные;
- растровые;
- фрактальные;
- смешанные.

Типичным примером программного обеспечения, предназначенного для работы с компьютерной графикой смешанного типа, является Adobe Creative Suite.

Adobe Creative Suite – это пакет программ, ориентированный на дизайнеров, профессиональных художников и фотографов. Представляет комплексное программное решение для создания интерактивных веб-сайтов, приложений, пользовательских интерфейсов, презентаций, контента для мобильных устройств и других цифровых решений.

Adobe Creative Suite Design Premium – пакет программ, позволяющий использовать трехмерные объекты, анимации и интерактивные элементы; создавать проекты, используя выработанные приемы работы, переносить данные в различные продукты, благодаря упрощенной среде разработки, новым возможностям совместной работы и тесной интеграции продуктов, обеспечивающим создание многофункциональных, выразительных проектов для печати, Интернета и мобильных устройств.

Adobe Creative Suite Design Standard – это набор инструментов для разработки издательских проектов, макетов страниц и подготовки к печати полиграфической продукции, обеспечивающих высокий уровень производительности.

Adobe Creative Suite Web Premium – пакет программ, позволяющий создавать различные электронные проекты, такие как интерактивные веб-сайты, приложения, пользовательские интерфейсы, презентации и содержимое для мобильных устройств.

Adobe Creative Suite Web Standard – набор инструментов для проектирования, разработки и сопровождения веб-сайтов, интерактивных проектов и мобильного содержимого.

Adobe Creative Suite Production Premium – комплекс программных средств для редактирования видео и аудио материалов, создания статичной графики, графики движения, визуальных эффектов и интерактивных медиа средств, таких как DVD, Blu-ray диски и мобильный контент.

Adobe Creative Suite Master Collection – это среда разработки, позволяющая создавать многофункциональные современные материалы для любых медиа источников с помощью тесно интегрированных инструментов и услуг.

Adobe Photoshop – графический редактор, распространяемый в двух вариантах: как отдельное приложение и, например, в составе пакета Adobe Creative Suite Design Premium.

Пакет ***Corel PhotoPaint*** по своим возможностям близок к Adobe Photoshop. Широкие возможности настроек кистей и масса эффектных заготовок делают PhotoPaint привлекательным для рисования. Поддерживает формат plug-ins. Corel PhotoPaint имеет собственный внутренний формат файлов – CPT, однако конечный результат для допечатных работ, естественно, сохраняется в формате TIF, что снимает любые проблемы совместимости.

PhotoImpact – графический пакет, предназначенный не только для создания и редактирования изображений, а также для создания и управления базами данных фотографий, просмотра файлов изображений, создания мультимедийных слайд-шоу, захвата изображения с экрана, преобразования файлов. Технология pick-and-apply позволяет применять расширения из наборов стилей, эффектов, градиентов и текстур, собранных в позиции меню Easy Palette, и сразу видеть результаты преобразований. Поддерживает работу

со слоями, предварительный просмотр в реальном времени, расширенные специальные эффекты, размещение текста на заданной кривой, инструменты ретуширования изображения.

Paint Shop Pro – графический редактор, с широким выбором кистей для рисования и ретуширования изображения, более 35 стандартных фильтров для его обработки, базовый набор стандартных эффектов и подключаемые фильтры для пакета Adobe Photoshop. Поддерживает работу со слоями изображения и многоуровневую отмену действий. В его состав также включена утилита для создания анимационных GIF-файлов – Animation Shop.

Corel Painter – программа, предназначенная для рисования и имитации различных художественных техник.

Теперь рассмотрим программы для работы с векторной графикой. **Adobe Illustrator** – это графический редактор, используемый для создания логотипов, мультипликации и шрифтов для фотореалистичных макетов Adobe Photoshop. В версиях CS – CS5 открываются такие возможности как добавление трехмерных приложений и реалистичных кистей.

Macromedia FreeHand – многостраничная среда для создания сложных иллюстраций и макетов для публикации в печати и в электронных СМИ. Отличается высокой скоростью работы, незначительными требованиями к системным ресурсам, дружественностью формата и принципом открытой архитектуры, позволяющим увеличивать возможности программы за счет подключения внешних модулей. Программа FreeHand универсальна и может быть использована как для создания различных видов полиграфической продукции.

CorelDRAW – комплексный набор приложений для создания графических материалов и иллюстраций, редактирования фотографий и преобразования растровых изображений в векторные. В состав CorelDRAW входят редактор векторной графики, редактор растровой графики, программа для преобразования растровых изображений в векторные, программа для создания скриншотов, а также группа вспомогательных программ.

Пакет **CorelDRAW Graphics Suite** позволяет работать над всевозможными проектами – от создания логотипа и веб-графики до многостраничных маркетинговых брошюр или привлекательных вывесок.

Animator Pro – пакет двухмерной анимации для освоения азов 3D-техники. С его помощью можно отредактировать видеозапись, подготовить анимационные ряды, и объединить все это вместе.

Animation Works Interactive – позволяет импортировать растровые изображения, имеет хороший набор инструментов для работы с траекториями, а полученную анимацию может комбинировать со звуком и цифровым видео.

Animo – воспроизводит технику «традиционной» (покадровой) анимации и очень популярен среди профессиональных мультипликаторов.

Программы трехмерного моделирования применяются для дизайнерских и инженерных разработок.

3D Studio u 3D Studio MAX – программа обеспечивает весь процесс создания трехмерного фильма: моделирование объектов и формирование сцены, анимацию и визуализацию, работу с видео.

Также существует широкий спектр прикладных программ, написанных специально для 3D Studio. Интерфейс программы един для всех модулей и обладает высокой степенью интерактивности. 3D Studio MAX реализует расширенные возможности управления анимацией, хранит историю жизни каждого объекта и позволяет создавать разнообразные световые эффекты, поддерживает 3D-акселераторы и имеет открытую архитектуру, то есть позволяет третьим фирмам включать в систему дополнительные приложения.

Maya – редактор трёхмерной графики. В настоящее время стала стандартом 3D графики в кино и телевидении.

Maya существует в трёх версиях.

1. *Maya Unlimited* – самый полный и самый дорогой пакет.
2. *Maya Complete* – базовая версия пакета, в которой присутствует полноценные блок моделирования и анимации, но отсутствуют модули физической симуляции

3. *Maya Personal Learning Edition* – бесплатный пакет для некоммерческого использования. Есть функциональные ограничения, ограничение на размер визуализированного изображения, пометка водяными знаками финальных изображений.

Открытость Maya для сторонних разработчиков, которые могут преобразовать её в версию, наиболее удовлетворяющую требо-

ваниям больших студий, которые предпочитают писать код, специфичный для их нужд является ее важной особенностью.

Контрольные вопросы

1. Типы программ для работы с компьютерной графикой.
2. Перечислите программы для работы с компьютерной графикой смешанного типа.
3. Перечислите программы для работы с векторной графикой.
4. Перечислите программы для трехмерного моделирования.

4. КОМПЬЮТЕРНАЯ АНИМАЦИИ И ИНТЕРАКТИВНАЯ МАШИННАЯ ГРАФИКА

4.1. Основные понятия компьютерной анимации и интерактивной машинной графики

Вид анимации, создаваемый при помощи компьютера, называется *компьютерной анимацией*. Являясь производной от компьютерной графики, анимация наследует те же способы создания изображений:

- векторный;
- растровый;
- фрактальный;
- трехмерный.

По принципу анимирования созданы следующие виды компьютерной анимации.

1. Анимация по ключевым кадрам. Этот способ наиболее близок к традиционной рисованной анимации, только функции фазовщика выполняет компьютер, а не человек. Расстановка ключевых кадров производится аниматором. Промежуточные кадры генерирует специальная компьютерная программа.

2. Запись движения. Данные анимации записываются специальным оборудованием с реально двигающихся объектов и переносятся на их имитацию в компьютере.

3. Процедуральная анимация. Такая анимация полностью или частично рассчитывается компьютером. Выделяют следующие её виды:

- симуляция физического взаимодействия твердых тел;

- имитация движения систем частиц, жидкостей и газов;
- имитация взаимодействия мягких тел (ткани, волос);
- расчет движения иерархической структуры связей (скелета персонажа) под внешним воздействием;
- имитация автономного движения персонажа.

4. Программы для создания анимации с помощью цифрового фотоаппарата. Программы такого типа обеспечивают управление цифровым фотоаппаратом через компьютер и работу с полученными кадрами.

4.2. История развития компьютерной анимации

Анимированные рисованные фильмы появились до появления кино: на барабан наклеивали рисунки, показывающие разные фазы движения персонажей. При вращении барабана картинки поочередно через маленькое окошко демонстрировались зрителю, и перед ним разыгрывалась короткая сценка.

Позже появились рисованные мультипликационные фильмы. Однако такой способ мультипликации очень трудоемкий: на создание полнометражных мультфильмов уходили годы.

В послевоенный период возникает так называемая «редуцированная» анимация, с использованием статичных кадров и упрощенной до 4 кадров в секунду.

Она включает:

- сохранение большей части картинки неизменной с перерисовкой лишь отдельных её частей;
- упрощённое изображение человеческих лиц и фигур;
- отсутствие промежуточной анимации – состояния объекта (например, эмоции на лице персонажа) сменяют друг друга моментально;
- зацикливание нескольких кадров с целью создания видимости непрерывного движения.

Эти приемы получили широкое применение в компьютерной анимации.

Редуцированная анимация активно используется при создании японской анимации (аниме).

Параллельно с рисованной мультипликацией развивались и кукольные мультфильмы. С развитием трехмерной компьютерной графики вместо кукол стали использовать 3d-персонажи.

4.3. Способы подготовки компьютерной анимации

Существует несколько путей подготовки компьютерной анимации. Один из них – использование программного обеспечения для создания двухмерной и трехмерной анимации. Подобные программы позволяют создавать модели объектов, задавать движение, освещение, материальные свойства объектов и выполнять рендеринг.

Методы создания компьютерной анимации

1. Метод ключевых или опорных кадров (*keyframing*). При использовании этого метода объекты вручную устанавливаются в требуемые положения, соответствующие моментам времени ключевых кадров, а система компьютерной анимации автоматически строит все недостающие кадры между опорными, изображая объекты на промежуточных стадиях их движения.

2. Процедурная анимация используется для моделирования движений, или эффектов, которые трудно воспроизвести с помощью ключевых кадров. Процедурные контроллеры анимации рассчитывают текущие значения параметров анимации, основываясь на начальных значениях, заданных пользователем, и на математических выражениях, описывающих изменение параметров во времени. Этот метод позволяет выполнять качественные анимации.

3. Стандартные средства компьютерной графики (*графических редакторов*) для рисования одиночных кадров и компоновки их в необходимой последовательности. Одиночные кадры могут быть позднее сохранены в необходимом компьютерном формате или выведены на видео.

4. Использование переходов и других специальных эффектов, таких как морфинг, для внесения изменений в существующие графические изображения и видео.

5. Растровая анимация – это наиболее простой и старый способ компьютерной анимации. Растровая анимация является набором растровых картинок. В простейшем случае на каждый кадр анимации приходится одна картинка. Естественно, это означает пропорциональное увеличение размеров файла в зависимости от длительности анимации.

Растровая анимация стала раньше всего использоваться профессиональными аниматорами. Сборка такой черновой анимации

часто производилась на компьютере типа Amiga, весьма эффективном и дешевом, а потому доступном для студий любого уровня. Этот компьютер стал своеобразным этапом в развитии компьютерной графики для телевидения.

Со временем появились программы, позволяющие работать с растровой анимацией, применять различные эффекты, комбинировать рисованную анимацию с реальным видео. В настоящее время существуют несколько классов подобного программного обеспечения:

- пакеты начального уровня – мало отличаются от игрушек и обычно не используются профессионалами, набор средств рисования и редактирования довольно ограничен, средства импорта/экспорта либо отсутствуют вообще, либо примитивны;

- пакеты среднего уровня – используются для создания профессиональной анимации для телевидения, рекламы, презентаций, небольших авторских работ. Отличительной особенностью является направленность на одиночного пользователя;

- пакеты профессионального уровня предназначены для коллективной работы, содержат несколько автономных модулей, каждый для своих задач (контуровка, заливка, монтаж), обладают открытой архитектурой и богатыми возможностями по импорту и экспорту. Это пакеты для студий анимации, используются при создании полнометражных анимационных фильмов. Обычно они допускают использование различных типов графики при создании фильма, но конечный результат получается только в растровом формате.

В основе создания векторных изображений всегда лежит сравнительно сложный математический аппарат. Векторная графика подразделяется на трехмерную (3D) и двухмерную (2D). Способы реализации двухмерной и трехмерной векторной графики существенно отличаются.

Любой редактор векторной графики работает с объектами, и этапы создания объекта и его визуализации на экране можно четко разделить. Один и тот же объект может отображаться в различных режимах начиная от простого контурного представления и заканчивая тончайшим просчетом освещения и текстурирования (для 3D).

С точки зрения анимации это означает, что не обязательно описывать объект каждый раз заново для нового кадра. Достаточ-

но давать описание изменения его характеристик во времени, что позволяет упрощать редактирование движения.

Кадры, в которых делается описание изменившихся параметров объекта, называют ключевыми. Промежуточные кадры при этом не несут никакой информации, кроме задания временного промежутка между ключевыми кадрами. Поэтому промежуточные кадры могут добавляться и удаляться в любой момент. При визуализации редактор будет просчитывать изменения объекта, полагаясь на информацию только в ключевых кадрах.

Также следует обратить внимание и на определение такого термина, как мультимедиа.

Мультимедиа – это объединение высококачественного изображения на экране компьютера со звуковым сопровождением.

Таким образом, под компьютерной анимацией понимают получение движущихся изображений на экране дисплея.

Основные направления применения анимации

1. Анимация заставки – универсальный продукт, который можно задействовать для любого носителя. Особенно актуальны – трехмерные заставки. Подобные продукты можно использовать как анимацию заставку для корпоративных фильмов, так и анимированную заставку на сайт.

2. Анимационные вставки (ролики) могут быть использованы в качестве web-анимации для сайта, для рекламных роликов и корпоративных фильмов в качестве анимации специальных эффектов, для flash-презентаций, как анимация презентации и т.д.

3. Презентационный ролик (имиджевый ролик) – широко применяется при проведении или участии в любых мероприятиях. Легко адаптируем под плазменные панели, проекционные экраны.

4. Анимация открытки (создание Flash-открытки).

4.4. Интерактивная компьютерная графика

Интерактивная компьютерная графика – это использование ЭВМ для подготовки и воспроизведения изображений, при котором пользователь имеет возможность оперативно вносить изменения в изображение непосредственно в процессе его воспроизведения.

Программы моделирования позволяют представить некую реальность с помощью движущегося изображения и звука в сочетании с интерактивной способностью такой системы. Такие системы

в начале своего существования были весьма сложны и дороги, поэтому использовались лишь для военных нужд.

CYBERSPACE (кибернетическое пространство) – область, в которой возникает взаимодействие человека и компьютера и проявляющаяся в создании виртуальной реальности. Как правило, такие виртуальные миры создаются на базе компьютера и программ CAD.

Можно отметить, что в машинной графике существуют два направления: режим пакетной обработки графики и интерактивная машинная графика.

При пакетной обработке графической информации система машинной графики обеспечивает выдачу графической информации на экран дисплея без участия пользователя.

Интерактивная машинная графика позволяет использовать средства вычислительной техники для организации оперативного взаимодействия пользователя с компьютером.

Графическая система – это система программных и технических средств, автоматизирующая решение графических и геометрических задач.

Графические системы делятся:

– на системы общего назначения – применяются для реализации процедур обработки графической информации различного типа: для машиностроения, архитектуры, разработки РЭС.

– специализированные графические системы – предназначены для реализации процессов обработки графической информации о некоторой специальной области.

4.5. Области применения анимации и интерактивной компьютерной графики

Интерактивная машинная графика становится все более доступным и популярным средством общения человека с компьютером.

Основные направления использования интерактивной графики

1. Компьютерные игры.
2. Развитие графического интерфейса приложений и браузеров.
3. Электронное обучение.
4. Визуализация результатов позволяет формировать геометрические объекты и наблюдать на экране дисплея их образы в различных ракурсах на всех этапах творческого процесса.

С интерактивной графикой неразрывно связана компьютерная анимация. Сфера ее применения весьма широка: искусство, бизнес, наука, моделирование процессов, обучение, когнитивная анимация, захват движения.

Контрольные вопросы

1. Виды компьютерной анимации по принципу анимирования.
2. Методы создания компьютерной анимации.
3. Основные направления применения компьютерной анимации.
4. Дать определение интерактивной компьютерной графике.

5. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ. СТАНДАРТЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

5.1. Единая система конструкторской документации. Стандарты ЕСКД

Правила выполнения чертежей и других технических документов регламентированы Единой системой конструкторской документации (ЕСКД).

ЕСКД – комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения о порядке разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями страны.

Основное значение стандартов ЕСКД – установить на предприятиях и в организациях единые правила выполнения, оформления и обращения конструкторской документации.

Обозначение стандартов ЕСКД строится на классификационном принципе. Номер стандарта составляется из цифры, присвоенной классу стандартов ЕСКД; одной цифры (после точки), обозначающей классификационную группу (шифр группы) стандартов; двузначной цифры, определяющей порядковый номер стандарта в данной группе, и двузначной цифры (после тире), указывающей год регистрации стандарта.

5.2. Форматы

Чертежи и все виды конструкторских документов выполняют на листах определенных форматов, размеры сторон которых установлены стандартом (ГОСТ 2.301 – 68).

Формат листов определяется размерами внешней рамки чертежа. Линии рамки чертежа, на листах любого формата, проводят сплошной основной линией, при этом расстояние с левой стороны листа – 20 мм (это поле чертежа, предназначенное для подшивки чертежа), а на остальных сторонах – 5 мм.

В табл. 2 приведены обозначения и размеры основных форматов листов.

Таблица 2

Обозначения и размеры основных форматов листов

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размер сторон формата, мм	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297

Согласно ГОСТ 2.104-68, основные надписи на всех видах чертежей располагают в правом нижнем углу формата. На формате А4 основная надпись располагается только вдоль короткой стороны листа. Основная надпись выполняется сплошными основными и тонкими линиями.

На рис. 23 показана форма и дан пример заполнения основной надписи для производственных чертежей.



Рис. 23. Форма и пример заполнения основной надписи

В графе 2 указывают обозначение (номер) чертежа. Это же обозначение, повернутое на 180°, помещают в левом верхнем углу чертежа.

В графе 4 проставляют литеру чертежа. Чертежам для единичного производства присваивают литеру И, установочной серии – А, серийного или массового производства – Б.

В графе 7 записывают порядковый номер листа. Если чертеж состоит из одного листа, то графу 7 не заполняют.

В графе 8 проставляют общее количество листов документа.

В графе 9 проставляют наименование или различительный индекс предприятия, выпустившего чертеж.

Графы 14–18 являются таблицей изменений. Изменения (исправления) на чертеже разрешается вносить лишь предприятию – держателю подлинника чертежа в соответствии с установленными ГОСТ 2.503-74 (СТ СЭВ 1631-79) правилами. При этом в графе 14 проставляют литеру изменения (буквы а, б, вит. д.), которая повторяется около внесенного изменения. Заполняются также графы 15–18.

Для чертежей, выполняемых в качестве учебного задания, разрешается помещать упрощенную основную надпись и размеры. Пример заполнения приведен на рис. 25.

а)

<i>Наименование</i>			<i>Училище</i>	<i>№ задания</i>
<i>Чертит</i>	<i>Фамилия</i>	<i>Материал</i>	<i>Масштаб</i>	<i>Дата</i>
<i>Проверил</i>	<i>Фамилия</i>	<i>Группа</i>		
40	55	40	25	
185				

<i>Кольцо фрикционное</i>			<i>СПТУ №30</i>	<i>№7</i>
<i>Чертит</i>	<i>Остриков</i>	<i>Сталь 45</i>	<i>Масштаб</i>	<i>12. XII. 86</i>
<i>Проверил</i>	<i>Соколов</i>	<i>Гр. Т18</i>	<i>1:1</i>	

б)

Рис. 25. Упрощенная основная надпись для учебных чертежей:
а – форма надписи; б – пример заполнения надписи

5.3. Масштабы

Отношения размеров предмета, выполненных на чертеже без искажения его изображения, к их действительным значениям называют масштабом изображения. Изображение может быть дано в натуральную величину, быть увеличенным или уменьшенным (ГОСТ 2.302-68). Согласно ГОСТ рекомендуется выбирать масштабы из следующего ряда:

– масштабы уменьшения – 1:2; 1: 2,5; 1: 4; 1: 5; 1: 10; 1: 15; 1: 20 и т. д.

– масштабы увеличения – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1 и т. д.

Масштаб указывается в графе основной надписи, имеющей заголовок «Масштаб». Масштаб изображения, отличающийся от указанного в основной надписи, помещают непосредственно над изображением вместе с надписью, относящейся к изображению.

5.4. Линии

При выполнении чертежей, согласно ГОСТ 2.303-68, используют несколько типов линий. Толщина сплошной основной линии S применяется в пределах 0,5–1,4 мм, в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа. Толщина линии должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе. Для выполняемых чертежей заданий толщина сплошной основной линии рекомендуется 0,8–1 мм.

Основные типы линий

1. Сплошная основная – для нанесения видимого контура детали.

2. Сплошная тонкая – для нанесения размерных и выносных линий, линий штриховки, линий-выносок и полок линий-выносок, линий построения характерных точек или специальных построениях.

3. Сплошная тонкая волнистая – для нанесения линий обрыва и линии разграничения вида и разреза.

4. Штриховая – для нанесения линий невидимого контура.

5. Штрихпунктирная тонкая – для нанесения осевых и центровых линий.

6. Штриховая утолщенная – для нанесения обозначения поверхности, подлежащей термообработке.

7. Разомкнутая – для нанесения линий сечения.
8. Сплошная тонкая с изломом – длинные линии обрыва.
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая – линии сгиба на развертках, линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях.

5.5. Шрифты чертежные

Все надписи на чертежах и других технических документах выполняются чертежным шрифтом русского, латинского и греческого алфавитов, арабскими и римскими цифрами и специальными знаками.

Шрифтом называют графическое изображение всех букв, цифр и знаков алфавита в системе какого-либо языка. Чертежные шрифты для технических документов всех отраслей промышленности устанавливает ГОСТ 2.304-81.

Размер шрифта характеризуется высотой (h) прописных букв в миллиметрах. Установлены следующие его размеры: (1,8); 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

В зависимости от толщины линий установлены два типа шрифта:

- тип А с толщиной линии $d = 1,14 h$
- тип Б с толщиной линии $d = 1,10 h$.

Оба типа шрифта могут выполняться с наклоном (около 75°) или без него.

5.6. Изображения на технических чертежах

Изображение изделий и их составных частей должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. Различают две его разновидности, но основным является метод первого угла, т. е. изображаемый предмет располагают между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций. Шесть граней куба принимают за основные плоскости проекций, совмещаемые с плоскостью чертежа.

Согласно ГОСТ 2.305-68, изображение на фронтальной плоскости проекций принимают на чертеже в качестве главного.

В зависимости от содержания изображения разделяют на виды, разрезы и сечения.

1. Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части предмета.

Виды, получаемые на основных плоскостях проекций, являются основными и имеют следующие названия: 1 – вид спереди (или главный вид); 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади.

Если какая-либо часть предмета не может быть показана ни на одном из основных видов без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, не параллельных основным плоскостям проекций.

Изображение ограниченного места поверхности предмета называют *местным (частичным) видом*.

2. Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют на простые – при одной секущей плоскости, и сложные – при двух и более секущих плоскостях.

Простые разрезы могут быть:

– горизонтальные – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;

– вертикальные – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций;

– наклонные – секущая плоскость наклонена к горизонтальной плоскости проекций.

3. Сечение – изображение фигуры, получающееся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывают только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

Сечения, не входящие в состав разреза, разделяют на вынесенные и наложенные.

5.7. Нанесение размеров

Только числовые размеры, нанесенные на чертеже, независимо от масштаба и точности выполнения последнего служат основанием для определения величины изображенного изделия и его элементов.

Правила нанесения размерных чисел на чертежах и других технических документах на изделиях установлены ГОСТ 2.307-2011.

Различают рабочие (используют при изготовлении изделия и его приемке) и справочные размеры. Справочные размеры отмечают знаком (*), а в технических требованиях, располагаемых над основной надписью, записывают «* Размер (ры) для справки (вок)».

Не допускается повторять размеры одного и того же элемента на изображениях, в технических требованиях, основной надписи и спецификации.

Линейные размеры и их предельные отклонения на чертежах указывают в миллиметрах, без обозначения единицы, угловые – в градусах, минутах и секундах.

Размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями, ограниченными с одной или обоих концов стрелками или засечками. Размерные линии проводят параллельно отрезку, размер которого указывают, а выносные линии – перпендикулярно размерным, за исключением случаев, когда они вместе с измеряемым отрезком образуют параллелограмм. Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями – 7 мм, а между размерной и линией контура – 10 мм.

Выносные и размерные линии, как правило, должны быть взаимно перпендикулярны. Однако, когда выносные линии составляют с контурными очень малый угол, выносные линии проводят не под прямым углом к размерным. При этом размерную линию проводят, как обычно, параллельно тому отрезку, размер которого указывают.

Контрольные вопросы

1. Дать определение ЕСКД.
2. Обозначения и основные форматы листов.
3. Перечислите основные типы линий.
4. Каким документом регламентируются правила нанесения размеров на чертежах?

6. ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР ADOBE PHOTOSHOP

6.1. Интерфейс и его элементы

Окно программы графического редактора Adobe Photoshop принято называть *пользовательским интерфейсом*.

Наименование и масштаб изображения, а также информацию о режиме изображения содержит «Заголовок». «Оконное меню» выводится на экран щелчком на значке программы в левой части полосы. Список команд может меняться в зависимости от конкретного приложения. Строка состояния расположена в нижней части окна и предназначена для отображения служебной информации.

Текущий масштаб документа отображается с левом поле строки состояния, правее находится полоса режима, содержащая информацию, важную в работе с документом. Для выбора этой информации необходимо нажать на кнопку со стрелкой, далее – Вид. Вид режима можно выбрать из списка.

«Рабочая область» занимает большую часть окна программы.

Быстрый доступ к командам «Главного меню» или «Меню палитр» предусмотрен контекстным меню, вызываемого нажатием правой кнопки мыши.

Под строкой заголовка расположена полоса главного командного меню, предлагающая группы команд.

Если в строке названия команды представлена треугольная стрелка, то у данной команды имеется вложенное меню.

Панель опций используется для выбора значений параметров каждого инструмента. Набор параметров, выводимых на панель, меняется в зависимости от того, какой именно инструмент выбран.

Палитра инструментов содержит все инструменты, с помощью которых можно создавать, выделять, редактировать и перемещать графические объекты.

Некоторые инструменты объединены в группы по функциональности. По умолчанию палитра расположена по левому краю окна программы, но ее положение можно менять простым перетаскиванием мышкой. Удалить палитру инструментов с экрана можно через меню «Окно» командой «Инструменты». Вернуть палитру инструментов на экран позволяет повторное выполнение команды. Захват заголовка палитры позволяет переместить ее в нужное место.

Каждая палитра имеет свое собственное меню команд. Для открытия меню необходимо нажать треугольную стрелку справа от вкладок в верхней части палитры. При выходе из программы обеспечивается сохранение параметров палитр.

Создание и сохранение документов. Для создания нового документа выберите в меню *Файл* команду *Новый*.

В одноименном диалоговом окне введите имя в поле *Имя*.

В выпадающих меню выбирается единица измерения, расположенная рядом с полями *Ширина* и *Высота*.

Введение значения параметра в поле *Разрешение* необходимо для дальнейшего вывода изображения.

Режим изображения устанавливается в меню *Режим цвета*.

Для изменения фонового цвета выбираем либо *Фоновый цвет*, либо отмечаем опцию *Прозрачный*, чтобы фон стал слоем изображения. Завершение операции происходит щелчком мыши по кнопке ОК.

Выберите в меню *Файл* команду *Сохранить как* для сохранения изображения.

6.2. Растровые изображения

В программе предусмотрена функция масштабирования изображений на экране.

С помощью команд *Увеличить* и *Уменьшить* в меню *Просмотр* можно изменить масштаб изображения.

Реальный размер устанавливается с помощью команды *Реальный размер*.

Для гибкого изменения масштаба можно использовать блок управления масштабированием, расположенный в нижней части палитры. Перемещение движка вправо/влево соответственно уменьшает/увеличивает изображение.

Помещение курсора, в пределах цветной рамки, и удерживание левой кнопки мышки позволяет произвести быстрое перемещение изображения, увеличенного в рабочем окне.

Для изменения режима показа изображений на экране необходимо щелкнуть по кнопке *Стандартный экран*, расположенной в левом нижнем углу панели инструментов, если же щелкнуть по кнопке *Полноэкранный режим*, то изображение будет показано во

весь экран без полос прокрутки, но при этом останутся панель меню и палитры, а область вокруг изображения будет серой.

Параметры холста, размеры изображения. С помощью меню *Изображение* диалогового окна *Размер холста* осуществляется изменение размеров холста, на котором размещается изображение.

Изменение одной величины (ширины или высоты) никак не влияет на другую. Для относительного изменения ширины или высоты перед введением значения устанавливается флажок *Относительно*.

Для перемещения изображения относительно нового холста, необходимо щелкнуть по незанятому квадратику *Якорь*.

Изменение размеров самого изображения производится с помощью диалогового окна *Image Size*, вызываемого командой *Размер* изображения меню *Изображение*.

Для сохранения соотношения ширины и высоты изображения, должен быть активен флажок *Сохранять пропорции*.

Команда *Изменить размеры изображения* в меню *Помощь* копирует изображение и автоматически изменяет размеры дубликата.

С помощью команд *Кадрировать* или *Подрезать* изображение может быть обрезано.

Обрезка заданной области изображения осуществляется инструментом *Кадрировать*. Для этого необходимо нарисовать рамку вокруг той области изображения, которую хотим сохранить. Чтобы область за пределами рамки была затемнена на панели опций устанавливаем флажок *Прикрыть*. Для изменения цвета затемненной области необходимо щелкнуть по образцу *Цвет* и выбрать значение параметра *Непрозрачность* для этого цвета.

Дважды щелкнув мышью внутри рамки можно завершить операции обрезки.

Переворачивание и поворот изображения. При выполнении переворачивания нужно учитывать количество слоев в изображении. Для переворота только одного слоя применяется опция *Трансформировать* в меню *Правка*.

Все слои изображения вращают команды в меню *Изображение*, относящиеся к группе *Повернуть* холст.

6.3. Создание формы объекта

Контур и **опорные точки**. *Контур* – это линия, которая представляет собой проволочную оболочку объекта. Контур состоит из узловых точек или прямых линий. При помощи инструментов *Карандаш* и *Перо* можно создавать контуры.

Для построения контуров необходимо убедиться в том, что на палитре *Paths* не активизирован ни один контур, и затем щелкнуть по кнопке *Контур* на панели опций.

Для получения прямолинейного сегмента щелкните по какой-либо точке окна с изображением, передвинуть мышь и щелкнуть еще раз в другом месте. Чтобы построить криволинейный сегмент, необходимо перемещать мышь с нажатой левой кнопкой.

Обычно контур состоит из нескольких сегментов. При перемещении опорной точки связанные с нею сегменты меняют форму. Для этой операции применяется инструмент *Выбор контура*.

Контур считается открытым, если начальная и конечная точки не замкнуты. Когда начальная и конечная точки сливаются в одну точку, такой контур считается закрытым.

Для создания сложного контура можно добавлять множество новых опорных точек. Для упрощения контура и уменьшения времени на его обработку и печать количество опорных точек уменьшают. Группа инструментов *Перо* позволяет добавлять и удалять опорные точки.

При удалении опорных точек фигура может изменить свою форму.

Превратив границы области в контур, можно с большой точностью изменять ее форму, а затем использовать полученную замкнутую линию в качестве контура отсечения слоя. При необходимости контур можно обратно преобразовать в выделенную область. С помощью инструментов выделения областей выбирается часть изображения для преобразования области в контур.

Для выполнения программой действий только с контуром необходимо присвоить имя нового рабочего контура.

Инструменты прямого выделения применяются для преобразования контура в область выделения. При щелчке мышью вне контура в окне изображения контур останется видимым, а его узловые точки и направляющие линии будут скрыты.

Выбрав нужный элемент в группе *Операция* над контуром и выделенной областью изображения можно выполнять операции сложения, вычитания или пересечения.

Создание геометрических объектов. Фигура представляет собой геометрический объект или область определенной формы. В любой момент фигура может быть перемещена, трансформирована, или могут быть изменены ее границы, тип и содержимое заливки. Каждой фигуре соответствует собственный слой. С помощью палитр *Цвет* или *Образцы* выбирается цвет для заливки фигуры.

Панель опций группы инструментов, предназначенных для построения фигур, дает пользователю следующие возможности: если активизирован инструмент *Прямоугольник* с округленными углами, то выбираем величину параметра *Радиус*; если активизирован инструмент *Многоугольник*, то Число сторон, а если инструмент *Прямая*, то *Толщина* линии.

6.4. Выделение

Выделение областей. Когда на изображении есть выделенная активная область, то редактировать можно только ее, остальная же часть изображения защищена. Границы выделенной области представляют собой перемещаемую рамку. Для выделения целого слоя необходимо выбрать его и в меню *Выделить* воспользоваться командой *Все*.

Для выделения только непрозрачных пикселей слоя необходимо щелкнуть по образцу слоя правой кнопкой мыши и из контекстного меню выбрать элемент *Выделить* прозрачные пиксели слоя.

Инструмент *Прямоугольная область* или *Овальная область* применяется для выделения прямоугольной или эллиптической области.

Для создания выделения в форме прямоугольника используется инструмент *Полигональное лассо*, а инструментом *Лассо* можно создать выделенную область произвольной формы.

Если выделяемая фигура имеет слишком сложную форму, ее границы можно обрисовать с помощью инструмента *Свободное перо* и преобразовать контур в выделение.

В меню *Выделить* для снятия выделения с области применяется команда *Снять выделение*.

Операции с рамкой выделения. Чтобы переместить только рамку выделения, а не точки, входящие в выделенную область, активизируется любой инструмент выделения.

Также перетащить рамку выделения можно из окна одного изображения в окно другого. Применение команды *Инвертировать* в меню *Выделить* позволяет поменять местами выделенную и невыделенную области.

Для того чтобы временно скрыть границы выделенной области используем команду *Показать* в меню *Вид*, при этом выделенная область останется активной. Чтобы снова отобразить рамку выделения, применяется та же команда. Для трансформирования содержимого выделенной области, можно воспользоваться подменю *Трансформировать* из меню *Правка*.

Компоновка. Инструмент *Move* позволяет перемещать и копировать выделенные области.

Если переместить выделенную область на слой, то точки, входящие в эту область, будут вырезаны из слоя, а освободившееся место станет прозрачным или окрасится в фоновый цвет.

При перетаскивании выделенной области и нажатой клавиши *Alt*, перемещаемая область копируется и все скопированные пиксели останутся при этом выделенными.

Для копирования выделенной области применяется команда *Копировать* в меню *Правка*, для того чтобы вырезать область используется команда *Вырезать*.

Для вставки скопированной области нужно выбрать слой, куда она будет вставляться и воспользоваться командой *Вставить*.

Растушевка позволяет размыть границу выделенной области на заданную ширину с той и с другой стороны от рамки выделения. Для растушевки применяется команда *Растушевать* в меню *Выделить*.

Для сглаживания границ в меню *Выделить* выбираем элемент *Изменить*, далее команду *Сгладить*.

6.5. Слои

Создание нового слоя. Список слоев расположен на палитре *Слои*. Слои, выделенный в данный момент на палитре (активный), – единственный, который можно редактировать. Имя активного слоя отображается в заголовке окна изображения.

Чтобы активизировать какой-либо слой, достаточно щелкнуть по его имени.

В любой момент к изображению можно добавить дополнительные слои. Для того чтобы создать на 100 % непрозрачный слой внизу палитры *Слои* в режиме *Нормальный* щелкните по кнопке *Создать* новый слой.

При помощи команды *Новый слой* происходит создание свойств нового слоя меню палитры *Слои*.

Новый слой появится непосредственно над слоем, который до этого был активным.

Операции над слоями. Чтобы временно скрыть слои, с которыми вы в данный момент не работаете, на палитре *Слои* щелкните по значку в виде глаза, соответствующему тому слою, который вы хотите скрыть, чтобы снова отобразить слой необходимо щелкнуть по тому же квадратику еще раз.

Если вы хотите перевернуть слой, зайдите в меню *Правка*, подменю *Трансформировать*, команда *Перевернуть по горизонтали* или *Перевернуть по вертикали*. Любые слои, связанные с активным, также будут перевернуты. Для удаления слоя щелкните по кнопке *Корзина* и выберите *Да*. Удалить слой также можно щелкнув правой кнопкой мыши по имени слоя, из контекстного меню выбрав команду *Удалить слой*.

Для трансформации слоя на палитре *Слои* активизируется слой, далее в меню *Правка* в строке *Трансформировать* выбирается нужная из команд: *Масштаб*, *Поворот*, *Скос*, *Искажение* или *Перспектива*.

При трансформации слоя (или выделенной области, расположенной на слое) любое освободившееся после преобразования пространство станет прозрачным.

Опция *Блокировка* помогает предотвратить случайные изменения изображения. Чтобы заблокировать положение слоя установите флажок *Блокировать* положение.

При установленном флажке *Заблокировать* все, слой будет защищен от всех операций редактирования.

Слияние и объединение слоев. Для экспорта файла в другое приложение необходимо объединить слои, т.к. большинство форматов не поддерживают многослойность изображений. Для сохранности многослойного изображения, которое в дальнейшем

можно будет редактировать, сохраните копию файла с объединенными слоями. С помощью меню палитры *Слои*, команды *Плоское* изображение можно объединить слои, когда работа с файлом завершена.

Если в файле содержатся какие-либо спрятанные слои, появится предупреждение. Если в самом нижнем слое были какие-либо прозрачные точки, они станут белыми.

Также в процессе редактирования изображения используются Команды *Слить с нижним* и *Слить видимые*. Воспользовавшись любой из этих команд, можно слить вместе два и более слоев, оставив другие слои нетронутыми.

6.6. Заливка, градиенты

Заливка выделенной области или слоя. Для однотонной заливки основным или фоновым цветом выберите цвет на палитре *Цвет* или *Образцы*.

Для создания собственного образца заливки с помощью инструмента *Прямоугольная область* выделим какую-либо область слоя в меню *Правка* выбираем команду *Определить узор*. Чтобы залить его полностью, на палитре *Слои* снимаем флажок *Блокировать прозрачные точки*; если же необходимо залить только непрозрачные области слоя, поставьте этот флажок.

Из меню *Используя* выбираем способ заливки выделенной области или слоя: *Основной цвет*, *Фоновый цвет*, *50 % серый* или *Белый*.

При выборе варианта *Узор*, щелкните по стрелке поля *Узор* по выбору пользователя и на всплывающей панели укажите образец.

В разделе *Смешивание* указываем значения параметров *Режим* и *Непрозрачность*.

Для изменения цвета заливки в меню *Правка* применяется команда *Отменить заливку*.

Градиенты. Градиентная окраска представляет собой постепенный переход между двумя и более цветами. Для применения градиента в качестве слоя заливки выбирается какой-либо слой.

Инструмент *Градиент* нельзя применять к изображению в режиме *Bitmap* или *Indexed Color*. Чтобы градиентом не был заполнен весь слой, выделяем область слоя, чтобы ограничить распространение градиента.

Внизу палитры *Слои*, нажатием кнопки *Создать новый слой заливки или корректирующий слой*, из всплывающего меню выбираем пункт *Градиент*. Далее выбираем значение в поле *Стиль: Линейный, Радиальный, Отраженный, Угловой* или *Ромбовидный*.

Поле *Масштаб* применяется, чтобы настроить масштаб градиента по отношению к слою, чем выше это значение, тем более плавным будет переход между цветами градиента.

С помощью инструмента *Градиент* можно окрашивать изображение, просто перетаскивая курсор.

Значок *Обратить* позволяет изменить порядок следования цветов в градиенте на обратный. Опция *Размыть* сведет к минимуму появление полосок на градиенте.

Для создания линейного градиент, перетащим курсор с одной стороны или одного угла изображения или выделенной области в другую(ой).

Для создания градиента любого другого стиля перетащим курсор из центра в сторону.

6.7. Рисование

Работа с кистями. Чтобы раскрасить отсканированное изображение или создать изображения с нуля в программе имеется множество кистей и возможность создать свою собственную кисть для живописи. Для работы с кистью необходимо создать новый слой.

Чтобы выбрать тип кисти щелкните по стрелке в поле *Кисть* на панели опций. Число под каждой пиктограммой определяет ширину кончика кисти в пикселах. Если значение указанных параметров равно 100 %, штрих кисти будет полностью закрывать расположенные ниже пиксела.

Для этого, чтобы модифицировать любую входящую в библиотеку кисть на панели опций, щелкните по кнопке *Кисть*. В меню *Brush Tip Shape* переместите ползунок *Диаметр* или введите диаметр (ширину) штриха (от 1 до 999 пикселей).

Измененные параметры кисти сохраняются до тех пор, пока вы не выберите для работы другую кисть.

Для ручного стирания используется инструмент *Ластик*. Если использовать инструмент Ластик на слое в то время, когда стоит флажок *Зафиксировать* прозрачные точки, или на фоне изображения, стираемая область будет залита текущим фоновым цветом.

Если же для слоя флажок снят – удаляемая область станет прозрачной.

Инструмент *Ластик* для фона делает области, через которые протаскивается курсор, прозрачными или заливает их фоновым цветом.

Достоинство этого инструмента заключается том, что можно осуществлять контроль за определенными критериями, например, стирать соседние (смежные) или несмежные области.

В режиме автостирания происходит рисование фоновым цветом, если вы начинаете перетаскивать курсор по пикселям основного цвета. Если перетаскивать курсор над пикселями любого другого цвета, то инструмент будет рисовать основным цветом.

Размазывание цветов. Инструмент *Палец* применяется для размазывания цветов. Чтобы размазывать цвета со всех видимых слоев изображения на панели опций поставьте *Использовать все слои*. Чтобы размазывать цвет только с активного слоя, снимите флажок *Использовать все слои*.

6.8. Работа с текстом

Создание и выделение текста. Текст в программе Photoshop имеет жесткие, четко определенные границы, потому что программа при создании и изменении текста использует векторный контур. Произвольный текст можно вводить в любом месте с помощью панели инструментов Текст.

Чтобы определить начальную точку для текста в режиме строчного ввода, щелкните в окне. На панели опций выполните следующие действия:

- щелкнуть по кнопке, чтобы поменять ориентацию текста (по горизонтали/по вертикали);
- выбрать семейство шрифтов, стиль и кегль шрифта;
- указать в поле *Сглаживание* один из методов сглаживания границ.

Чтобы выровнять текст относительно первой точки, границ или по центру окна, щелкните по одной из кнопок группы. Цвет текста можно задать с помощью палитр *Образцы* или *Цвет*.

Щелчком по кнопке палитры *Шрифт* и *Абзац* производится выбор необходимых атрибутов. Параметры шрифта можно определять до набора текста и изменять их для уже набранного текста.

Кроме того, различные атрибуты могут быть установлены для разных букв в одном и том же текстовом слое. Отдельные слова или даже символы лучше располагать в отдельных слоях, что позволит перемещать их независимо друг от друга.

Масштабирование. Для масштабирования текста в палитре *Слои* выбираем слой, содержащий текст.

Открываем палитру *Шрифт* с помощью соответствующей команды в меню *Окно*, или щелкнув по кнопке на панели опций.

Прежде чем редактировать текст, его следует выделить с помощью инструмента *Текст*. Двойным щелчком мыши выделяется слово, тройным щелчком мыши – целая строка. С помощью инструмента *Перемещение* масштабирование производится вручную.

Установка межсимвольного и межстрочного расстояния. Для установки межсимвольного расстояния для пары символов на палитре *Слои* выбираем текстовый слой.

Прежде чем подгонять расстояние между парой символов вручную в выпадающем меню *Кернинг* выбираем пункт *Метрика* для изменения межсимвольного расстояния, установленного по умолчанию. Отрицательное число сближает символы, положительное – увеличивает зазор между ними. Установка межсимвольного расстояния для всей строки текста производится во всплывающем меню *Трекинг*.

Межстрочный интервал по умолчанию рассчитывается пропорционально кеглю. Их отношение указывается в палитре *Абзац*.

Трансформация и деформация текста. Форму текста и габаритной рамки изменяют команды трансформации. С помощью инструмента *Перемещение* можно трансформировать и текст, введенный построчно, и текстовые блоки.

Набор функций вида *Деформировать текст* позволяет изгибать габаритную рамку и текст внутри нее. Деформированный текст остается при этом редактируемым.

Для того чтобы открыть диалоговое окно *Деформировать текст* в меню, выбираем *Текст* и выполняем команду *Деформировать текст*. Стилль текста выбирается во всплывающем меню *Стилль*. Положение *По вертикали* или *По горизонтали* задает основное направление для операции деформирования текста.

Контрольные вопросы

1. Создание и сохранение документа в Adobe Photoshop.
2. Как осуществляется поворот изображения?
3. Создание геометрических объектов.
4. Создание нового слоя.
5. Создание и выделение текста.

7. ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР CORELDRAW

7.1. Интерфейс пользователя. Панель инструментов

Окно программы CorelDraw содержит:

- главное меню;
- панель Стандартная;
- рабочую область.

Рассмотрим основные инструменты программы.

1. Выделение – выделение объектов изображения.
2. Форма – изменение геометрической формы объекта.
3. Обрезка – обрезка изображения.
4. Масштаб – масштабирование изображения в окне программы.
5. Свободная форма – рисование произвольных линий и фигур.
6. Интеллектуальная заливка – заливка цветом пересекающихся площадей объектов.
7. Прямоугольник, Эллипс и Многоугольник – создание геометрических примитивов.
8. Основные фигуры – создание различных элементов изображения.
9. Текст – добавление в документ текстовых надписей и блоков.
10. Таблица – добавление в документ таблиц, ячейки которой содержат как текст, так и графику.
11. Интерактивное перетекание – создание промежуточных форм между объектами с разной геометрией.
12. Пипетка – позволяет брать образцы цвета.
13. Абрис – создание и коррекция контурных линий объекта.
14. Заливка – заливает замкнутую форму цветом, выбранным в палитре цветов.
15. Интерактивная заливка – позволяет быстро создавать различные градиенты.

Необходимо обратить внимание, что почти каждая кнопка на панели инструментов содержит группу скрытых кнопок.

7.2. Сохранение и импортирование рисунков

Основной формат документов CorelDraw – cdr, но можно экспортировать выделенный рис. или весь документ в другие векторные или растровые форматы.

Также можно импортировать изображения, созданные в других графических редакторах. При этом откроется диалоговое окно для настройки дополнительных параметров:

- Link bitmap externally – устанавливается связь между импортируемым растровым рисунком и активным документом;
- Combine multi-layer bitmap – при установке данной опции происходит объединение всех слоев в один в импортируемом растровом рисунке;
- Extract embedded ICC profile – включает режим извлечения профиля из импортируемого файла с его включением в общий список профилей, доступных в программе;
- Check for Watermark – задается режим проверки наличия водяных знаков в импортируемом растровом изображении;
- Do not show filter dialog – отменяет вывод на экран диалогового окна с настройками используемого фильтра импорта;
- Maintain layers and pages – включает режим импорта информации, хранящейся в выбранном PDF- или EPS-файле, при котором порядок ее расположения на страницах активного документа останется прежним;
- Link to high resolution file for output using OPI – выбирается режим установления связи, задаваемый OPI, между документом CorelDraw и растровым файлом высокого качества, который и будет заменен при дальнейшей распечатке.

7.3. Рисование. Заливка объектов. Трансформирование

Основным понятием в редакторе CorelDraw является понятие объекта.

Объектом называется элемент изображения.

Способы создания объектов:

- рисование инструментом Свободная форма;
- использование стандартных форм и примитивов;

– редактирование готовых фигур с помощью инструмента *Форма*;

– создание новых фигур с помощью команд *Формообразование*;

– использование готовых объектов с помощью инструмента *Художественное оформление* или *Текста*.

Обычно в CorelDraw заливку имеют только замкнутые фигуры. Группа инструментов *Заливка* позволяет выбирать:

– сплошную заливку;

– фонтанную заливку;

– узорную заливку;

– сложные текстуры;

– интерактивные сетчатые заливки.

7.4. Текст. Простой текст. Фигурный текст

В редакторе CorelDraw существует возможность работы с фигурным и простым текстом. Фигурный текст представляет собой рис. из символов, с которым можно работать, как с любым другим объектом. Простой же текст представляет собой обыкновенный текст в рамке, вставленный в рисунок.

В меню *Текст* содержатся команды вызова Докеров для выбора параметров форматирования. Отформатирован может быть весь блок, выделенные фрагменты или отдельный символ.

Чтобы ввести простой текст сначала надо создать рамку, в которой текст будет расположен. Если весь текст не поместился в рамку, внизу появится черная стрелка. Вы можете увеличить размер рамки или щелкнуть по стрелке, а потом начертить следующий блок.

Как только текст будет помещен в рамку, текстовый блок можно перемещать и трансформировать с помощью инструмента *Выбор*. Выделенный блок (или несколько блоков) можно форматировать и редактировать. Форму текстового блока можно изменить, наложив на него эффект *Оболочки*.

Простой текст можно размещать внутри замкнутого объекта. Введенный текст можно редактировать и форматировать. Можно также редактировать форму объекта.

Простой текст можно расположить по множеству блоков, задав перетекание текста. Введенный в первый блок текст будет ав-

томатически распределяться по остальным блокам в заданном порядке.

Для ввода фигурного текста необходимо щелкнуть инструментом Текст по нужному месту экрана и начать ввод. Символы фигурного текста можно трансформировать и накладывать на него различные эффекты.

Фигурный текст можно расположить вдоль произвольной кривой. Расположенный вдоль кривой текст можно смещать относительно кривой и редактировать.

7.5. Эффекты

Для каждого эффекта из меню *Эффекты* можно вызвать свой *Докер* для настройки параметров. Кроме того, для большинства эффектов существуют интерактивные инструменты для настройки.

Созданные эффекты можно копировать на другие объекты.

Созданные эффекты каждый раз перерисовываются заново, что занимает большие ресурсы компьютера. Поэтому после окончательного создания эффектов их желательно превратить в набор объектов командой *Упорядочить – Разделить*.

Остановимся более подробно на рассмотрении следующих эффектов.

1. Перетекание – позволяет плавно проследить превращение одного объекта в другой через серию промежуточных форм, а также позволяет создавать перетекание между объектами вдоль заданной траектории.

2. Подобие – применяется к одному объекту, будь это текст или графика, и не располагается вдоль траектории.

3. Интерактивное искажение – позволяет накладывать три вида искажений и их комбинации на объекты с Безье-контуром. Чем больше узлов имеет контур, тем сложнее получается искажение.

4. Тень – позволяет накладывать падающую тень в различном направлении и разной прозрачности к отдельным объектам.

5. Оболочка – позволяет исказить сгруппированные объекты и текст, помещая их в оболочку, которую можно редактировать как кривые Безье.

6. Выдавливание.

7. Прозрачность – позволяет делать объект частично видимым и частично прозрачным для нижних объектов.

8. Линза – дает быстрый способ моделирования прозрачности, увеличения/уменьшения, цветовой фильтрации, негативов, полутонового изображения и т.д.

9. Контейнер – позволяет сделать невидимыми части рисунка, выходящие за рамки контейнера. Причем Контейнер должен быть простым объектом.

10. Перспектива – позволяет накладывать перспективу на группы объектов и фигурный текст. Редактировать эффект можно не только по расположению углов, но и по точкам схода.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные инструменты программы CorelDRAW.
2. Способы создания объектов в CorelDRAW.
3. Создание фигурного текста в CorelDRAW.

8. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ AUTOCAD

8.1. Назначение системы AutoCAD

AutoCAD является одной из популярных графических систем автоматизированного проектирования.

Основное назначение системы AutoCAD – создание чертежей для проектов различных предметов. Программа работает с векторными изображениями. Специальные возможности значительно облегчают процесс создания изображения: зеркальное отображение, поворот, автоматическая расстановка размеров, нанесение штриховки, копирование, создание массива элементов с определенным расположением. Можно создать трехмерную каркасную модель, осуществлять ее вращение.

Несмотря на большое количество команд, AutoCAD обладает удобным для пользователя интерфейсом и эффективной системой ведения диалога с пользователем.

AutoCAD – не замкнутая система. Из нее можно экспортировать файлы чертежей в иные форматы для использования другими пакетами (например, КОМПАС-ГРАФИК, CorelDraw). В свою очередь, файлы других форматов также можно импортировать в

AutoCAD. Допустимо импортировать растровое изображение, не меняя при этом форматы файлов.

Ранние версии AutoCAD оперировали только элементарными объектами, однако в настоящее время программа включает в себя полный набор средств, обеспечивающих комплексное трёхмерное моделирование, в том числе работу с произвольными формами, создание и редактирование 3D-моделей тел и поверхностей, улучшенную 3D-навигацию и эффективные средства выпуска рабочей документации. Начиная с версии 2010, в AutoCAD реализована поддержка параметрического черчения, то есть возможность налагать на объект геометрические или размерные зависимости.

Рассмотрим некоторые функциональные возможности современной версии.

1. Инструменты работы с произвольными формами позволяют создавать и анализировать сложные трехмерные объекты. Их формирование и изменение осуществляются простым перетаскиванием поверхностей, граней и вершин.

2. Трёхмерная печать.

3. Использование динамических блоков, позволяющее создавать повторяющиеся элементы с изменяемыми параметрами без необходимости перечерчивать их заново или работать с библиотекой элементов.

4. Функция масштабирования аннотативных объектов на видовых экранах или в пространстве модели.

5. Запись операций, формирующая последовательности команд. После остановки записи можно сохранить команды и значения в файле макроса операций с целью последующего воспроизведения. При коллективной работе макросы могут быть доступны всем.

6. Диспетчер подшивок организует листы чертежей, упрощает публикацию, автоматически создает виды, передает данные из подшивок в основные надписи и штампы и выполняет задания таким образом, чтобы вся нужная информация была в одном месте.

7. Инструменты упрощенной трехмерной навигации: «видовой куб» позволяет переключаться между стандартными и изометрическими видами; «штурвал» объединяет в одном интерфейсе несколько различных инструментов навигации и предоставляет

быстрый доступ к командам вращения по орбите, панорамирования, центрирования и зуммирования.

8. Инструмент «аниматор движения» предоставляет доступ к именованным видам, сохраненным в текущем чертеже и организованным в категории анимированных последовательностей.

8.2. Технология автоматизированного проектирования в системе AutoCAD

Чертить в системе AutoCAD – значит, формировать на экране дисплея изображение из отдельных графических элементов (примитивов), которые вводятся при помощи соответствующих команд графического интерфейса.

Команды формируются в процессе обращения к меню и панелям инструментов и представляют собой некоторую последовательность «подкоманд», которые выбираются в каждом очередном раскрываемом подменю.

При помощи мыши или клавиатуры осуществляется вызов команд и ввод графических элементов.

Термины, применяемые при описании использования мыши в AutoCAD:

- *курсор* – указатель мыши на экране;
- *прицел* – маленький квадрат, используемый при выборе объектов в графической зоне;
- *указать* – подвести курсор к графическому объекту и щелкнуть левой кнопкой мыши;
- *выбрать* – подвести курсор, имеющий форму стрелки, и щелкнуть на пункте меню, пиктограмме панели инструментов или элементе управления диалогового окна;
- *щелкнуть* – нажать и быстро отпустить кнопку мыши;
- *дважды щелкнуть* – быстро выполнить два щелчка;
- *протянуть* – переместить курсор, за которым будет следовать графический объект;
- *щелкнуть и протянуть* – нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместить курсор, за которым будет тянуться по экрану выбранный объект.

Для ввода данных и выполнения команд можно использовать и клавиатуру.

Запуск AutoCAD в операционной среде Windows осуществляется командой *Пуск – Программы – AutoCAD*.

В AutoCAD можно выделить четыре функциональные зоны.

1. Рабочая графическая зона.
2. Системное меню и панели инструментов.
3. Командная строка.
4. Строка состояния.

Сохранение файла чертежа в системе AutoCAD будет таким же, как и в системе Windows.

AutoCAD позволяет отменить любую выполненную команду или группу команд. Для того чтобы восстановить изображение после нежелательного его удаления, достаточно в верхней строке панели инструментов щелкнуть мышью на пиктограмме левой стрелки Undo (Отмена).

Для выхода из системы можно использовать одно из следующих действий:

- щелкнуть мышью на кнопку *Закреть* – крестик в правом верхнем углу экрана;

- набрать в командной строке слово *Quit* и нажать *Enter*;

- выбрать в меню *Файл – Выход*.

Вызов команд AutoCAD осуществляется из меню или при помощи пиктограмм панелей инструментов. Строка системного меню AutoCAD состоит из следующих выпадающих меню:

- *Файл* – предназначено для открытия, сохранения, печати, экспорта в другие форматы файлов (чертежей), а также выхода из системы.

- *Правка* – редактирование частей чертежа в рабочей зоне.

- *Вид* – управление экраном, переключение режимов пространства листа и модели, установка точки зрения для трехмерных моделей, тонирования, управление параметрами дисплея.

- *Вставить* – меню команд вставки блоков и объектов из других приложений.

- *Формат* – меню установки границ чертежа и единиц измерений, управления стилем текста, размерами, работы со слоями, цветом, типом и толщиной линий.

- *Инструменты* – средства управления системой, установки параметров черчения, привязок и пользовательской системы координат.

- *Черчение* – меню графических примитивов.
- *Размер* – меню команд нанесения размеров.
- *Изменить* – меню редактирования графических объектов.
- *Окно* – меню управления и сортировки открытых чертежей (файлов).

- *Справка* – меню справки.

Контекстные меню обеспечивают быстрый доступ к списку опций для текущей команды. В AutoCAD существует пять основных видов контекстных меню:

- 1) контекстное меню по умолчанию;
- 2) контекстное меню режима редактирования;
- 3) контекстное меню диалогового режима;
- 4) контекстное меню командного режима;
- 5) служебное контекстное меню.

Панели инструментов позволяют выполнять команды AutoCAD простым щелчком мыши на выбранной пиктограмме. Если командная кнопка панели инструментов содержит черный треугольник, это означает, что кнопка соответствует нескольким командам. Панели инструментов могут быть плавающими и с фиксированным месторасположением.

Чтобы приступить к работе над новым чертежом, необходимо настроить рабочую среду. Для этого в AutoCAD в появившемся диалоговом окне устанавливают одну из пяти систем линейных единиц: *Десятичные*, *Технические*, *Архитектурные*, *Дробные* или *Научные*.

Детальная настройка содержит пять этапов и позволяет устанавливать:

- тип единиц измерения линейных величин и их точность;
- форматы представления угловых величин и их точность;

Задать пределы чертежа можно и посредством вызова команды *Границы чертежа*.

Создание любого графического примитива, в системе AutoCAD, основано на задании последовательности точек. Координаты точек могут вводиться в виде абсолютных и относительных координат.

Ввод абсолютных координат осуществляется в двух форматах:

- 1) прямоугольных (декартовых);
- 2) полярных.

Относительные координаты задают смещение по осям X и Y от последней введенной точки. Ввод относительных координат осуществляется аналогично вводу абсолютных координат, но перед ними ставится знак @: (@dx, dy – для прямоугольной системы, @r<A – для полярной).

Формат отображения координат также можно менять нажатием командной клавиши F6 на клавиатуре.

В AutoCAD имеется возможность устанавливать режимы проведения линий:

- полярный режим (линии проводятся под различными углами);
- ортогональный (линии проводятся только вдоль осей координат).

Переключение режимов осуществляется нажатием на клавиатуре клавиши F8 или щелчком мыши на командной кнопке ОРТО в строке состояния.

Полярный и ортогональный режимы не могут устанавливаться одновременно.

Для точного ввода координат точек при помощи мыши имеются специальные команды:

- шаговая привязка – режим привязки координат точек к узлам вообразяемой сетки;
- объектная привязка – режим привязки координат к различным точкам уже созданных объектов.

Регулировать характеристики привязок можно в диалоговом окне Параметры привязки, установив соответствующую закладку: *Привязка и сетка*, либо *Объектная привязка*.

Для удобства работы с элементами чертежа предусмотрены различные команды управления изображением на экране, которые находятся в меню *Вид*.

Команда *Масштаб* управляет масштабом изображения на экране. Вызвать опции команды *Масштаб* можно при помощи пиктограмм на стандартной панели инструментов.

Команда *Перемещать* предназначена для перемещения (панорамирования) границ участка чертежа на экране.

Команда *Перерисовать* все позволяет перерисовывать на экране изображение, которое по мере работы с чертежом «засоряется» временными маркерами, и таким образом очистить его. Вызов команды осуществляется щелчком мыши на пиктограмме с

изображением карандаша на основной панели инструментов или командой *Перерисовать* в меню *Вид*.

Также система AutoCAD позволяет формировать видовые экраны в графической зоне и размещать в них отдельные виды чертежа для удобства работы с ним. Команды компоновки видовых экранов находятся в подменю *Сечения* системного меню *Вид*.

Любое изображение в системе AutoCAD создается с помощью базового набора примитивов. В подменю *Черчение* основного меню находятся команды их отрисовки.

Каждый графический примитив может быть отрисован линиями определенного типа, толщины, цвета, и расположен на определенном слое чертежа. Инструменты для задания этих свойств находятся в панели *Свойства объектов*.

После загрузки системы для всех примитивов автоматически устанавливается нулевой слой.

Используя соответствующие списки этих инструментов, можно изменять цвет и толщину линий примитивов.

Любой чертеж состоит из участков прямых и кривых линий. Для вычерчивания прямоугольных участков чертежа служат следующие инструменты:

- линия;
- конструкционная линия – служит для проведения вспомогательных линий;
- мультилиния – строит совокупность параллельных (не более 16) ломаных линий, которые называются элементами;
- полилиния – позволяет строить последовательность прямолинейных дуговых сегментов;
- многоугольник;
- прямоугольник.
- инструменты, для вычерчивания криволинейных участков:
 - дуга – позволяет вычертить часть окружности;
 - окружность – позволяет вычертить окружность одним из шести способов;
 - сплайн – позволяет провести на чертеже волнистую линию;
 - эллипс – позволяет вычертить как полный эллипс, так и его часть.

Для удаления объекта достаточно щелкнуть либо по пиктограмме *Удалить панели инструментов – Изменение* и выбрать

удаляемое, либо вначале выбрать объект, а затем щелкнуть по пиктограмме *Удалить* или просто нажать клавишу *Delete* на клавиатуре.

Для выбора одного объекта достаточно щелкнуть по нему левой кнопкой мыши, для выбора нескольких объектов – указывать на них последовательно мышью. Объекты также можно выбирать и при помощи рамки.

Для того чтобы выбор и удаление объектов происходили описанным выше способом, необходимо в диалоговом окне *Опции* меню *Инструменты* открыть страницу *Выбор* и установить флажок в окне *Предварительный выбор*, а в окне *Использовать Shift* для добавления к выделению убрать флажок.

Команда *Верни* восстанавливает все отмены команды *Отмена*, если последняя была введена с клавиатуры. Если же команда *Отмена* вызывалась при помощи стрелки стандартной панели инструментов несколько раз, то *Верни* восстановит лишь, последнюю отмененную команду.

Для восстановления изображения на экране существует еще одна команда – команда *Ой*, которая действует только по отношению к самой последней команде стирания графического объекта.

При вычерчивании сложной (корпусной) детали с большим количеством осевых линий, размеров, штриховки удобно выполнять отдельные элементы чертежа на различных слоях.

Создать новый слой можно в диалоговом окне *Настройка* свойств слоя, вызываемое из меню *Формат – Слои...* или двойным щелчком на кнопке *Слои* панели инструментов *Свойства объектов*.

Для создания нового слоя нужно щелкнуть по клавише *Создать*. При этом в диалоговом окне появится выделенная строка, в которой отражаются установленные по умолчанию следующие параметры нового слоя:

- имя;
- вкл.;
- заморозить для всех сечений;
- зафиксировать;
- цвет;
- тип линии;
- толщина линии;
- стиль чертежа;
- графика.

Нулевой слой по умолчанию является текущим. Для установки другого слоя в качестве текущего нужно вначале щелкнуть мышью на имени этого слоя, а затем на кнопке *Текущий* диалогового окна. Для удаления слоя нужно выбрать его имя и щелкнуть на кнопке *Удалить*.

Чтобы отредактировать объект, его необходимо выбрать.

Для одновременного выбора группы объектов предусмотрены различные способы. Наиболее часто используются:

– *рамка* – определяет область выбора объектов при указании двух углов рамки прямоугольника по диагонали, при этом будут выбраны те объекты, которые полностью попали в рамку.

– *пересечение* – определяет секущую рамку при указании двух углов по диагонали, при этом будут выбраны и те объекты, которые полностью попали в рамку, и те, которые попали в рамку частично.

– *все* – выбирает все объекты чертежа.

Для задания опции выбора объектов нужно ввести прописные буквы ее названия в ответ на приглашение команды *Выберите объекты*. При этом необходимо учитывать, что AutoCAD не различает прописные и строчные буквы в ответах на запросы команды. Для выбора объектов рамкой можно не вводить опцию с клавиатуры, а сразу же определить область рамкой при помощи мыши.

Практически все команды редактирования находятся в меню *Изменить*, а их пиктограммы – на панели инструментов с таким же названием.

Команды копирования и изменения местоположения объектов позволяют переносить объекты, поворачивать их, копировать с переносом и зеркальным отображением, копировать объекты с упорядочением их в определенные структуры (массивы), создавать себе подобные, не меняя при этом размеры и форму самих объектов.

Перемещать объект при копировании можно двумя способами: по базовой точке или по вектору (перемещение).

Команда *Отражение* формирует зеркальное отображение объекта. С ее помощью можно получить целую деталь, используя половину или даже четверть построенной детали. После запуска команды и выбора объектов система запрашивает первую и вторую точки оси отражения – оси симметрии. Вводить можно любые две точки, принадлежащие оси.

Команда *Отступ* используется для создания прямолинейных и криволинейных подобных отрезков, смещенных по нормали на фиксированное расстояние.

Команда *Массив* позволяет копировать выбранные объекты и располагать их в форме прямоугольного или кругового массива.

Команда *Перемещение* обеспечивает перемещение объекта или группы объектов.

Команда *Поворот* позволяет поворачивать объект или набор объектов вокруг базовой точки, определяемой в процессе диалога команды.

Команды корректировки размеров объектов позволяют изменять размеры объектов, масштабируя их целиком, сжимать или растягивать группы объектов с изменением их формы, менять размер объекта переносом конечной точки (для отрезков):

- команда *Масштаб* – обеспечивает изменение размера существующих объектов;

- команда *Растянуть* – позволяет вытягивать или сжимать часть изображения с изменением ее формы, сохраняя при этом связь с остальной (неизменной) частью рисунка;

- команда *Удлинить* – изменяет (увеличивает или сжимает) угол дуги или ее длину, а также длину незамкнутых линий;

- команда *Обрезать* – позволяет стереть часть объекта точно по режущей кромке. Режущей кромкой могут служить все рассмотренные выше примитивы, а также штриховка и текст;

- команда *Продолжить* – удлиняет объекты (последовательно по одному) до указанной граничной кромки. В качестве граничной кромки может быть, отрезок, дуга или полилиния.

Команды конструирования объектов позволяют вносить конструктивные изменения в объект: создавать фаски и сопряжения, разрывать объекты:

- команда *Разрыв* – позволяет осуществить разрыв объекта на части без стирания или со стиранием части примитива (линии, полилинии, сплайн, дуги, окружности);

- команда *Фаска* – создает фаски на углах, образованных двумя пересекающимися прямыми. По умолчанию команда срезает угол и строит новый отрезок (фаску) по линии среза. При этом концы фаски определяются или длиной катетов фаски, или длиной одного катета и углом наклона фаски к первой выбранной прямой;

– команда *Скругление* – осуществляет сопряжение двух отрезков, дуг, окружностей или линейных сегментов полилинии. Процесс сопряжения аналогичен процессу создания фаски. При первом запуске команды устанавливается нужный радиус сопряжения, а при повторном запуске выбираются два сопрягаемых объекта.

Штриховка используется в чертежах самого различного типа. В машиностроительных чертежах штриховка применяется для обозначения материала деталей при выполнении их разрезов и сечений.

При штриховании заполняются области, ограниченные замкнутым контуром, состоящим из отрезков, дуг окружностей и т. д. Для штриховки характерны следующие свойства:

- штриховка является блоком;
- штриховка бывает связанной с объектом (ассоциативная), то есть при изменении объекта она автоматически подгоняется под его форму, и несвязанной (не ассоциативной).

Для создания штриховки нужно щелкнуть по пиктограмме *Штриховка* панели инструментов *Черчение* или вызвать команду из выпадающего меню.

Определить область для штриховки можно двумя способами: либо указать точку внутри области (щелкнуть мышью), либо выбрать объекты, которые ограничивают область. В первом случае нужно нажать кнопку *Выбрать* точки, а во втором – кнопку *Выделить* объекты.

Для создания нескольких контуров нужно после указания кнопки *Выбрать* точки выбрать несколько внутренних точек, принадлежащих разным областям. Закладка *Улучшенный* открывает окно, опции которого позволяют задавать дополнительные способы выбора контура штриховки и устанавливать стили штриховки.

Удаляется штриховка так же, как и любой другой примитив. Для ее выбора достаточно щелкнуть мышью на экране в любой точке заштрихованной области.

Уже имеющуюся на чертеже штриховку можно редактировать. Для редактирования штриховки нужно выбрать из выпадающего меню *Свойства* опцию *Штриховка*. После выбора штриховки на экране появляется диалоговое окно *Штриховка*, в котором устанавливаются новые требуемые параметры.

Нанесение размеров является одним из наиболее трудоемких этапов в процессе создания чертежа. Система AutoCAD позволяет автоматизировать следующие операции:

- нанесение размера;
- простановка последовательности связанных размеров.

Размер обладает теми же свойствами, что и штриховка. Команды отрисовки размеров вызываются из меню *Размер* или при помощи пиктограмм соответствующей панели инструментов *Размеры*.

Команды отрисовки отдельных размеров:

- инструмент *Линейный* позволяет создать горизонтальный, вертикальный или повернутый размер. Размер можно задавать двумя способами: последовательно указать точки начала выносных линий, после чего указать точку расположения размерной линии; выбрать объект (начальные точки выносных линий в этом случае определяются автоматически), а затем указать точку расположения размерной линии;

- инструмент *Выровненный размер* позволяет наносить линейный размер с размерной линией, параллельной объекту. Выровненный размер создается аналогично горизонтальному и вертикальному;

- инструмент *Радиальный размер* позволяет построить размер радиуса окружности или дуги;

- инструмент *Продолженный размер* позволяет продолжать размеры от второй выносной линии предыдущего размера. Создается аналогично базовому размеру.

Команды редактирования размеров:

- инструмент *Правка размера* позволяет изменить (редактировать) текст и угол наклона выносных линии;

- опции команды *Верни*, *Новый*, *Поверни* позволяют манипулировать с текстом, а опция *Наклони* позволяет изменить угол наклона выносных линий;

- инструмент *Правка текста размера* позволяет изменить местоположение текста на размерной линии и ориентацию текста;

- инструмент *Обновление размера* позволяет переопределить параметры размера в соответствии с текущими установками размерного стиля.

Размер, как и любой другой объект, можно редактировать при помощи ручек, которые появляются при его выборе. Крайние ручки используются для смещения выносной линии, а средняя – для смещения размерной линии и для перемещения текста вдоль нее.

Изменение стиля размера. При загрузке системы устанавливается стиль ISO-25, определяемый набором параметров размера (расстоянием между размерными линиями, размещением текста, размером текста и стрелок, шрифтом текста и т.д.).

Инструмент *Стиль размера* позволяет вызвать диалоговое окно Менеджер стилей размеров и внести изменения в существующий стиль для простановки размеров в соответствии с ГОСТ 2.307-68.

На странице *Линии* стрелки устанавливаются параметры выносных и размерных линий, а также параметры стрелок.

На странице *Текст* устанавливаются параметры размерного текста (стиль текста, высота текста, размещение текста над/под, внутри/вне размерной линии...).

Опции закладки *Расположение* управляют способом размещения текста, когда он не помещается между выносными линиями, и способом размещения размерной линии (между выносными линиями или вне их). Опции закладки *Основные единицы* управляют установкой формата единиц, округлением вычисленного размера и масштабом размеров.

Для включения в чертеж одной строки текстовой информации используется команда *Текст*. Чтобы ввести многострочный текст, следует использовать команду *МТекст*.

Изменение свойств текста производится только после выделения редактируемой части текста. После ввода текста и выхода из диалогового окна можно редактировать ширину параграфа, растягивая или сжимая окно ввода текста при помощи ручек.

При загрузке системы по умолчанию поставлен определенный стиль текста *Standard*, в котором установлен шрифт txt. Для выполнения надписей на чертеже лучше использовать шрифт ISOPEUR, который в большей степени соответствует ГОСТ 2.304–68.

Если на чертеже встречаются фрагменты, которые часто повторяются (условные графические обозначения, стандартные элементы и т. д.), то удобно объединить составляющие их примитивы в единый блок, а затем вставлять в нужное место чертежа. Если

блок записать на диск, то его можно использовать и для вставки в другой чертеж.

Блок может содержать любое количество графических примитивов, а также включать в себя другие блоки. При объединении примитивов в блок и при вставке блока в чертеж их свойства (тип линий, цвет, толщина, слой) сохраняются.

С каждым блоком можно связать атрибут, который может быть изменен в процессе вставки блока в чертеж.

Атрибуты – особые примитивы, содержащие текстовую информацию, которая может изменяться при вставке блока в чертеж. Текстовая переменная блока, которая отображается на экране, называется именем атрибута.

При вставке блока AutoCAD запрашивает значение атрибута, которое может быть любой текстовой строкой. Текст после ввода отображается на том месте, где находилось имя атрибута.

С блоком можно связать более одного атрибута, но при этом все атрибуты должны иметь различные имена.

Вывод графической информации на печать осуществляется при помощи команды Чертеж..., которая вызывается из меню Файл или щелчком мыши на пиктограмме Черчение на системной панели инструментов.

8.3. Методика создания чертежа в системе AutoCAD

Построение того или иного чертежа зависит и от конфигурации графических составляющих, и от степени сложности чертежа, и от подготовленности конструктора к работе в автоматизированной среде.

Рекомендации по созданию чертежей в среде AutoCAD

1. Создать собственный шаблон (шаблоны) и использовать его в дальнейшем для получения, например, чертежей формата А4 (А3, А2, А1). При изготовлении шаблона произвести необходимые установки:

- а) задать пределы чертежа и единицы измерения;
- б) создать слои для вычерчивания на них различных компонентов чертежа и установить для каждого слоя требуемый тип, толщину и цвет линий;
- в) произвести настройку опций для простановки размеров;

г) создать текстовый стиль для выполнения надписей на чертеже;

д) вычертить рамку и основную надпись;

е) установить режим вывода на экран координатной сетки, например, с шагом 5 мм.

2. Предварительно создать библиотеку блоков с изображениями наиболее часто используемых условных обозначений.

3. Выполнять непосредственно чертеж, используя методику, приближенную к ручному способу создания чертежа.

Контрольные вопросы

1. Функциональные возможности системы AutoCAD.
2. Термины, используемые при описании использования мыши.
3. Функциональные зоны системы AutoCAD.
4. Создание нового слоя.
5. Дать определение атрибуту.

9. ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ AUTOCAD

9.1. 3D интерфейс программы

Трехмерное моделирование в AutoCAD нашло огромное применение в таких сферах, как строительство и архитектура, машиностроение, геология и геодезия, сети инженерно-технического обеспечения.

Работа в трехмерном пространстве – это сочетание рисования, редактирования и установки видов и видовых экранов для изображения модели.

В AutoCAD можно создавать три типа моделей трехмерных объектов: каркасные, поверхностные и твердотельные.

Каркасные модели представляют собой модели объектов, как бы созданные из проволоки: они не имеют поверхностей, а просто дают представление о форме трехмерных объектов, показывая их ребра.

Поверхностные модели уже несут информацию о поверхности модели, формирующей внешний вид объекта. При этом поверхно-

сти могут быть окрашены, а сами поверхностные модели могут закрывать объекты, находящиеся позади них.

Наибольшую информацию о моделируемых объектах несут твердотельные модели, которые могут широко применяться на практике, например, для формирования видов чертежей, для анализа проектируемых конструкций и создания презентаций.

Трехмерное моделирование в AutoCAD начинается со смены рабочего пространства и выбора подходящего вида.

Рабочее пространство содержит следующие вкладки с размещенными на них панелям инструментов:

- *Главная* – создание и редактирование 3D-тел, преобразование 3D-тел в сеть, создание 2D-примитивов, работа со слоями, работа с системами координат, создание видов;

- *Фигура* – дополнительные команды для работы с 3D-телами, дублирующие инструменты вкладки *Главная*;

- *Поверхность* – позволяет создавать и редактировать поверхности;

- *Сеть* – собраны инструменты для создания и редактирования сетей;

- *Визуализация* – материалы, источники света, визуализация (рендер) при помощи AutoCAD 360;

- *Параметризация* – для работы с параметрическими зависимостями;

- *Вставка* – расширенные возможности работы с блоками, внешними ссылками, облаками точек;

- *Аннотации* – работа с аннотативными объектами (тексты, размеры, выноски, таблицы) в полном объеме;

- *Лист* – для работы с видовыми экранами в пространстве листа и согласованными видами, стилями сечений и выносного элемента;

- *Вид* – навигация в пространстве модели, видовые экраны в пространстве модели, системы координат, инструменты палитры;

- *Управление* – настройка пользовательского интерфейса, стандарты;

- *Подключаемые модули* – позволяют подключить различные модули, позволяющие реализовать больше возможностей системы.

В верхнем левом углу, непосредственно в пространстве модели, находится инструмент Элементы управления видовым экра-

ном. Так же стандартные виды графического пространства находятся на вкладке Вид на панели Виды.

В AutoCAD визуальные стили позволяют управлять внешним видом трехмерных объектов. Они отвечают за отображение кромок, освещение и тени.

9.2. Построение трехмерных объектов

Твердотельные объекты наиболее полно из всех типов трехмерных моделей отражают свои свойства. Твердотельные объекты различной сложности можно создавать, используя такие логические операции, как объединение, вычитание и пересечение.

Существует два подхода к созданию трехмерных объектов:

1) использование стандартных 3d примитивов (ящик, сфера, конус и т. д.);

2) преобразование плоских чертежей (2d объекты) в трехмерные изображения, посредством использования соответствующих команд (Выдавить, Сдвиг и др.).

Инструменты создания трехмерных объектов сосредоточены на вкладке *Главная* панели *Моделирование*.

В трехмерной графике AutoCAD существует группа объемных тел, называемых телами-примитивами, геометрическая форма которых уже заранее определена применением специальных инструментов моделирования.

Программа насчитывает 7 стандартных 3D примитивов: *Ящик* (*прямоугольный параллелепипед*), *Цилиндр*, *Конус*, *Сфера*, *Пирамида*, *Клин*, *Тор*.

Плотностью изолиний на поверхности объекта управляет системная переменная ISOLINES, значение которой по умолчанию равно 4. Системная переменная ISOLINES определяет количество линий контура для изображения поверхностей сферических, цилиндрических, а также конических тел и может принимать значения: целые числа от 0 до 2047.

Качество каркасного представления твердотельной модели можно улучшить, если увеличить значение переменной ISOLINES. Чтобы визуально оценить полученные результаты необходимо после изменения значения переменной выполнить регенерацию экрана с помощью команды *Регенерировать* (пункт меню Вид), или введением в командную строку команды REGEN.

Также в AutoCAD предусмотрены способы формирования тел из более простых двумерных объектов с помощью динамических пространственных операций. Каждому из этих четырех способов соответствует кнопка панели *Моделирование ленты*:

- *Выдавить* – выдавливание двумерного объекта по нормали или по траектории, с возможностью конусности;

- *Сдвиг* – сдвиг двумерного основания по траектории, с возможностью масштабирования, поворота основания и закручивания;

- *Вращать* – вращение двумерного объекта относительно оси на заданный угол;

- *По сечениям* – построение тела, ограниченного поверхностью, интерполируемой по промежуточным сечениям.

В твердотельном моделировании, прежде чем сформировать объемное тело необходимо подготовить исходный контур и только после этого применить к нему определенные инструменты по формированию тела.

Исходный контур – это фигура на плоскости образованная набором плоских примитивов AutoCAD.

Некоторые типовые геометрические примитивы (круг, прямоугольник и др.) можно рассматривать в качестве контуров, уже готовых для формирования на их основе твердых тел. Если плоский объект состоит из отдельных отрезков, то необходимо выполнить дополнительное их слияние, используя команду *Область*, *Контур* или *Соединить*. В противном случае, программа AutoCAD создаст не твердое тело, а поверхность.

Команда *Выдавить* предназначена для получения объемных тел путем выдавливания различных двухмерных объектов. Данную операцию часто называют экструзией. Исходными объектами могут быть полилинии, окружности, эллипсы, дуги, эллиптические дуги, кольца, области, сплайны, линии, плоские трехмерные поверхности, плоские грани тел. По умолчанию выдавливание осуществляется перпендикулярно к плоскости исходного объекта.

Опция *Направление* задает направление выдавливания. Для этого необходимо указать две точки, которые зададут вектор выдавливания.

Воспользовавшись опцией *Траектория*, можно выдавить исходную форму вдоль любой направляющей, которой может быть отрезок, окружность, эллипс, дуга, сплайн или полилиния. При

этом объект, задающий направление выдавливания, не должен находиться в одной плоскости с исходным контуром.

Опция *Угол конусности* позволяет задать значение угла конусности. В этом случае грани создаваемого объекта будут сходиться, если задан положительный угол. Если же ввести отрицательный угол конусности, то объект будет расширяться.

Опция *Выражение* позволяет ввести формулу или уравнение для задания высоты выдавливания.

Команда *Сдвиг* создает 3D-тела, сдвигая замкнутые плоские объекты вдоль траектории сдвига. Исходными контурами для команды *Сдвиг* могут быть круги; эллипсы; замкнутые несамопересекающиеся полилинии; области; грани 3D-тел. Траекторией для команды сдвига могут служить отрезки; окружности и дуги; эллипсы и эллиптические дуги; полилинии без самопересечений; сплайны; спирали; трехмерные полилинии; кромки трехмерных тел и поверхностей.

Непосредственно после вызова команды *Сдвиг* и сразу после выбора объекта доступна опция *Режим*. Выбор этой опции приводит к появлению запроса *Режим создания замкнутых профилей*, который позволяет получить в результате либо 3D-тело, либо поверхность. По умолчанию создается 3D-тело.

Опция *Выравнивание* определяет, выравнивать сечения по нормали к траектории сдвига или сдвигать их так, как они находятся в исходном состоянии.

При помощи опции *Базовая точка* пользователь сам задает точку сечения, которая должна двигаться вдоль траектории.

Опция *Масштаб* задает величину масштабного коэффициента, который равномерно изменяет геометрические характеристики сечения при движении по траектории.

Опция *Закручивание* задает угол скручивания поперечного сечения при движении по траектории.

Команда *Вращать* создает 3D-тела, вращая замкнутые плоские объекты вдоль оси. Осью для команды вращения может служить только отрезок прямой. Этот отрезок может, как физически существовать в пространстве модели, так и быть воображаемым. Два щелчка мышью автоматически задают две точки, а, следовательно, и ось вращения.

Непосредственно после вызова *Вращать* и сразу после выбора объекта доступна опция *Режим*, аналогично команде *Сдвиг*. По умолчанию создается 3D-тело.

С помощью команды *По сечениям* можно строить тела, ограниченные более сложными поверхностями. Эта команда позволяет интерполировать внешнюю поверхность по замкнутым промежуточным сечениям. Форма получаемого 3D объекта напрямую зависит от профилей поперечного сечения и их местоположения в пространстве. Количество и форма сечений могут быть любыми, но приемлемый результат обычно получается для достаточно гладких объектов (например, сплайновых).

Предлагаемые AutoCAD так называемые логические команды позволяют из нескольких объектов одного типа создавать новые более сложные формы.

Это команды: *Объединение*, *Вычитание*, *Пересечение*. Эти команды расположены на панели *Редактирование тела*. В результате выполнения каждой из них создается цельный составной объект.

Моделирование в AutoCAD сложных объектов не может быть корректным, если не переключатся между визуальными стилями:

- 2D каркас – объекты отображаются в виде отрезков и кривых, являющихся представлением контуров. Отображаются растровые и OLE- объекты, учитываются типы и веса линий;

- Концептуальный – объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами и с учетом стиля граней по Гучу;

- Скрытие линий – объекты отображаются в каркасном представлении: отрезки, изображающие задние грани, скрыты;

- Реалистичный – объекты отображаются с учетом присвоенного им цвета или типа материалов;

- Тонированный – объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами;

- Тонированный с кромками – объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами и видимыми кромками;

- Опенки серого – объекты отображаются с использованием тонирования оттенками одного цвета (серого) с плавными переходами;

– Эскизный – объекты отображаются с эффектом рисования от руки с учетом модификаторов ребер «Удлинение линий» и «Дрожание»;

– Каркас – объекты отображаются в виде отрезков и кривых, являющихся представлением контуров;

– Просвечивание – объекты отображаются частично прозрачными.

Инструмент *Видовой куб* представляет собой постоянно присутствующий на экране интерфейс, позволяющий оперативно изменять точки зрения в пространстве, а также переопределять стиль проекций с изометрических на перспективные и наоборот. На экране инструмент отображается в одном из двух состояний: неактивном и активном. Изначально видовой куб неактивен и отображается в одном из углов окна над моделью в полупрозрачном состоянии.

Режим *Орбита* служит для просмотра модели и установке точки зрения. При использовании данного инструмента пользователь как бы вращается вокруг модели, что позволяет рассмотреть ее под различными углами. В режиме *Орбита* нельзя использовать другие команды для редактирования модели.

В AutoCAD доступны три орбитальных режима просмотра модели:

– зависимая (ограниченная) орбита, или просто орбита, вращает вид только относительно точки центра;

– свободная орбита может поворачивать вид как относительно точки центра, так и относительно главных осей вида;

– непрерывная орбита непрерывно вращает вид по заданному пользователем направлению.

Начальная (основная) система координат, которая представлена в каждом создаваемом чертеже, называется мировой системой координат (МСК). В качестве признака мировой системы координат пиктограмма осей имеет прямоугольник в точке пересечения осей. По умолчанию в МСК плоскостью построений является плоскость XY.

Для задания любых других плоскостей, в том числе не параллельных плоскости XY МСК, используется команда ПСК (пользовательская система координат). Все системы координат, отличные от мировой, называются пользовательскими. Команда ПСК позво-

ляет задать начало новой системы координат и положение новых осей X и Y , а положение новой оси Z определится автоматически, поскольку зависит от положения соответствующих осей X и Y .

Плоскость, в которой в текущий момент строятся двумерные объекты, называется плоскостью построений. Ее положение определяется действующей системой координат и уровнем, т. е. смещением плоскости построений вдоль оси Z относительно плоскости XY системы координат. В любой системе координат, даже в МСК, можно менять уровень плоскости построения объекта. По умолчанию значение уровня равно 0.

Команда ПСК позволяет задать не только начало новой системы координат, но и положение новых осей X и Y , что вместе с текущим уровнем даст новую плоскость построений. Различные варианты команды ПСК представлены на вкладке ленты Вид, панель *Координаты*.

9.3. Редактирование твердотельных объектов

Классические операции редактирования (перемещение, удаление, копирование, поворот, изменение масштаба и т. п.) применимы и к твердотельным объектам. Их использование мало чем отличается от использования в двухмерных построениях. Специальные приемы редактирования, применимые только к твердотельным объектам выполняются инструментами, которые размещены на вкладке Главная в группе Редактирование тела.

Параметры группы *Грань* позволяют редактировать грани твердотельного объекта. Выбрав один из параметров этой группы, можно перемещать, удалять, поворачивать, копировать грани, изменять их цвет и пр. При вызове команды редактирования тела необходимо выделить нужные грани, подтвердить выбор (Enter) и выполнять последовательно требования системы.

Команда *Выдавить грани* предназначена для выдавливания плоских граней тела по заданной траектории или путем введения в командную строку численных значений глубины выдавливания и угла сужения. Прежде чем выдавить грань ее предварительно нужно выбрать, а для этого грань должна быть видимой.

Команда *Грани конуса* позволяет свести указанные грани на конус относительно заданной точки в заданном направлении.

Команда *Перенести грани* переносит грани на заданное расстояние. Новое положение грани задается указанием направления и численного значения расстояния перемещения, а также с помощью объектной привязки.

Команда *Сместить грани* предназначена для смещения граней 3D-тела на заданное расстояние. Под смещением граней понимается равномерное изменение объема, например, расширение или сужение отверстий, выступов и других формообразований на объекте. Смещение каждой грани производится в направлении нормали к ней, причем положительное значение смещения увеличивает объем тела, а отрицательное – уменьшает.

Команда *Копирование граней* предназначена для копирования граней твердотельного объекта. Выбирается необходимая грань на поверхности объекта (набор граней), задается первая точка, которая используется как базовая, а следующая точка определяется объектной привязкой, или в командную строку вводится требуемое численное значение расстояния от базовой точки, на котором формируется копия. При копировании грани создается копия грани в виде области.

Команда *Поворот граней* выполняет поворот грани (набора граней) вокруг указанной оси, при этом выбирается базовая точка и задается в командной строке значение угла поворота.

Команда *Окрашивание граней* окрашивает грань в заданный цвет.

Команды, позволяющие редактировать ребра тела, сгруппированы на панели *Редактирование тела*, вкладка ленты *Главная*.

Команда *Извлечь ребра* предназначена для извлечения (копирования) ребер с граней твердых тел или поверхностей.

С помощью команды *Изменить цвет ребер* можно изменить цвет образующих грани ребер 3D-тела.

Команда *Копировать ребра* позволяет копировать ребра. В отличие от цельной копии грани, копия контура грани 3D-тела выполняется в виде набора ребер, которые легко можно видоизменить и затем преобразовать в полилинию для выполнения процедур выдавливания или вращения.

Команда *Клеймить* позволяет создать клеймо на грани 3D объекта, на основании 2D геометрии. В результате на 3D гранях

образовываются дополнительные кромки, которые можно использовать для создания дополнительных граней.

Дополнительные команды редактирования тела позволяют редактировать тело целиком. Они расположены на панели *Редактирование тела*, вкладка *Главная ленты*.

Команда *Разделить* отменяет объединение тел, если они до этого были объединены с помощью команды *Объединить*.

Команда *Упростить* позволяет очистить твердотельную модель от избыточных ребер и вершин, а также удалить оттиск, если таковой имеется.

Команда *Оболочка* позволяет создать по форме тела тонкостенную оболочку заданной толщины.

Команда *Проверка* позволяет осуществить проверку того, является ли объект допустимым телом.

Команда *Разрез* позволяет разрезать твердотельный объект заданной плоскостью на две части. При этом можно либо удалить одну из отрезанных частей, либо оставить их обе на чертеже.

После вызова команды и выбора объекта (или группы объектов) для разрезания, программа предлагает следующие опции:

- Плоский объект – режущая плоскость задается плоским объектом;

- Поверхность – позволяет непосредственно на чертеже выбрать поверхность (предварительно построенную), которой должен быть произведен разрез;

- Зось – предлагает указать положение оси X. Режущей же плоскостью;

- Вид – режущей плоскостью будет плоскость, параллельная текущему виду (параллельная плоскости экрана) и проходящая через заданную точку.

Контрольные вопросы

1. Типы моделей трехмерных объектов.
2. Подходы к созданию трехмерных объектов.
3. Орбитальные режимы просмотра модели.
4. Команды редактирования твердотельных объектов.

Заключение

Технологии обработки графической информации включают в себя специфические модели представления информации, особые методы ввода, формирования и вывода изображений, а также аппаратные и программные средства.

Изучение курса инженерной и компьютерной графики развивает умение и необходимые навыки выполнять и читать технические чертежи, чтобы понять как конструкцию, так и способ применения изображаемого изделия, а также выполнять эскизы деталей и конструкторскую документацию, а самостоятельный поиск необходимого теоретического и справочного материала способствует качественному изучению последующих дисциплин.

Высокий уровень пространственных представлений и пространственного воображения необходим во всех областях человеческой деятельности.

Освоение дисциплины позволяет:

- повысить уровень подготовки кадров для различных отраслей промышленности;
- ускорить процесс выполнения и улучшить качество учебных графических работ;
- использовать полученные знания и умения для разработки курсовых и дипломных работ.

Литература

1. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы. Введ. 1971-01-01. М.: Стандартиформ, 2007. 4 с.
2. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы. Введ. 1971-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 3 с.
3. ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии. Введ. 1971-01-01. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 9 с.
4. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные. Введ. 1982-01-01. М.: Стандартиформ, 2007. 29 с.
5. ГОСТ 2.307-2011 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений. Введ. 2012-01-01. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2012. 34 с.
6. Единая система конструкторской документации: Правила выполнения чертежей различных изделий. М.: Изд-во стандартов, 2004.
7. Единая система конструкторской документации: Общие правила выполнения чертежей. М.: Изд-во стандартов, 1988. 240 с.
8. Единая система конструкторской документации: Основные положения. М.: Изд-во стандартов, 1982.
9. Adobe ILLUSTRATOR CS5. Официальный учебный курс / пер. с англ., ред. М. А. Райтман. М.: Эксмо, 2011. 592 с.
10. Adobe PHOTOSHOP CS5. Официальный учебный курс / пер. с англ., ред. М. А. Райтман. М.: Эксмо, 2011. 432 с.
11. Большаков В. П., Тозик В. Т., Чагина А. В. Инженерная и компьютерная графика: учеб. пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 288 с.:
12. Бродский А. М., Фазлулин Э. М., Хапдинов В. А. Инженерная графика (металлообработка): учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2012. 400 с.
13. Бэйн С. Эффективная работа: Corel Draw 10. СПб.: Питер, 2002. 748 с.
14. Гурский Ю. Эффективная работа с Photoshop: трюки и эффекты. СПб.: Питер, 2002. 379 с.
15. Дегтярев В. М. Компьютерная геометрия и графика. М.: Академия, 2011.
16. Каминский В. П., Иващенко Е. И. Инженерная и компьютерная графика для строителей. Серия: Высшее образование. Ростов-на-Дону: Изд-во Феникс, 2008, 288 с.

17. Келби С. Photoshop CS. Советы знатоков / пер. с англ. М.: Вильямс, 2005. 256 с.

18. Конакова И. П., Пирогова И. И. Компьютерная графика. КОМПАС и AutoCAD: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. 148 с.

19. Кочетов В. И. Инженерная и компьютерная графика: учебное пособие / В. И. Кочетов, С. И. Лазарев, С. А. Вязовов, С. В. Ковалев. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. 80 с.

20. Миронов Д. Ф. CorelDRAW X3. Учебный курс. СПб.: Питер, 2006. 397 с.

21. Миронова Р. С., Миронов Б. Г. Инженерная графика: учебник. М.: Высш. шк.; Издательский центр «Академия», 2001. 288 с.

22. Общее введение в компьютерную графику [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/70/70/lecture/2092>.

23. Онстот С. AutoCad 2012 и AutoCad LT 2012. Официальный учебный курс / пер. с англ. А. Жадаева. М.: ДМК Пресс, 2012. 400 с.

24. Основы компьютерной графики в среде AutoCAD 2000: учебное пособие / А. М. Климов, И. А. Зауголков, Ю. А. Тепляков и др. М.: Машиностроение-1, 2001. 80 с.

25. Петров М. Н., Молочков В. П. Компьютерная графика. Учебник. Серия: Учебник для вузов. СПб.: Изд-во «Питер», 2004, 812 стр.

26. Петров М. Н., Молочков В. П. Компьютерная графика: учеб. пособие для вузов. СПб.: Питер, 2002. 735 с.

27. Романычева Э. Т., Соколова Т. Ю. Компьютерная технология инженерной графики в среде AutoCAD 2000: учебное пособие. М.: ДМК Пресс, 2001. 656 с.

28. Романычева Э. Т., Соколова Т. Ю., Шандурина Г.Ф. Инженерная и компьютерная графика. М.: ДМК Пресс, 2001. 593 с.

29. Чекмарев А. А. Инженерная графика. М.: Высшая школа. 2005. 365 с.

30. Шешунова Г. Г. Компьютерная геометрия и графика: учебное пособие. Самара: СГАСУ, 2012. 76 с.

31. Шешунова Г. Г. Основы компьютерной графики: учеб. пособ. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011. 138 с.

Учебное издание

Хныкина Анна Георгиевна

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Редактор, технический редактор Л. Г. Ерицян
Компьютерная верстка Н. П. Неговора

Подписано в печать 22.11.2016

Формат 60x84 1/16

Усл. п. л. 5,75

Уч.-изд. л. 5,39

Бумага офсетная

Заказ 179

Тираж 30 экз.

Отпечатано в издательско-полиграфическом комплексе
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»
355029 г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2