

**ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ.
AutoCAD**

Конспект лекций

ВВЕДЕНИЕ

В наше время идет процесс все более широкого внедрения компьютерных технологий во все сферы деятельности и повседневной жизни человека. Внедрение средств вычислительной техники кардинально изменило уже существующие направления, а также способствовало возникновению новых методик проектирования, производства и эксплуатации изделий машиностроительной отрасли.

Данный конспект лекций соответствует программе учебной дисциплины "Информатика" для подготовки бакалавров дневной формы обучения.

Конспект лекций содержит теоретические основы и предназначен для приобретения студентами практических знаний.

Конспект лекций состоит из 5 разделов. Первый раздел - предмет и области применения компьютерной графики. Второй раздел - способы представления изображений. Третий раздел - хранение графических изображений. Четвертый раздел - графические редакторы. Пятый раздел - графический редактор AutoCAD.

Содержание информации позволит студенту эффективно подготовиться к выполнению лабораторных работ и графических расчетных заданий по индивидуальному варианту.

1 ПРЕДМЕТ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Предмет «Компьютерная графика»

Наибольшее количество информации человек получает с помощью зрения. Еще в древние времена появились схемы и карты, используемые при строительстве, в географии, в астрономии. Поэтому стремление отображать информацию в графическом виде – вполне естественный процесс.

Компьютерная графика – это область информатики, которая изучает средства и способы создания и обработки графических изображений при помощи компьютерной техники. Появившись в 1950-х годах, она поначалу давала возможность выводить лишь несколько десятков отрезков на экране. (Первая компьютерная игра с графикой была создана в 1961 году).

В наши дни средства компьютерной графики позволяют создавать реалистические изображения, не уступающие фотографическим снимкам. Создано разнообразное аппаратное и программное обеспечение для получения изображений самого различного вида и назначения – от простых чертежей до реалистических образов естественных объектов.

Компьютерная графика используется практически во всех научных и инженерных дисциплинах для наглядности восприятия информации:

- для подготовки демонстрационных слайдов;
- трехмерные изображения используются в медицине (компьютерная томография), картографии, полиграфии, геофизике, ядерной физике и других

областях;

- телевидение и другие отрасли индустрии развлечений используют анимационные средства компьютерной графики (компьютерные игры, фильмы);

- использование компьютерного моделирования при обучении пилотов и представителей других профессий (тренажеры).

Конечным результатом применения средств компьютерной графики является изображение. Современная компьютерная графика – это достаточно сложная, основательно проработанная и разнообразная научно-техническая дисциплина. Некоторые ее разделы, такие, как геометрические преобразования, способы описания кривых и поверхностей, к настоящему времени уже исследованы достаточно полно. Ряд областей продолжает активно развиваться: методы растрового сканирования, удаление невидимых линий и поверхностей, моделирование цвета и освещенности, текстурирование, создание эффекта прозрачности и полупрозрачности и др.

1.2 **Области применения компьютерной графики**

Компьютерная графика применяется в четырех основных областях: отображение информации, проектирование, моделирование, графический интерфейс пользователя.

Отображение информации. Проблема представления накопленной информации (например, данные об изменениях климата за продолжительный период, о динамике популяций животного мира, об экологическом состоянии различных регионов и т.п.) лучше всего может

быть решена посредством графического отображения. Ни одна из областей современной науки не обходится без графического представления информации. Помимо визуализации результатов экспериментов и анализа данных натуральных наблюдений, существует обширная область математического моделирования процессов и явлений, которая просто немыслима без графического вывода.

Например:

1) описать процессы, протекающие в атмосфере или океане без создания соответствующих наглядных картин течений или полей температуры, практически невозможно;

2) в геологии в результате обработки трехмерных натуральных данных можно получить геометрию пластов, залегающих на большой глубине;

3) в медицине в настоящее время широко используются методы диагностики, использующие компьютерную визуализацию внутренних органов человека. Томография (в частности, ультразвуковое исследование) позволяет получить трехмерную информацию, которая затем подвергается математической обработке и выводится на экран. Помимо этого, применяется и двумерная графика: энцефалограммы, миограммы, которые выводятся на экран компьютера или графопостроитель.

Проектирование. В строительстве и технике чертежи давно представляют собой основу проектирования новых сооружений или изделий. Процесс проектирования является итеративным, т.е. конструктор перебирает

множество вариантов с целью выбора оптимального по каким-либо параметрам. Не последнюю роль в этом играют требования заказчика, который не всегда четко представляет себе конечную цель и технические возможности исполнителя. Поэтому создаются макеты будущих изделий, сооружений и т.п. Однако построение предварительных макетов – достаточно долгое и дорогое мероприятие.

Сегодня существуют развитые программные средства автоматизации проектно-конструкторских работ (САПР), позволяющие быстро создавать чертежи объектов, выполнять прочностные расчеты и т.п. Они дают возможность не только изобразить проекции изделия, но и рассмотреть его в объемном виде с различных сторон. Такие средства также чрезвычайно полезны для дизайнеров интерьера, ландшафта.

Моделирование. Под моделированием в данном случае понимается имитация различного рода ситуаций, возникающих, например, при полете самолета или космического аппарата, движении автомобиля и т.п. В английском языке это лучше всего передается термином *simulation*. Но моделирование используется не только при создании различного рода тренажеров. В телевизионной рекламе, в научно-популярных и других фильмах теперь синтезируются движущиеся объекты, визуально мало уступающие тем, которые могут быть получены с помощью кинокамеры. Кроме того, компьютерная графика предоставила киноиндустрии возможности создания спецэффектов, которые в прежние годы были попросту невозможны. В последние годы широко

распространилась еще одна сфера применения компьютерной графики – создание виртуальной реальности.

Графический пользовательский интерфейс. На раннем этапе использования дисплеев как одного из устройств компьютерного вывода информации диалог «человек-компьютер» в основном осуществлялся в алфавитно-цифровом виде. Теперь же практически все системы программирования применяют графический интерфейс с отображением различных окон, кнопок, бегунков, ползунков и пр.

Особенно впечатляюще выглядят разработки в области сети Internet. В настоящее время существует множество различных программ-браузеров, реализующих в том или ином виде средства общения в сети, без которых доступ к ней трудно себе представить. Эти программы работают в различных операционных средах, но реализуют, по существу, одни и те же функции, включающие окна, баннеры, анимацию и т.д.

1.3 Основные направления в компьютерной графике

Исходя из областей применения, в современной компьютерной графике можно выделить следующие основные направления: научная, деловая, конструкторская, иллюстративная, художественная и рекламная графика, компьютерная анимация, мультимедиа.

Научная графика – первые компьютеры использовались лишь для решения научных и производственных задач. Чтобы лучше понять

полученные результаты, производили их графическую обработку, строили графики, диаграммы, чертежи рассчитанных конструкций. Первые графики на машине получали в режиме символьной печати. Затем появились специальные устройства – 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. В связи с этим появилась так называемая **когнитивная компьютерная графика** (графика, способствующая познанию). Это новое направление, предназначенное для научных абстракций, способствующее рождению нового научного знания.

Технической основой для когнитивной компьютерной графики являются мощные ЭВМ и высокопроизводительные средства визуализации. Одним из наиболее ранних примеров использования когнитивной компьютерной графики является работа Ч. Страуса

«Неожиданное применение ЭВМ в чистой математике» в 1974 г. В ней показано, как для анализа сложных алгебраических кривых используется « n -мерная» доска на основе графического терминала. Пользуясь устройствами ввода, математик может получать геометрические изображения результатов направленного изменения параметров исследуемой зависимости. Он может также легко управлять текущими значениями параметров, «углубляя тем самым свое понимание роли вариаций этих параметров». В результате получено

«несколько новых теорем и определены направления

дальнейших исследований».

Деловая графика – область компьютерной графики, предназначенная для наглядного представления различных показателей работы учреждений. Плановые показатели, отчетная документация, статистические сводки – вот объекты, для которых с помощью деловой графики создаются иллюстративные материалы. Программные средства деловой графики включаются в состав электронных таблиц.

Конструкторская графика используется в работе архитекторов, инженеров-конструкторов, изобретателей новой техники. Этот вид компьютерной графики является обязательным элементом САПР. Средствами конструкторской графики можно получать как плоские изображения (проекции, сечения), так и пространственные трехмерные изображения.

Иллюстративная графика – это произвольное рисование и черчение на экране компьютера. Пакеты иллюстративной графики относятся к прикладному программному обеспечению общего назначения. Простейшие программные средства иллюстративной графики называются графическими редакторами.

Художественная и рекламная графика – стала популярной во многом благодаря телевидению. С помощью компьютера создаются рекламные ролики, мультфильмы, компьютерные игры, видеоуроки, видеопрезентации. Графические пакеты для этих целей требуют больших ресурсов компьютера по быстродействию и памяти. Отличительной особенностью этих графических пакетов является возможность создания

реалистических изображений и «движущихся картинок». Получение рисунков трехмерных объектов, их повороты, приближения, удаления, деформации связано с большим объемом вычислений. Передача освещенности объекта в зависимости от положения источника света, от расположения теней, от фактуры поверхности требует расчетов, учитывающих законы оптики.

Компьютерная анимация – это получение движущихся изображений на экране дисплея. Художник создает на экране рисунки начального и конечного положения движущихся объектов, все промежуточные состояния рассчитывает и изображает компьютер, выполняя расчеты, опирающиеся на математическое описание данного вида движения. Полученные рисунки, выводимые последовательно на экран с определенной частотой, создают иллюзию движения.

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

Контрольные вопросы

1. Укажите основные области применения компьютерной графики.
2. Что изучает компьютерная графика?
3. Перечислите основные направления в компьютерной графике.
4. Какой интерфейс пользователя называют графическим?
5. В чем отличие текстового интерфейса

пользователя отграфического?

6. Какое назначение когнитивной компьютерной графики?

7. Какое назначение конструкторской графики?

8. Что такое «компьютерная анимация»?

9. Когда была создана первая компьютерная игра с графикой?

2 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ

2.1 Способы представления изображений

По способам представления изображений компьютерную графику делят на такие категории: растровая, векторная, трехмерная и фрактальная графика. Они отличаются принципами формирования изображения при отображении на экране монитора или при печати на бумаге.

2.1.1 Растровая графика

Основным (наименьшим) элементом растрового изображения является точка. Если изображение экранное, то эта точка называется пикселем. Каждый пиксель растрового изображения имеет свойства: размещение и цвет. Чем больше количество пикселей и чем меньше их размеры, тем лучше выглядит изображение.

Недостатки растровой графики:

1) большие объемы данных – это основная проблема при использовании растровых изображений. Для активных работ с большеразмерными иллюстрациями типа журнальной полосы требуются компьютеры с исключительно большими размерами оперативной памяти (128 Мбайт и более). Разумеется, такие компьютеры должны иметь и высокопроизводительные процессоры;

2) невозможность увеличения растровых изображений. Поскольку изображение состоит из точек, то увеличение изображения приводит к тому, что эти точки становятся крупнее и напоминают мозаику. Никаких дополнительных деталей при увеличении растрового

изображения рассмотреть не удастся. Более того, увеличение точек растра визуально искажает иллюстрацию. Этот эффект называется пикселизацией.

Применение. Растровую графику применяют при разработке электронных (мультимедийных) и полиграфических изданий. Иллюстрации, выполненные средствами растровой графики, редко создают вручную с помощью компьютерных программ. Чаще для этой цели используют отсканированные иллюстрации, подготовленные художником на бумаге, или фотографии. Для ввода растровых изображений в компьютер применяются цифровые фото- и видеокамеры. Соответственно, большинство графических редакторов, предназначенных для работы с растровыми иллюстрациями, ориентированы не столько на создание изображений, сколько на их обработку. В Интернете применяют растровые иллюстрации в тех случаях, когда надо передать полную гамму оттенков цветного изображения.

2.1.2 Векторная графика

В векторной графике основным элементом изображения является линия (при этом не важно, прямая это линия или кривая). Разумеется, в растровой графике тоже существуют линии, но там они рассматриваются как комбинации точек. Для каждой точки линии в растровой графике отводится одна или несколько ячеек памяти. Соответственно, чем длиннее растровая линия, тем больше памяти она занимает. В векторной графике объем памяти, занимаемый линией, не зависит от размеров линии, поскольку линия представляется в виде формулы, а

точнее говоря, в виде нескольких параметров. Что бы ни делали с этой линией, меняются только ее параметры, хранящиеся в ячейках памяти. Количество же ячеек остается неизменным для любой линии.

Линия – это элементарный объект векторной графики. Все, что есть в векторной иллюстрации, состоит из линий. Векторные изображения формируются из объектов (точка, линия, окружность, прямоугольник и пр.), которые хранятся в памяти компьютера в виде графических примитивов и описывающих их математических формул.

Простейшие объекты объединяются в более сложные. Например, объект четырехугольник можно рассматривать как четыре связанные линии, а объект куб еще более сложен: его можно рассматривать либо как двенадцать связанных линий, либо как шесть связанных четырехугольников. Из-за такого подхода векторную графику часто называют объектно-ориентированной графикой. Объекты векторной графики хранятся в памяти в виде набора параметров, но не надо забывать и о том, что на экран все изображения все равно выводятся в виде точек (просто потому, что экран так устроен). Перед выводом на экран каждого объекта программа производит вычисления координат экранных точек в изображении объекта, поэтому *векторную графику иногда называют вычисляемой графикой.* Аналогичные вычисления производятся и при выводе объектов на принтер.

Как и все объекты, линии имеют свойства. К этим свойствам относятся: форма линии, ее толщина, цвет, характер линии (сплошная, пунктирная и т.п.). Простейшая линия, если она не замкнута, имеет две

вершины, которые называются узлами. Узлы тоже имеют свойства, от которых зависит, как выглядит вершина линии и как две линии сопрягаются между собой. Замкнутые линии дополнительно имеют свойство заполнения. Внутренняя область замкнутого контура может быть заполнена цветом, текстурой, картой.

Достоинства векторной графики:

1) преобразования изображений выполняются без искажений. Векторные рисунки могут быть увеличены или уменьшены без потери качества. Это возможно, так как изменение размера рисунка производится с помощью простого умножения координат точек графических объектов на коэффициент масштабирования;

2) небольшой информационный объем файлов по сравнению с объемом файлов, содержащих растровые изображения;

3) рисование выполняется быстро и просто;

4) возможно независимое редактирование отдельных частей рисунка;

5) обеспечивается высокая точность прорисовки (до 1000000 точек на дюйм);

6) все операции редактор выполняет достаточно быстро.

Недостатки векторной графики:

1) векторные изображения выглядят искусственно;

2) имеет место ограниченность в живописных средствах.

Применение. Программные средства для работы с векторной графикой предназначены, в первую очередь, для создания иллюстраций и в меньшей степени для их

обработки. Такие средства широко используют в компьютерной полиграфии, системе компьютерного проектирования, компьютерном дизайне, рекламных агентствах, редакциях и издательствах. Оформительские работы, основанные на применении шрифтов и простейших геометрических элементов, решаются средствами векторной графики достаточно просто. А вот создание художественных произведений, созданных средствами векторной графики – явление редкое, поскольку художественная подготовка иллюстраций в этом случае чрезвычайно сложна.

2.1.3 Трёхмерная графика

Трёхмерная графика (3D-графика) изучает приёмы и методы создания объёмных моделей объектов, которые максимально соответствуют реальным. Такие объёмные изображения можно вращать и рассматривать со всех сторон. Для создания объёмных изображений используют разные графические фигуры и гладкие поверхности. При помощи их сначала создаётся каркас объекта, потом его поверхность покрывают материалами, визуально похожими на реальные. После этого делают осветление, гравитацию, свойства атмосферы и другие параметры пространства, в котором находится объект. Для двигающихся объектов указывают траекторию движения, скорость.

Применение. Трёхмерная графика широко используется в инженерном программировании, компьютерном моделировании физических объектов и процессов, в мультипликации, кинематографии, в компьютерных играх.

2.1.4 Фрактальная графика

Фрактал – это рисунок, который состоит из подобных между собой элементов. Существует большое количество графических изображений, которые являются фракталами, например, треугольник Серпинского (рис. 2.1), снежинка Коха (рис. 2.2), «дракон» Хартера- Хейтуея, множество Мандельброта и пр.

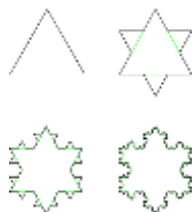


Рисунок 2.1 – Треугольник Серпинского Рисунок 2.2 – Снежинка Коха

Построение фрактального рисунка осуществляется по определенному алгоритму или путём автоматической генерации изображений при помощи вычислений по конкретным формулам. Изменения значений в алгоритмах или коэффициентов в формулах приводит к модификации этих изображений.

Например, алгоритм выдачи «Снежинки Коха». Единичный отрезок, разделить на три равные части и заменить средний интервал равносторонним треугольником без этого сегмента. В результате образуется ломаная, состоящая из четырех звеньев длины $1/3$. На следующем шаге повторить операцию для каждого

из четырёх получившихся звеньев и т. д.

Достоинства фрактальной графики. В файле фрактального изображения сохраняются только алгоритмы и формулы. Как результат

– размеры файлов относительно небольшие.

Программные средства для работы с фрактальной графикой предназначены для автоматической генерации изображений путем математических расчетов. Создание фрактальной художественной композиции состоит не в рисовании или оформлении, а в программировании.

Применение. Фрактальную графику редко применяют для создания печатных или электронных документов, но ее часто используют для создания развлекательных программ.

2.2 Устройства отображения их свойства

Устройства отображения изображений и сами изображениями в компьютерной графике характеризуются таким свойством, как

«разрешение». И именно с этим понятием обычно происходит больше всего путаницы, поскольку приходится иметь дело сразу с несколькими свойствами разных объектов.

Следует четко различать: *разрешение экрана, разрешение печатающего устройства и разрешение изображения.* Все эти понятия относятся к разным объектам. Друг с другом эти виды разрешения никак не связаны, пока не потребуется узнать, какой физический размер будет иметь картинка на экране монитора, отпечаток на бумаге или файл на жестком диске.

Разрешение экрана – это свойство компьютерной

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

Разрешение принтера – это свойство принтера, выражающее количество отдельных точек, которые могут быть напечатаны на участке единичной длины. Оно измеряется в единицах dpi (точки на дюйм) и определяет размер изображения при заданном качестве или, наоборот, качество изображения при заданном размере.

Разрешение изображения – это свойство самого изображения. Оно тоже измеряется в точках на дюйм – dpi и задается при создании изображения в графическом редакторе или с помощью сканера. Так, для просмотра изображения на экране достаточно, чтобы оно имело разрешение 72 dpi, а для печати на принтере – не меньше как 300 dpi. Значение разрешения изображения хранится в файле изображения.

Физический размер изображения определяет размер рисунка по вертикали (высота) и горизонтали (ширина) и может измеряться как в пикселях, так и в единицах длины (миллиметрах, сантиметрах, дюймах). Он задается при создании изображения и хранится вместе с файлом. Если изображение готовят для демонстрации на экране, то его ширину и высоту задают в пикселях, чтобы знать, какую часть экрана оно занимает. Если изображение готовят для печати, то его размер задают в единицах длины, чтобы знать, какую часть листа бумаги оно займет. Физический размер и разрешение изображения неразрывно связаны

друг с другом. При изменении разрешения автоматически меняется его физический размер.

2.3 Основы цветопередачи

2.3.1 Параметры цвета

При работе с цветом используются такие понятия как *глубина цвета* (его еще называют цветовое разрешение) и *цветовая модель*.

Для кодирования цвета пикселя изображения может быть выделено разное количество бит. От этого зависит то, сколько цветов на экране может отображаться одновременно. Чем больше длина двоичного кода цвета, тем больше цветов можно использовать в рисунке.

Глубина цвета. *Глубина цвета – это количество бит, которое используют для кодирования цвета одного пикселя.* Для кодирования двухцветного (черно-белого) изображения достаточно выделить по одному биту на представление цвета каждого пикселя. Выделение одного байта позволяет закодировать 256 различных цветовых оттенков. Два байта (16 битов) позволяют определить 65536 различных цветов. Этот режим называется High Color. Если для кодирования цвета используются три байта (24 бита), возможно одновременное отображение

16,5 млн цветов. Этот режим называется True Color. От глубины цвета зависит размер файла, в котором сохранено изображение.

Цвета в природе редко являются простыми. Большинство цветовых оттенков образуется смешением основных цветов.

Цветовая модель. *Цветовой моделью называется способ разделения цветового оттенка на составляющие*

компоненты. Существует много различных типов цветковых моделей, но в компьютерной графике, как правило, применяется не более трех. Эти модели известны под названиями: RGB, CMYK, HSB.

2.3.2 Цветовые модели

2.3.2.1 Модель RGB. Цветовая модель RGB –

наиболее простая для понимания и наиболее очевидная. В этой модели работают мониторы и бытовые телевизоры.

Любой цвет считается состоящим из трех основных компонентов: красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue) (рис. 2.3). Эти цвета называются основными. Считается также, что при наложении одного компонента на другой яркость суммарного цвета увеличивается. Совмещение трех компонентов дает нейтральный цвет (серый), который при большой яркости стремится к белому цвету. Это соответствует тому, что видим на экране монитора, поэтому данную модель применяют всегда, когда готовится изображение, предназначенное для воспроизведения на экране.

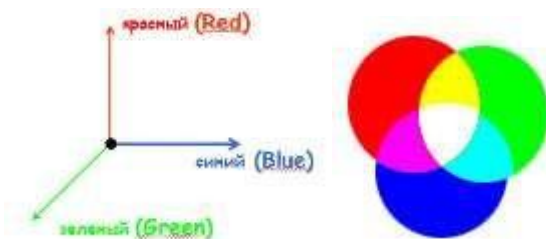


Рисунок 2.3 – Основные цветковые компоненты модели RGB

Если изображение проходит компьютерную обработку в графическом редакторе, то его тоже следует представить в модели RGB. Метод получения нового оттенка суммированием яркостей составляющих компонентов называют аддитивным методом. Он применяется всюду, где цветное изображение рассматривается в проходящем свете («на просвет»): в мониторах, слайд-проекторах и т.п. Нетрудно догадаться, что чем меньше яркость, тем темнее оттенок. Поэтому в аддитивной модели центральная точка, имеющая нулевые значения компонентов (0,0,0), имеет черный цвет (отсутствие свечения экрана монитора). Белому цвету соответствуют максимальные

значения составляющих (255, 255, 255).

Модель RGB является аддитивной, а ее компоненты: красный (255,0,0), зеленый (0,255,0) и синий (0,0,255) – называют основными цветами.

2.3.2.2 *Модель CMYK.* Эту цветовую модель используют для подготовки печатных изображений, а не экранных. Печатные изображения отличаются тем, что их видят не в проходящем, а в отраженном свете. Чем больше краски положено на бумагу, тем больше света она поглощает и меньше отражает. Совмещение трех основных красок поглощает почти весь падающий свет, и со стороны изображение выглядит почти черным. В отличие от модели RGB увеличение количества краски приводит не к увеличению визуальной яркости, а наоборот, к ее уменьшению. Именно поэтому цветовую модель CMYK получила название субтрактивной (вычитающей) модели.

Поэтому говорят, что для подготовки печатных изображений используется не аддитивная (суммирующая) модель, а субтрактивная (вычитающая) модель.

Цветовыми компонентами субтрактивной модели (рис. 2.4) являются не основные цвета, а те, которые получаются в результате вычитания основных цветов из белого:

- 1) голубой (Cyan) = белый – красный = зелёный + синий (0,255,255);
- 2) пурпурный (сиреневый) (Magenta) = белый – зелёный = красный + синий (255,0,255);
- 3) жёлтый (Yellow) = белый – синий = красный + зелёный (255,255,0).

Эти три цвета называются дополнительными, потому что они дополняют основные цвета до белого.



Рисунок 2.4 – Основные цветовые компоненты модели CMYK Существенную трудность в полиграфии представляет черный

цвет. Теоретически его можно получить совмещением трех основных или дополнительных красок, но на практике результат оказывается негодным. Поэтому в цветовую модель CMYK добавлен четвертый компонент – черный, а в название системы добавлена буква К от слова

«blacK».

В типографиях цветные изображения печатают в несколько приемов. Накладывая на бумагу по очереди голубой, пурпурный, желтый и черный отпечатки, получают полноцветную иллюстрацию. Поэтому готовое изображение, полученное на компьютере, перед печатью

разделяют на четыре
составляющих одноцветных

изображения. Этот процесс называется цветоделением. Современные графические редакторы имеют средства для выполнения этой операции. В отличие от модели RGB, центральная точка имеет белый цвет (отсутствие красителей на белой бумаге). К трем цветовым координатам добавлена четвертая – интенсивность черной краски. Ось черного цвета выглядит обособленной, но в этом есть смысл: при сложении цветных составляющих с черным цветом все равно получится черный цвет. Сложение цветов в модели CMYK каждый может проверить, взяв в руки голубой, сиреневый и желтый карандаши или фломастеры. Смесь голубого и желтого цветов на бумаге дает зеленый цвет, сиреневого с желтым – красный и т. д. При смешении всех трех цветов получается неопределенный темный цвет. Поэтому в этой модели черный цвет и понадобился дополнительно.

2.3.2.2 Модель HSB. Цветовая модель HSB наиболее удобна для человека. Она проста и интуитивно понятна. Лишь некоторые графические редакторы позволяют работать с этой цветовой моделью.

В модели HSB присутствуют три компонента: оттенок цвета (Hue), насыщенность цвета (Saturation) и яркость

цвета (Brightness) (рис. 2.5). Регулируя эти три компонента, можно получить столь же много произвольных цветов, как и при работе с другими моделями.



Рисунок 2.5 – Компоненты модели СМΥК

Оттенок цвета указывает номер цвета в спектральной палитре. *Насыщенность цвета* характеризует его интенсивность – чем она выше, тем «чище» цвет. *Яркость цвета* зависит от добавления чёрного цвета к данному – чем её больше, тем яркость цвета меньше.

Цветовая модель HSB удобна для применения в тех графических редакторах, которые ориентированы не на обработку готовых изображений, а на их создание своими руками. Существуют такие программы, которые позволяют имитировать различные инструменты художника (кисти, перья, фломастеры, карандаши), материалы красок (акварель, гуашь, масло, тушь, уголь, пастель) и материалы полотна (холст, картон, рисовая бумага и пр.). Создавая собственное художественное произведение, удобно работать в модели HSB, а по окончании работы его можно преобразовать в модель RGB или СМΥК, в зависимости от того, будет ли оно

использоваться как экранная или печатная иллюстрация. Значение цвета выбирается как вектор, выходящий из центра окружности. Точка в центре соответствует белому (нейтральному) цвету, а точки по периметру – чистым цветам.

Направление вектора определяет цветовой оттенок и задается в модели HSB в угловых градусах. Длина вектора определяет насыщенность цвета. Яркость цвета задают на отдельной оси, нулевая точка которой имеет черный цвет.

И так: модель RGB наиболее удобна для компьютера, модель CMYK – для типографий, а модель HSB наиболее удобна для человека.

Контрольные вопросы

1. На какие категории делят компьютерную графику по способам представления изображений?
2. Что является основным элементом растрового изображения?
3. Что является основным элементом в векторной графике?
4. Какую графику называют вычисляемой графикой?
5. В каких единицах измеряется разрешение экрана?
6. Что такое «глубина цвета»?
7. Что называется цветовой моделью?
8. Какие цветовые модели используются в компьютерной графике?
9. Какие основные цвета в цветовой модели RGB?
10. Для какой цветовой модели красный (Red), зеленый (Green) и синий (Blue) цвета являются

основными?

11. В каких единицах измеряется разрешение изображения ?
12. Какие цветовые компоненты в цветовой модели СМУК?
13. Где и в каких областях применяют растровую графику?
14. Где и в каких областях применяют векторную графику?
15. Какие достоинства векторной графики?
16. Сколько достаточно выделить памяти на предоставление цвета пикселя для кодирования двухцветного (черно-белого) изображения?
17. Сколько различных цветовых оттенков можно закодировать при выделении одного байта памяти?
18. Почему цветовую модель RGB называют аддитивной?
19. Какую цветовую модель называют субтрактивной и почему?
20. Какие недостатки растровой графики?
21. В каких единицах измеряется разрешение принтера?

3 ХРАНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

3.1 **Форматы графических файлов**

Любое графическое изображение сохраняется в файле.

Форматы графических файлов определяют способ размещения графических данных в файле, а также форму хранения информации. *Различают форматы файлов растровых изображений и векторных изображений.*

Форма хранения информации в файле определяет используемый алгоритм сжатия. Сжатие применяется для растровых графических файлов, так как они имеют обычно достаточно большой объем. При сжатии графических файлов алгоритм сжатия включается в формат графического файла.

Растровые изображения сохраняются в файле в виде прямоугольной таблицы, в каждой клеточке которой записан двоичный код цвета соответствующего пикселя. Такой файл хранит данные и о других свойствах графического изображения, а также алгоритме его сжатия.

Векторные изображения сохраняются в файле как перечень объектов и значений их свойств – координат, размеров, цветов и тому подобное.

Как растровых, так и векторных форматов графических файлов существует достаточно большое количество. Среди этого многообразия форматов нет того идеального, какой бы удовлетворял всем возможным требованиям. Выбор того или другого формата для сохранения изображения зависит от целей и задач работы с изображением. Если нужна фотографическая точность

воссоздания цветов, то преимущество отдают одному из растровых форматов.

Логотипы, схемы, элементы оформления целесообразно хранить в векторных форматах. Формат файла влияет на объем памяти, который занимает этот файл. Графические редакторы позволяют пользователю самостоятельно избирать формат сохранения изображения.

3.1.1 Форматы файлов растровой графики

Существует несколько десятков форматов файлов растровых изображений. У каждого из них есть свои позитивные качества, которые определяют целесообразность его использования при работе с теми или другими программами. Далее рассмотрены самые распространенные из них.

ВМР (англ. Bit map image – битовая карта изображения) – достаточно распространенный формат. Данный формат поддерживается практически всеми графическими редакторами растровой графики, в том числе редактором Paint. Используется в операционной системе Windows.

Основной недостаток формата ВМР – большой размер файлов из-за отсутствия их сжатия.

JPEG (JPG) (англ. Joint Photographic Expert Group – объединенная экспертная группа в отрасли фотографии) используют для хранения многоцветных изображений (цифровых и отсканированных фотографий). Компьютер обеспечивает воспроизведение более 16 млн различных цветов, тогда как человек способен различить не более сотни цветов и оттенков. В формате JPEG отбрасывается «избыточное» для человеческого восприятия разнообразие цветов соседних пикселей. Применение этого формата

позволяет сжимать файлы с большим коэффициентом (до 500 раз), однако приводит к необратимой потере информации (файлы не могут быть восстановлены в первоначальном виде), что значительно ухудшает качество изображения.

GIF (англ. Graphics Interchange Format – графический формат для обмена) – самый уплотнённый из графических форматов, не имеет потери данных и позволяет уменьшить размер файла в несколько раз. В этом формате сохраняются и передаются малоцветные изображения (до

256 оттенков), например, рисованные иллюстрации. Формат GIF позволяет сохранить такие эффекты, как прозрачность фона и анимацию изображения. Файлы в формате GIF могут содержать не одну, а несколько растровых картинок, которые показываются одна за другой с указанной в файле частотой, чем достигается иллюзия движения (GIF-анимация). GIF-формат также позволяет записывать изображение «через строку», благодаря чему, имея только часть файла, можно увидеть изображение полностью, но с меньшей разрешающей способностью.

Недостатком формата GIF является ограниченная палитра, в которой не может быть больше 256 цветов.

PNG (англ. Portable Network Graphic – мобильная сетевая графика) – формат графических файлов, аналогичный формату GIF, но который поддерживает намного больше цветов. В PNG-палитре до 16 миллионов цветов.

Для документов, которые передаются по сети Интернет, очень важным является незначительный размер файлов,

поскольку от него зависит скорость доступа к информации. Поэтому при подготовке Web- страниц используют типы графических форматов, которые имеют высокий коэффициент сжатия данных: .JPEG, .GIF, .PNG.

TIFF (англ. Tagged Image File Format – теговый (с пометками) формат файлов изображений) – специальный формат, применяется в полиграфии, где особенно высокие требования к качествам изображений. Он обеспечивает сжатие с достаточным коэффициентом и возможность хранить в файле дополнительные данные, которые на рисунке расположены во вспомогательных слоях и содержат аннотации и примечания к рисунку. Поддерживается всеми основными графическими редакторами и компьютерными платформами. Включает в себя алгоритм сжатия без потерь информации. Используется для обмена документами между различными программами. Рекомендуется для использования при работе с издательскими системами.

PSD (англ. PhotoShop Document) – это формат программы Photoshop, который позволяет записывать растровое изображение со многими слоями, дополнительными цветовыми каналами, масками, т.е. этот формат может сохранить всё, что создал пользователь видимое на мониторе.

3.1.2 Форматы векторных графических файлов

WMF (Windows MetaFile) – универсальный формат векторных графических файлов для Windows-приложений. Используется для хранения коллекции графических изображений Microsoft Clip Gallery.

EPS (Encapsulated PostScript) – формат векторных

графических файлов, поддерживается программами для различных операционных систем. Рекомендуется для печати и создания иллюстраций в настольных издательских системах.

CDR (CorelDRaw files) – оригинальный формат векторных графических файлов, используемый в системе обработки векторной графики CorelDraw.

Если планируется работа с графическим файлом только в одном данном приложении, целесообразно выбрать оригинальный формат. Если же предстоит передавать данные в другое приложение, другую среду или иному пользователю, стоит использовать универсальный формат.

Существуют универсальные форматы графических файлов, которые одновременно поддерживают и векторные, и растровые изображения.

3.1.3 Универсальные форматы графических файлов

PDF (англ. Portable Document Format – портативный формат документа) разработан для работы с пакетом программ Acrobat. В этом формате могут быть сохранены изображения и векторного, и растрового формата, текст с большим количеством шрифтов, гипертекстовые ссылки и даже настройки печатающего устройства. Размеры файлов достаточно малы. Он позволяет только просмотр файлов, редактирование изображений в этом формате невозможно.

EPS (англ. Encapsulated PostScript – инкапсулированный постскрипtum) – поддерживается программами для разных операционных систем. Рекомендуется для печати и создания иллюстраций в настольных издательских системах. Этот формат позволяет сохранить векторный контур, который будет ограничивать растровое

изображение.

3.2 Алгоритмы сжатия изображений

Существуют различные алгоритмы сжатия, причем для различных типов изображения целесообразно применять разные алгоритмы сжатия.

Для *сжатия рисунков* типа аппликации, содержащих большие области однотонной закрашки, наиболее эффективно применение алгоритма сжатия, который заменяет последовательность повторяющихся величин (пикселей одинакового цвета) на две величины (пиксель и количество его повторений). Такой алгоритм сжатия используется в графических файлах форматов BMP и РСХ.

Для рисунков типа *диаграммы* целесообразно применение другого метода сжатия, который использует поиск повторяющихся в рисунке «узоров». Такой алгоритм используется в графических файлах форматов TIFF и GIF и позволяет сжать файл в несколько раз.

Для сжатия *отсканированных фотографий и иллюстраций* используется алгоритм сжатия JPEG. Этот алгоритм использует тот факт, что человеческий глаз очень чувствителен к изменению яркости отдельных точек изображения, но гораздо хуже замечает изменение цвета. Действительно, при глубине цвета 24 бита компьютер обеспечивает воспроизведение более 16 млн различных цветов, тогда как человек вряд ли способен различить и тем более назвать более сотни цветов и оттенков.

Контрольные вопросы

1. Что определяют форматы графических файлов?

2. В каком виде сохраняются в файле растровые изображения?
3. В каком виде сохраняются в файле векторные изображения?
4. Приведите примеры форматов файлов растровой графики.
5. Приведите примеры форматов файлов векторной графики.
6. С какой целью применяют сжатие изображений?
7. Какие алгоритмы используются для сжатия рисунков, диаграмм, отсканированных фотографий и иллюстраций?
8. Какие форматы графических файлов можно отнести к универсальным?

4 ГРАФИЧЕСКИЕ РЕДАКТОРЫ

Для обработки изображений на компьютере используются специальные программы — *графические редакторы* — это программы для создания, редактирования и просмотра графических изображений.

Графические редакторы можно разделить на две категории: растровые и векторные.

4.1 Категории графических редакторов

Растровые графические редакторы. Растровый графический редактор — это специализированная программа, предназначенная для создания и обработки растровых изображений. Подобные программные продукты нашли широкое применение в работе художников-иллюстраторов, при подготовке изображений к печати типографским способом или на фотобумаге, публикации в интернете. Такие редакторы являются наилучшим средством обработки фотографий и рисунков, поскольку растровые изображения обеспечивают высокую точность передачи градаций цветов и полутонов.

Растровые графические редакторы позволяют сохранять изображения в различных растровых форматах, таких как, например, JPEG и TIFF (позволяют хранить растровую графику с незначительным снижением качества за счёт использования алгоритмов сжатия с потерями), PNG и GIF (поддерживают хорошее сжатие без потерь), BMP (представляет собой несжатое «попиксельное» описание изображения).

Среди растровых графических редакторов есть простые, например, стандартное приложение Paint, и мощные профессиональные графические системы, например Adobe Photoshop.

Векторные графические редакторы. Векторные графические редакторы позволяют создавать и редактировать векторные изображения непосредственно на экране компьютера и сохранять их в различных векторных форматах, например, CDR, AI, EPS, WMF или SVG. Векторные графические изображения являются оптимальным средством хранения высокоточных графических объектов (чертежи, схемы и пр.), для которых имеет значение сохранение четких и ясных контуров. С векторной графикой работают системы компьютерного черчения и автоматизированного проектирования (САПР), программы обработки трехмерной графики и др.

К векторным графическим редакторам относятся графический редактор, встроенный в текстовый редактор Word. Среди профессиональных векторных графических систем наиболее распространена CorelDRAW, Macromedia Flash MX.

Векторные редакторы часто противопоставляют растровым редакторам. В действительности их возможности часто дополняют друг друга. Последние версии растровых редакторов (таких, как GIMP или Photoshop) предоставляют пользователю и векторные инструменты (например, изменяемые кривые), а векторные редакторы (CorelDRAW, Adobe Illustrator, Xara Xtreme, Adobe Fireworks, Inkscape, SK1 и другие)

реализуют и растровые эффекты (например, заливку), хотя иногда и несколько ограниченные по сравнению с растровыми редакторами.

4.2 **Интерфейс графических редакторов**

Графические редакторы предоставляют возможность выбора инструментов для создания и редактирования графических изображений, объединяя их в *панели инструментов* (рис. 4.1).

Инструменты рисования объектов. Графические редакторы имеют набор инструментов для рисования простейших графических объектов: *прямой линии, кривой, прямоугольника, эллипса, многоугольника* и так далее. После выбора объекта на панели инструментов его можно нарисовать в любом месте окна редактора.

Например, для рисования линии необходимо выбрать на панели инструментов инструмент «Линия», переместить курсор на определенное место окна редактора и щелчком мыши зафиксировать точку, из которой должна начинаться линия. Затем следует перетащить линию в нужном направлении и, осуществив повторный щелчок, зафиксировать второй конец линии.

Такие инструменты имеются и в растровом, и в векторном графических редакторах, однако принципы работы с ними несколько различаются.



Рисунок 4.1 – Примеры панели инструментов графического редактора

В растровом графическом редакторе объект перестает существовать как самостоятельный элемент после окончания рисования и становится лишь группой пикселей на рисунке.

В векторном редакторе нарисованный объект продолжает сохранять свою индивидуальность и его можно масштабировать, перемещать по рисунку и так далее. В векторном редакторе существует группа инструментов группировки и разгруппировки объектов. Операция группировки объединяет несколько отдельных объектов в один, что позволяет производить в дальнейшем над ними общие операции (перемещать, удалять и так

далее). Можно и, наоборот, разбивать объект, состоящий из нескольких объектов, на самостоятельные объекты (разгруппировывать).

Выделяющие инструменты. В графических редакторах над элементами изображения возможны различные операции: копирование, перемещение, удаление, поворот, изменение размеров и так далее. Для того чтобы выполнить какую-либо операцию над объектом, его сначала необходимо выделить.

В растровом графическом редакторе для выделения объектов обычно имеются два инструмента: выделение прямоугольной области и выделение произвольной области. Процедура выделения производится аналогично процедуре рисования.

В векторном редакторе выделение объектов осуществляется с помощью инструмента выделения объекта (на панели инструментов изображается стрелкой). Для выделения объекта достаточно выбрать инструмент выделения и щелкнуть по любому объекту на рисунке.

Инструменты редактирования рисунка. Инструменты редактирования позволяют вносить в рисунок изменения: стирать части рисунка, изменять цвета и так далее.

В растровых графических редакторах для стирания изображения используется инструмент «Ластик», который стирает фрагменты изображения (пиксели), при этом размер Ластика можно менять.

В векторных редакторах редактирование изображения возможно только путем удаления объектов, входящих в изображение, целиком. Для этого сначала необходимо

выделить объект, а затем выполнить операцию «Вырезать».

Палитра цветов. Операцию изменения цвета можно осуществить с помощью меню Палитра, содержащего набор цветов, используемых при создании объектов. Различают основной цвет, которым рисуются контуры фигур, и цвет фона. В левой части палитры размещаются индикаторы основного цвета и цвета фона, которые отображают текущие установки (в данном случае установлен черный основной цвет и белый цвет фона). Для изменения основного цвета необходимо осуществить левый щелчок на выбранном цвете палитры, а для цвета фона – правый щелчок.

Текстовые инструменты. Текстовые инструменты позволяют добавлять в рисунок текст и осуществлять его форматирование. В векторных редакторах тоже можно создавать текстовые области, в которые можно вводить и форматировать текст. Кроме того, для ввода надписей к рисункам можно использовать так называемые выноски различных форм.

Масштабирующие инструменты. Возможности масштабирующих инструментов зависят от категории редакторов.

В растровых графических редакторах масштабирующие инструменты позволяют увеличивать или уменьшать масштаб представления объекта на экране, но не влияют при этом на его реальные размеры. Обычно такой инструмент называется «Лупа».

В векторных графических редакторах можно легко изменять реальные размеры объекта с помощью мыши.

4.4 Обзор имеющихся графических редакторов

Программы для работы с растровыми изображениями. В настоящее время имеется огромный набор программ для работы с растровыми изображениями, как платных, так и бесплатных.

PhotoScape – универсальный редактор изображений, позволяет просматривать изображения, редактировать графику, обрабатывать файлы в пакетном режиме и конвертировать RAW-файлы. Имеется множество всевозможных фильтров, которые можно применять, редактируя рисунки (эффект ветра, размытость, волны, гранулирование, эффект масла и т.д.).

The Gimp – программа для создания, сборки и редактирования изображений, например, для создания рисунков и логотипов, изменения размера фотографий, манипуляций с цветами изображения, комбинирования изображений с использованием слоев, удаления элементов изображения, конвертации между разными типами графических файлов.

Photo! Editor – многофункциональный редактор для работы с растровыми картинками и цифровыми фотографиями.

Picasa – программное обеспечение, с помощью которого можно упорядочивать, редактировать, печатать и записывать на CD или DVD фотографии и рисунки. Позволяет создавать слайд-шоу и презентации, коллажи и фильмы из фотографий и обмениваться ими через электронную почту или веб-страницы. При запуске программы она автоматически сортирует найденные на

компьютере фотографии и организует их в альбомы, упорядоченные по дате и имени.

Paint.NET – растровый графический редактор для Windows NT.

PhotoFiltre – удобный и быстрый графический редактор с множеством инструментов для редактирования.

Artweaver – графический редактор с широким набором художественных эффектов и стандартных инструментов.

Программы для работы с векторными изображениями. Программы для работы с векторными изображениями по их назначению делятся на две группы: для типографских работ и для выполнения чертежных работ.

Для работы с изображениями можно выделить такие:

Inkscape — мощный редактор для создания иллюстраций в формате векторной графики.

Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand и Corel Draw, 3-D Max – используются для обработки векторных изображений.

Чертежные программы. Чертежные программы для компьютеров называют системами автоматизированного проектирования (САПР). Они позволяют быстро подготовить чертежи и вывести их при помощи плоттера на бумагу.

AutoCAD (Автокад). Самая популярная инженерная программа. Она немного сложна для освоения, но имеет ряд возможностей для автоматизации черчения в деятельности проектировщика. В ней очень быстро можно произвести любые исправления. Кроме этого, автокад имеет в своем функционале автоматическое построение

геометрических фигур за короткое время. Также автокад дает возможность быстро проставить на готовых чертежах размеры. Кроме того, можно создавать 3D-детали. Он позволяет строить модели любой сложности.

Компас. Многие пользователи инженерных программ считают компас самой лучшей. Компас имеет очень простой функционал и легко поддается обучению. Исправить размер или линию в компасе просто. Все меню читаемо и понятно. Кроме этого, при помощи компаса можно изготавливать 3D-детали, что делает эту инженерную программу более ценной.

Тефлекс, проженер, солидворкс – достаточно сложные в обучении и имеют несколько минусов при изготовлении чертежей. В них очень сложно править чертежи, многие не имеют возможности простановки размеров и элементов по ГОСТу, но все позволяют изготавливать сложные детали и сборки в 3D. При помощи этих инженерных программ легко можно делать мультимедийные видеоролики принципов работы изделий и их ремонта. Все они работают с программами электронного документооборота, которые позволяют в большей степени уйти от бумажных чертежей и запускать производство на основе 3D-моделей.

Для определенного применения выбрать программу придется лично. Все зависит от того, что хотят от нее получить. Если планируется чертить 2D чертежи, то следует выбирать между автокадом и компасом, если нужно изготавливать 3D детали, то выбирать лучше между тефлексом, проженером и солидворксом. Все инженерные программы по-своему хороши.

Следует также сказать и о программах, которые ориентированы на разработку *электронных схем*.

s Plan 4.0 – программа, которая позволяет чертить электронные схемы. К достоинствам данной программы относится русский интерфейс, удобство работы, возможность экспорта в формат .bmp и небольшой размер. Это программа предназначена для радиолюбителей. *PCAD 4.5* – (разработчик «Personal CAD Systems, Inc») Полностью бесплатная. PCAD работала еще в среде ОС MS DOS, предназначена для автоматического проектирования электрических схем и печатных плат.

FrontDesigner 3.0 – программа для рисования лицевых панелей корпусов устройств. Она очень проста в обращении и очень удобна. В дистрибутиве с программой имеются шаблоны различных надписей и отверстий, с помощью которых простым перетаскиванием мышкой можно создавать большие панели, не рисуя каждый раз одну и ту же деталь. Библиотеку шаблонов можно пополнять своими шаблонами.

Следует указать и другие, не менее интересные программы.

Microsoft Office Visio. В программе можно создавать диаграммы. Затем можно легко добавить цветовые темы, фон и заголовки на диаграммы, такие как блок-схемы бизнес-процесса, временные диаграммы, организационные схемы, планы зданий, сводные диаграммы, а также схемы сетей, баз данных и коммуникаций.

Avtoshema. Построитель блок-схем программ по исходному коду программы.

MapInfo. Профессиональная программа настольной картографии. Обладает простыми в использовании средствами для географического анализа данных, создания тематических карт, включения графических объектов в другие приложения, а также многими другими полезными операциями.

Контрольные вопросы

1. Какие программы называются графическими редакторами?
2. На какие категории делят графические редакторы?
3. Какие графические редакторы называются «растровыми»?
4. Что такое «графические примитивы» в графических редакторах?
5. Какое назначение текстовых инструментов в редакторах?
6. Какие графические редакторы называют «векторными»?
7. Какие операции позволяют выполнять инструменты редактирования рисунка?
8. Каково назначение основного цвета в палитре цветов графических редакторов?
9. Приведите примеры чертежных программ.
10. Приведите примеры программ для работы с векторными изображениями.
11. Каково назначение операции группировки в векторном редакторе?
12. Как стереть изображение в растровых

графических редакторах?

13. Для чего применяются выделяющие инструменты в графических редакторах?

5 ГРАФИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР AutoCAD

5.1 Назначение

AutoCAD (Automated Computer Aided Drawing and Desing –

«Автоматическое черчение и проектирование с помощью ЭВМ») – современная САПР для автоматизации чертежных работ, позволяющая синтезировать, редактировать, хранить и получать копии графических документов любой сложности на бумаге или в электронном виде. В настоящее время существует несколько версий системы AutoCAD: 1.0, ...,14. Версия системы и характеристики технических средств определяют возможности системы. При изучении за основу взята версия AutoCAD R14. Для простоты освоения используется локализованная российская версия.

AutoCAD позволяет создавать:

- чертежи и схемы в машиностроении, электронике, химии и др.;
- чертежи в архитектуре и строительстве (планирование помещений, проектирование интерьера и т. д.);
- технологические схемы;
- графики и диаграммы;
- художественные рисунки.

5.2 Концепция и терминология пакета

Чертеж в системе AutoCAD – это файл с информацией, которая описывает графическое изображение. Он может быть любого заданного размера, в нем могут быть заданы

любые единицы измерения.

Координаты. Используется мировая система координат и несколько пользовательских систем. Для определения местоположения точек на чертеже используется декартова система координат. Любая точка на чертеже может определяться парой координат X и Y вида (x, y) . Ось Z направлена перпендикулярно экрану. Точка $(0,0)$ обычно располагается в нижнем левом углу чертежа). При этом точки могут быть заданы с использованием различных систем координат (абсолютных: декартовых, полярных, сферических, цилиндрических; относительных: декартовых и полярных).

Единицы измерения чертежа. В качестве единицы измерения может быть принята любая единица. Это могут быть метры, миллиметры, дюймы и т.д. Можно указывать масштабный коэффициент, чтобы каждая единица отражала в точности тот размер, который требуется.

В системе AutoCAD чертеж строится в прямоугольной области.

Пределы чертежа – это и есть границы такого прямоугольника, представленные в виде координат чертежа. Расстояние между двумя точками оценивается в единицах. Так, проведенная между точками с координатами $(1,1)$ и $(1,2)$ линия имеет длину в одну единицу.

Объекты в пределах чертежа. Объекты в пределах чертежа могут быть простыми или сложными (составными). Обеспечена возможность построения сложного объекта из простых, а затем манипулирования этим сложным объектом как некоторым единичным.

Кроме этого, можно распределять различные фрагменты чертежа по различным **уровням**.

Графические примитивы представляют собой заранее определенные элементы, которые можно поместить в чертеж при помощи одной команды. Примитив представляет собой такой графический элемент, как линия, окружность, текстовая строка и т.д. Система AutoCAD для построения чертежей предоставляет в распоряжение пользователя набор графических примитивов.

Формы – это небольшие объекты, которые можно определять за пределами системы AutoCAD и вставлять в чертеж в заданную точку, с заданным углом и с заданным масштабом.

Блоки представляют собой составные объекты, сформированные из групп других объектов.

Уровни, цвета и типы линий. Различные фрагменты чертежа можно распределить по различным уровням, рисовать различным цветом и различным типом линий.

Можно задавать любое количество уровней. К примеру, файл чертежа может содержать на одном уровне этажный план здания, на другом уровне – схему электропроводки, а на третьем уровне – водопроводные коммуникации.

С каждым уровнем чертежа связываются цвет и тип
линий. **Цвет**

представляет собой число от 1 до 255,
соответственно которому

выбирается реальный цвет, который должны иметь выводимые на экран графического монитора элементы чертежа.

5.3 Порядок работы с системой AutoCAD

AutoCAD R14 (в дальнейшем AutoCAD) может быть установлен практически на любом современном ПК модели IBM PC.

5.3.1 Вход в систему AutoCAD

Загрузка предварительно настроенной системы может осуществляться несколькими способами:

- с помощью расположенной на рабочем столе монитора пиктограммы (при этом необходимо подвести к ней мышь и дважды щелкнуть левой кнопкой мыши);
- с помощью пиктограммы, расположенной на панели быстрого запуска (необходимо подвести к ней мышь и щелкнуть левой кнопкой);
- с помощью кнопки Пуск Windows, для чего перемещаться по пути *Пуск/Программы/ AutoCAD R14/ AutoCAD R14*.

После загрузки программы на экране дисплея появляется главное меню системы AutoCAD. Система меню отображается на экране и может быть различной в зависимости от версии. На рис. 5.1 показан общий вид окна системы **AutoCAD**, появляющегося на экране после запуска программы, и отмечены его главные части.

Окно системы AutoCAD состоит из следующих частей:

- 1) строка заголовка окна с указанием имени редактируемого чертежа (файла). Слева расположен значок управляющего меню окна AutoCAD, а справа –

кнопки *свертывания, восстановления и закрытия* окна;

2) строка главного иерархического меню, которая содержит все команды системы AutoCAD;

3) стандартная панель инструментов, где продублированы наиболее часто используемые команды меню;

4) строка свойств объектов (необязательно); здесь указаны основные параметры рисования – список слоев, цвет объектов, тип линии и другие;

5) панель инструментов (их наличие необязательно, определяется пользователем, они устанавливаются командой

Вид / Панель инструментов); здесь сосредоточены кнопки командрисования, редактирования, проставления размеров и другие;

- 6) курсор мыши для отображения текущей позиции на чертеже;
- 7) поле интерактивного графического редактора;
- 8) информационное поле, где приведен список выполненных команд в хронологическом порядке;
- 9) командная строка, где задаются с клавиатуры команды и параметры;
- 10) статусная строка, в левом углу которой отображаются текущие координаты мыши в относительных единицах.

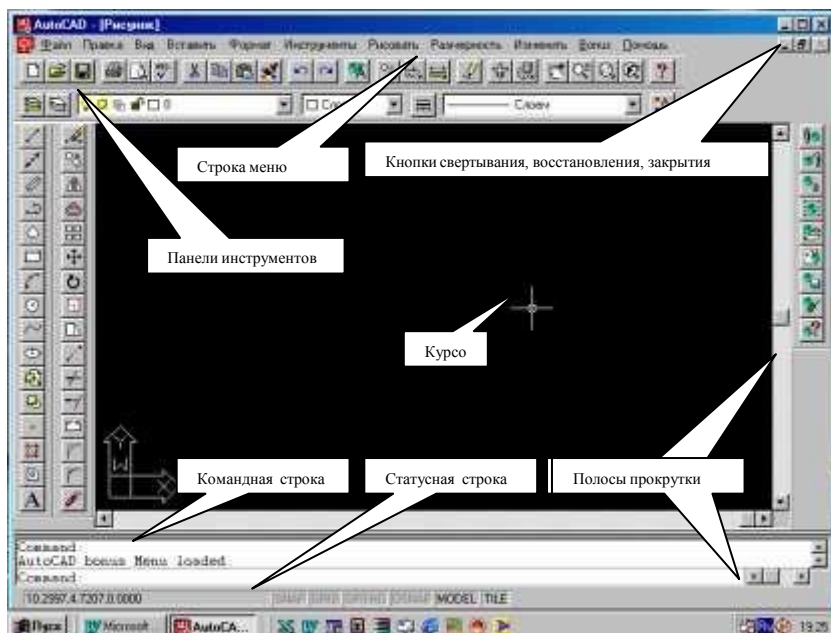


Рисунок 5.1 – Общий вид окна AutoCAD

5.3.2 *Выход из системы AutoCAD*

Есть несколько способов завершения работы с системой AutoCAD:

- 1) выбрать команду **Файл / Выход**;
- 2) щелкнуть по значку управляющего меню, расположенному в левом конце строки заголовка **AutoCAD**, и из появившегося меню выбрать команду **Заккрыть**;
- 3) щелкнуть правой кнопкой мыши по строке заголовка окна AutoCAD или панели задач и из появившегося меню выбрать команду **Заккрыть**;
- 4) нажать [Alt+F4] (нажать одновременно клавиши Alt и F4).

При выходе из AutoCAD с помощью одного из этих способов, AutoCAD проверит все открытые документы и шаблоны. Если будут обнаружены не сохраненные изменения, AutoCAD предложит их сохранить.

5.3.3 *Открытие и сохранение документа*

Открытие документа. Возвращение к документу, над которым когда-то уже работали, осуществляется с помощью операции, называемой «открытие документа». Чтобы открыть документ, нужно выполнить следующее:

- 1) щелкнуть по кнопке **Открыть** на стандартной панели инструментов. AutoCAD выведет на экран окно **Выбрать файл**;
- 2) если документ, который нужно открыть, отсутствует в списке, необходимо указать диск или папку,

в которой он хранится.

3) выполнить двойной щелчок мыши на значке того документа, с которым планируется работа;

4) если с этим документом недавно работали, его имя будет присутствовать в нижней части меню **Файл**. Чтобы открыть такой документ, достаточно щелкнуть по его имени в меню. При этом документ будет загружен в интерактивный редактор чертежей.


Интерактивный редактор чертежей для чертежа то же, что редактор текстов для текстового документа. Редактор чертежей отображает на экране дисплея чертеж и предоставляет в распоряжение пользователя команды для создания, модификации, просмотра чертежей и их выдачи.

Сохранение документа.

Перед сохранением большого документа можно посмотреть его в деталях, используя команду **Вид издали**, для чего необходимо выбрать кнопку на панели инструментов. При этом, используя кнопки открывшегося диалогового окна, можно передвигать изображение по экрану, рассматривая интересующие его детали в увеличенном виде.

Детали большого документа можно посмотреть с помощью команды **Вид/Панорама /Реальное время**.

Фрагмент маленького рисунка можно увеличить, используя команду **Окно увеличения**. Для этого необходимо:

1) курсор подвести к кнопке  и, удерживая его, сместить на эту же кнопку;

2) с помощью появившейся рамки выделить

необходимый фрагмент документа и щелкнуть левой кнопкой мыши. Фрагмент займет все окно.

С помощью команды **Предыдущее увеличение** можно восстановить предыдущий масштаб.

Для сохранения документа необходимо:

1) щелкнуть по кнопке **Сохранить** на стандартной панели инструментов. AutoCAD выведет на экран диалоговое окно **Save Drawing As** (Сохранить чертеж как);

2) выбрать диск или папку на диске, в которой нужно сохранить документ. Если необходимо создать новую папку для хранения документа, нажать кнопку **Создание новой папки** на диалоговом окне сохранения документа;

3) ввести имя документа (либо принять имя, предложенное AutoCAD) и щелкнуть по кнопке **Сохранить**. При этом расширение вводить не надо, оно будет добавлено автоматически. Это расширение

.dwt (DraWinG – рисунок) позволяет всем программам знать, что этот файл является документом, созданным в AutoCAD.

Однажды сохранив работу, можно щелкать по кнопке **Сохранить** на стандартной панели инструментов и сохранять таким образом документ повторно без необходимости указывать его имя.

Получение твердой копии. С помощью команд **Файл/Печать** можно получить «твердую копию» чертежа на принтере с графическими возможностями (запустить файл graphics.com).

5.4 Настройка системы AutoCAD

Управление системой и выполнение операций рисования выполняется путем ввода команд. Существует несколько способов ввода команд:

- 1) с помощью систем меню (главного, экранного) путем выбора соответствующих пунктов с помощью мыши;
- 2) с помощью системы панелей инструментов путем активизации соответствующих кнопок;
- 3) с помощью командной строки путем набора команд на клавиатуре.

Первые два способа являются более предпочтительными, но некоторые команды вводятся в интерактивном режиме и требуют задания дополнительных параметров (опций) путем ввода их с помощью мыши или клавиатуры, или только клавиатуры. Значения параметров, выделенных в команде угловыми скобками (<>), принимаются по умолчанию. Отменить выполняемую команду можно с помощью клавиши **Esc**.

Перед началом работы необходимо произвести предварительную настройку системы, которая определяется характером создаваемого документа.

AutoCAD имеет удобные панели инструментов, позволяющие быстро выполнять команды. Рисунки на кнопках панелей инструментов символически представляют действия, производимые соответствующей командой. При активизации кнопки появляется всплывающая подсказка с названием этой кнопки.

Чтобы включить или выключить панели инструментов с

помощью команды **Вид/ Панели**, нужно выполнить следующее:

- 1) выполнить команду **Вид/ Панели**. При этом появится диалоговое окно **Панели**, показанное на рис.5.2;
- 2) в диалоговом окне установить флажки, соответствующие тем панелям инструментов, которые требуется включить. Чтобы «установить флажок», достаточно щелкнуть по нему мышью. AutoCAD поставит галочку, означающую, что панель активизирована;
- 3) сбросить флажки, соответствующие тем панелям инструментов, которые нужно убрать с экрана.

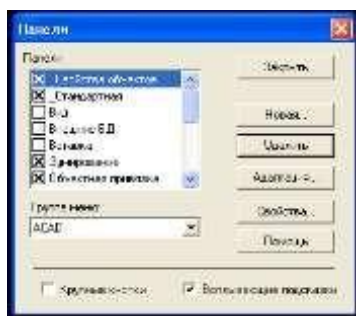


Рисунок 5.2 – Контекстное меню панели инструментов

Включать и выключать панели инструментов можно также с помощью контекстного меню:

- 1) щелкнуть правой кнопкой мыши по любой из панелей инструментов. Появится контекстное меню **Панель инструментов**;
- 2) чтобы включить или выключить одну из панелей инструментов, нужно щелкнуть по имени этой панели в

контекстном меню (любой кнопкой мыши).

Выбор единиц измерения на создаваемом чертеже. В системе AutoCAD расстояние между точками на рисунке измеряется в относительных (условных) единицах. Так, проведенная между точками с координатами (1,1) и (1,2) линия имеет длину в одну единицу. В качестве единицы измерения в чертеже может быть принята любая единица измерения длины (мм, см, дм, м, км и т.д.).

Выбор границ области черчения. Пределы чертежа – это его границы. **Масштаб** позволяет увеличивать или сжимать чертеж. Желательно, если это возможно, чтобы созданный документ помещался на формате А4 (210x297) при этом единицы могут быть различными.

Команда **Limits** задает границы чертежа, в пределах которого видна координатная сетка. Вначале задается левый нижний угол (рис. 5.3 слева). Затем задается правый верхний угол (рис. 5.3 справа).

```
Reset Model space limits: Upper right corner <420.0000,297.0000>: 210,297
ON/OFF/⟨Lower left corner> <0.0000,0.0000>:
Upper right corner <420.0000,297.0000>: Command: |
```

Рисунок 5.3 – Пример задания левого нижнего и правого верхнего угла

Команда **Grid** задает координатную сетку и ее шаг. Для электронных схем рекомендуется шаг 5 мм (рис. 5.4). Сетку можно вкл/выкл двойным нажатием на соответствующую кнопку в строке статуса.

Команда **Snap** осуществляет привязку объектов к узлам координатной сетки (рис. 5.5). При этом параметр шага равен шагу сетки 5 мм.

Command: Grid
Grid spacing (X) or ON/OFF/Step/Aspect <10.0000>: 5

Command: Snap
Snap spacing or ON/OFF/Aspect/Rotate/Style <5.0000>: 5

Рисунок 5.4 – Пример задания привязки координатной сетки и ее шага к узлам сетки

Рисунок 5.5 – Пример привязки объектов к узлам сетки

Привязку объектов вкл/выкл можно выполнить двойным нажатием на соответствующую кнопку в строке статуса.

Эти процедуры можно выполнить, используя команду **Сервис/Режимы рисования**. При этом появится окно (рис. 5.6), в котором можно установить сетку и ее шаг, привязку объектов и другие режимы.



Рисунок 5.6 – Окно Режимы рисования

Панорамирование дает возможность просматривать различные фрагменты чертежа без изменения его размеров, позволяет перемещать окно на экране дисплея вдоль всего чертежа, а изменение масштаба изображения

позволяет показывать в таком окне большие и очень малые фрагменты чертежа. *Экстенты* – границы текущего изображения.

Команды масштабирования – уменьшение/увеличение размеров объектов их представления в рабочем окне.

1) ***Вид/Показать/В реальном времени*** – изменение масштаба чертежа с помощью мыши;

2) ***Вид/Показать/Предыдущий*** – восстановление предыдущего (перед последним изменением) масштаба;

3) ***Вид/Показать/Рамка*** – указание с помощью мыши прямоугольного окна; чертеж масштабируется таким образом, чтобы указанное окно было «распахнуто» до границ рабочего окна;

4) ***Вид/Показать/Увеличить*** – увеличение чертежа с фиксированным шагом;

5) ***Вид/Показать/Уменьшить*** – уменьшение чертежа с фиксированным шагом;

6) ***Вид/Показать/Все*** – приведение чертежа к такому масштабу, при котором он полностью виден в рабочем окне.

Команды панорамирования. Под панорамированием понимается перемещение чертежа относительно границ рабочего окна.

1) ***Вид/Панорамировать/В реальном времени*** – перемещение чертежа с помощью мыши;

2) ***Вид/Панорамировать/Точка*** – точное позиционирование чертежа. Сначала указываются (с помощью мыши или в командной строке) координаты

точки, которую нужно переместить, затем координаты точки, в которую нужно переместить исходную точку.

3) **Вид/Панорамировать/Вверх** – перемещение чертежа вверх;

4) **Вид/Панорамировать/Вниз** – перемещение чертежа вниз;

5) **Вид/Панорамировать/Влево** – перемещение чертежа влево;

6) **Вид/Панорамировать/Вправо** – перемещение чертежа вправо.

5.5 Команды построения графических примитивов

5.5.1 Графические примитивы

Графические примитивы – это заранее определенные элементы, которые можно поместить в чертеж при помощи одной команды.

Каждый графический примитив формируется на основании геометрического описания объекта. Большинство команд обрисовки базовых примитивов собраны в подменю Рисовать.

Примитивы (табл. 5.1) можно классифицировать:

- на односложные и составные;
- на плоские и объемные (3D).

Таблица 5.1 – Графические примитивы

Имя примитивы	Команда
Точка	_Point

Линия (Отрезок)	_Line
Луч	_Ray
Линия конструкции (Прямая)	_Xline
Фигура	_Solid
Полоса	Trace
Дуга	_Arc
Круг	_Circle
Полилиния	_Pline
Прямоугольник	_Rectang
Полигон (Многоугольник)	_Polygon
Овал(Кольцо)	_Donut
Эллипс	_Ellips
Эскиз	Sketch
Сплайн	_Spline
Мультилиния	_Mline
3DПолилиния	3DPoly
Ящик	Box
Клин	Wedge
Конус (Дубль)	Cone
Цилиндр	Cylinder
Шар	Sphere
Тор	Torus

Каждый примитив формируется своей командой, чаще всего совпадающей по имени с примитивом. Для некоторых примитивов предлагается несколько способов их построения по различным исходным данным.

Например, окружность можно построить по центру и радиусу, по центру и диаметру, по трем точкам на плоскости и т.д. Каждый примитив обладает рядом свойств (например, принадлежность слою, цвет, видимость, тип линии и т.д.). Некоторые команды требуют ввода дополнительных опций в командную строку.

Свойства примитивов. Примитивы имеют следующие свойства:

- цвет (color), тип линий (linetype);
- масштаб типа линий;
- принадлежность слою;
- уровень и высота (elevation).

Операции над примитивами. Над примитивами можно выполнять следующие операции: создать, удалить, установить свойства, получить копию, переместить, повернуть, отобразить зеркально, масштабировать, штриховать, закрасить и др.

5.5.2 Команды построения графических примитивов

Односложные графические примитивы. Графический примитив может быть отрисован следующими способами:

1) с помощью команд, вводимых из пункта строки меню

Рисовать системы AutoCAD;

2) с помощью пиктограмм панели инструментов, выбирая необходимую из них щелканьем левой кнопки мыши;

3) с помощью ввода команд из командной строки.

Точка (Point) – это один из простейших примитивов системы AutoCAD, который характеризуется тремя

пространственными координатами X,Y и Z , а также атрибутами: принадлежность слою, цвет и высота.

Для помещения точки на чертеже следует ввести команду **Рисование/Точка/Одиночная** либо выбрать с помощью мыши соответствующую пиктограмму на панели инструментов. При этом с помощью мыши курсора задаются координаты точки, которые фиксируются в строке состояния.

В целях фиксации объектов точки могут выполнять функции

«узлов». На экране точки можно изображать 20-тью различными знаками, каждому из которых соответствует определенный числовой код (0-4, 32-36, 64-68, 96-100). Стиль точки задается с помощью команд **Рисование/Точка/Несколько** и далее **Формат/Отображение точек** при этом появляется меню как на рис. 5.8.



Рисунок 5.7 – Стиль точки

В таблице 5.2 приведены числовые коды точки. Таблица 5.2 – Коды точек

Числовой код точки	Изображение точки	Описание
0	□	точка в указанном месте
1		ничего
2	□	прямой крест
3	□	косой крест
4	1	вертикальная линия

Если к данному коду добавить:

32 – рисуется окружность вокруг точки; 64 – рисуется квадрат вокруг точки;

96 – рисуется окружность и квадрат вокруг точки.

Цвет можно задать с помощью команды **Формат/Цвет**.

Луч (Ray) – это отрезок, один из концов которого находится в бесконечности. Этот примитив в системе AutoCAD рисуется командой **Рисование/Луч** с помощью двух точек, первая задает начало луча, вторая – его направление. При этом можно задать его атрибуты.

Команда рисования луча:

Command: *_ray*

From point: (Из точки:)

Through point: (Сквозь точку:)

Координаты точек можно ввести с клавиатуры либо с помощью мыши. При этом получается изображение как на рис. 5.7.

При обрисовке примитивов можно задать цвет рисования и для некоторых (линия, луч, отрезок и др.) можно задать тип линии.

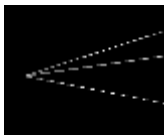


Рисунок 5.7 – Рисование луча

Отрезок (Line) – это часть прямой линии, задаваемая двумя крайними точками с нулевой шириной (1 пиксель). Линия является наиболее фундаментальным примитивом для любого чертежа (рис. 5.8). Для его обрисовки вводится команда

Рисование/Линия. Линию, как любой другой примитив можно нарисовать путем выбора с помощью мыши соответствующей пиктограммы на панели инструментов.



Рисунок 5.8 – Рисование линии

Команда рисования линии:

Command: *_line From point:*

To point:

Мультилиния (Mline) – это двумерная ломаная линия, состоящая из нескольких параллельных отрезков (от 1 до 16) (рис. 5.9), каждый из которых может иметь свои атрибуты.

Этот примитив в системе AutoCAD рисуется командой меню **Рисование/ Мультилиния**, и далее может быть задан стиль линии **Формат/Стили мультилиний** задаются командой, вводимой из командной строки:

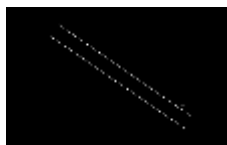


Рисунок 5.9 – Мультилиния

Command: *Justification\Scale\Style\<From point>* –
указываются

координаты первой точки;

J – установка режима выравнивания;

S – установка масштаба (ширины) мультилинии;

ST – выбор стиля мультилинии,

Command: *To point* – указываются координаты точек.

Прямая (Xline) – это линия с концами, уходящими в бесконечность.

Этот примитив в системе AutoCAD рисуется командой **Рисование/Прямая**, и далее может быть задан стиль линии **Формат/Типы линий** (см. рис. 5.10).



Рисунок 5.10 – Прямая

Полигон (Polygon) – это многоугольник, который рисуется с помощью команды **Рисование/Многоугольник** (рис. 5.11).

Для ее выполнения необходимо задать опции:

– количество углов от 3 до 1024;

- координаты центра (можно курсором);
- вписанный или описанный в окружность (I/C).

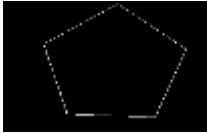


Рисунок 5.11 – Полигон

Прямоугольник (Rectangle) – рисуется с помощью:

- команды *Рисование/Прямоугольник*;
- пиктограммы;
- команды *rectangle*, вводимой из командной строки.

Формат команды *rectangle*, вводимой из командной строки.

Command: *_rectang*

Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width/<First corner>: указываются координаты угловой точки прямоугольника;

Point or option keyword required.

Опции: *C* – указать размер скоса углов прямоугольника (фаска);

F – указать радиус скругления углов;

T – указать толщину линий;

W – указать тип линий.

Например, выполнение нижеприведенной команды рисует прямоугольник (рис. 5.14).

Command: `_rectang`

Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width/<First corner>: c

First chamfer distance for rectangles <2.0000>: 10

Second chamfer distance for rectangles <2.0000>: 10

Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width/<First corner>: e

Elevation for rectangles <0.0000>: 40

Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width/<First corner>: f

Fillet radius for rectangles <10.0000>: 5

Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width/<First corner>:

Other corner: указываются координаты противоположной точки прямоугольника.



Рисунок 5.12 – Прямоугольник с опциями

Дуга (Arc) – это часть окружности, которая геометрически

определяется центром, радиусом и двумя центральными углами. Существует более 10 способов построения дуги. При выполнении команды в диалоге (рис. 5.13) предлагается выбрать способ построения из экранного меню, один из способов предлагается по умолчанию (3-точки) (рис. 5.14).

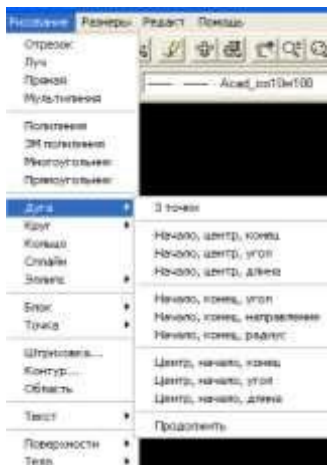


Рисунок 5.13 – Диалоговое окно Рисунок 5.14 – Дуга

Круг (Circle) – это часть плоскости, ограниченная окружностью. Для построения круга используется команда **Circle**. При этом может быть использовано шесть способов построения (см. рис. 5.15). Выполнение команды, приведенной ниже, рисует круг (рис. 5.16).

Command: *_circle 3P/2P/TTR/<Center point>: 100,100 Diameter/<Radius>: 100*

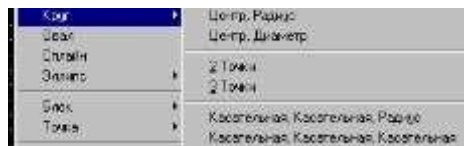


Рисунок 5.15 – Диалоговое окно Рисунок 5.16 – Круг

Эллипс (Ellipse) рисуется с помощью:

- команды *Рисование/ Эллипс* (рис. 5.17);
- пиктограммы;
- команды *ellipse*, вводимой из командной строки.



Рисунок 5.17 – Примеры эллипсов

Эллипс в зависимости от выбранных опций в команде можно построить четырьмя способами:

- по центру и двум полуосям;
- по оси и полуоси;
- по оси и углу поворота воображаемого круга относительно оси построений;
- по центру, длине полуоси и углу поворота воображаемого круга относительно оси построений.

Выполнение команды, приведенной ниже, рисует эллипс (рис. 5.17).

Command: *_ellipse Arc/Center/<Axis endpoint 1>: c*
Center of ellipse: 100,100
Axis endpoint: 100
<Other axis distance>/Rotation: 45

Полилиния (Pline) – это ломаная линия. Этот примитив в AutoCAD рисуется командой ***Рисование/Полилиния*** и далее может быть задан стиль линии ***Формат/Типы линии*** (рис. 5.18).

Command: *_pline From point:*
Current line-width is 0.0000 (Текущая ширина линии)
Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>:

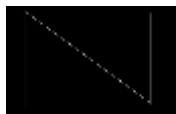


Рисунок 5.18 – Полилиния

Опции команды:

Arc (Дуга) A – переход в режим рисования дуг; **Close (Замкни) C** – Замкнуть полилинию;

Halfwidth (Полуширина) H – Полуширина текущего сегмента; **Length (Длина) L** – Длина последующего сегмента;

Undo (Отмени) U – отмена последнего сегмента; **Width (Ширина) W** – ширина последующего отрезка;

<Endpoint of line>: <Конечная точка линии>

Кольцо (Donut). С помощью команды *_donut*, введенной из командной строки, можно построить кольцо (рис. 5.19).

Пример команды *donut*:

Command: *_donut*

Inside diameter <10.0000>: Second point: Outside diameter <20.0000>: Second point



Рисунок 5.19– Кольцо *Center of doughnut*:

Сплайн (Spline). С помощью команды *_spline* можно рисовать эскизные линии или линии, выполненные как бы от руки (реки на картах и т.д.) (рис. 5.20). Перед использованием команды необходимо отключить режимы ORTO (клавиша F8) и шаг (клавиша F9).

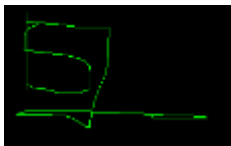



Рисунок 5.20 – Сплайн

Штриховка. Штриховка замкнутых областей выполняется с помощью команды *Рисование/Штриховка* либо клавиши  панели инструментов. При этом в открывшемся диалоговом окне (рис. 5.21)

необходимо задать шаблон штриховки (клавишей Шаблон), масштаб, угол поворота штриховых линий, выбрать точки (левой и правой кнопками мыши внутри

замкнутой области штрихуемого объекта). Во вновь открывшемся диалоговом окне щелкнуть по клавише **Применить**.

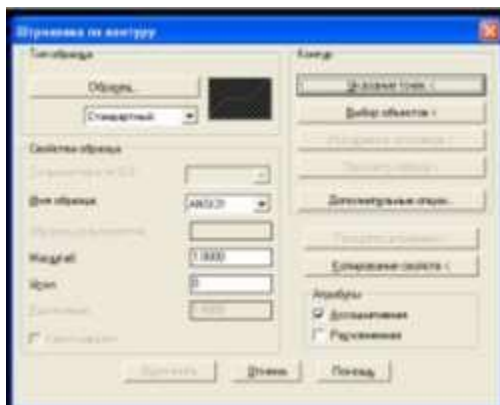


Рисунок 5.21 – Диалоговое окно Граничная штриховка

5.6 Редактирование объектов

5.6.1 Уровни, слои, цвета и типы линий

Выделение объектов. Редактирование может применяться только к уже существующему объекту или группе объектов. Чтобы указать, какие именно объекты должны быть отредактированы, необходимо их

выделить или иначе выбрать. Выделенные объекты перерисовываются пунктирной линией, а узловые точки объекта помечаются небольшими прямоугольниками-маркерами.

Выделять объекты можно тогда, когда ни одна другая команда не активна. О том, находится ли AutoCAD в режиме выделения объектов, можно судить по состоянию командной строки: в ней должно находиться только приглашение ко вводу команды **Command:**

Существуют два способа выделения объекта:

1) щелкнуть левой кнопкой мыши на контуре выделяемого объекта. Аналогично выделяются и следующие объекты, при этом выделение с предыдущих объектов не снимается;

2) выделение рамкой. Для этого необходимо в режиме указать мышью координаты двух углов прямоугольника. Все объекты, полностью попавшие в рамку, будут выделены.

Выделение с объектов снимается нажатием клавиши **ESC**. Если команда редактирования запущена, а выделенных объектов нет, то AutoCAD сначала предложит выделить необходимые объекты. В этом случае команда начнет работать после нажатия клавиши **ENTER**.

Общие свойства примитивов. Различные фрагменты чертежа можно распределить по различным уровням. Число уровней не ограничивается. Разбиение на уровни дает возможность рассматривать и вычерчивать связанные аспекты чертежа отдельно или в любой комбинации. К примеру, файл чертежа может содержать на одном уровне этажный план здания, на другом уровне схему

электропроводки, а на третьем уровне водопроводные коммуникации.

С каждым уровнем чертежа связываются цвет и тип линий.

Цвет – представляет собой число от 1 до 256, соответственно которому выбирается реальный цвет выводимых на экран элементов чертежа (графическим и текстовым примитивам).

Чаще всего первым семи цветовым номерам присвоены стандартные значения следующим образом:

- 1 – красный (red); 5 – синий (blue);
- 2 – желтый (yellow); 6 – фиолетовый (magenta); 3 – зеленый (green); 7 – белый (white).
- 4 – голубой (cyan);

Можно использовать как порядковые номера цветов, так и их численное значение.

Установка цвета может быть выполнена несколькими способами:

1) с помощью команды **Формат/ Цвета** выбранной из меню. При этом AutoCAD выведет на экран диалоговое окно (рис.5.22), позволяющее установить необходимый цвет рисования;

2) с помощью команды **Color**, введенной из командной строки.

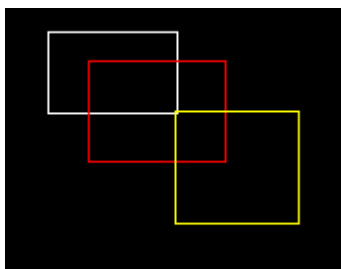


Рисунок 5.22 – Окно выбора цвета Рисунок 5.23 –
Задание цвета
рисования

Команда установки цвета:

Command: color

New object color <BYLAYER>: 3 (зеленый)

Рисование графических объектов в AUTOCAD производится выбранным цветом. Если выбран цвет **BYLAYER**, то рисование производится цветом, установленным для текущего слоя на этапе настройки

Тип линии – это шаблон (комбинации тире, точек и пробелов), по которому обрисовываются линии (отрезок, луч, прямая, полилиния, круг, эллипс и т.д.). Элементы чертежа можно вычерчивать различным типом линий.

Каждый тип линии имеет имя. Тип линии можно выбрать из библиотеки стандартных типов линий или создавать свои собственные шаблоны типов линий. Имена некоторых типов линии:

continuous _____

dash dot ____

dash -----

dot

Типом линий по умолчанию для всех вновь создаваемых уровней будет тип, называемый «continuous» (непрерывная), который обозначает обычную сплошную линию.

Текущий тип линии можно изменить командами ***Tun***
Линии

linetype и ddlttype.

Установка типа линий может быть выполнена либо с помощью команды ***Формат/Типы линий***, выбранной из меню (рис. 5.24), либо командой **linetype**, введенной из командной строки. При этом AutoCAD выведет на экран диалоговое окно, позволяющее установить необходимый тип рисования линий. Следует загрузить необходимый тип линии. Далее выбрать принятый тип и рисовать графический примитив. При необходимости задать цвет.



Рисунок 5.24 – Окно выбора типа линий

5.6.2 Создание и настройка слоев чертежа

Чертеж, создаваемый в системе AutoCAD, организован в виде набора слоев. Каждый слой содержит часть общего рисунка. Например, слой Center предназначен для проведения осевых линий, слой Frame – для рамки и основной надписи, слой Main – для детали и т.д.

Для создания/настройки системы слоев используется команда меню **Формат/Слои** и диалоговое окно **Свойства** слоя и типа линии (рис. 5.25) или кнопка либо



команда **layer**, вводимая из командной строки.

Рисунок 5.25 – Диалоговое окно «Свойства слоя и Типа линий»

В диалоговом окне доступны следующие команды:

1. **Новый** – создание нового слоя;
2. **Удалить** – удаление существующего слоя.

При создании нового слоя или изменении параметров

существующего в блоке **Подробнее** панели диалога необходимо указать:

1. Имя слоя (**Имя**).
2. Текущий цвет слоя (**Цвет**).
3. Текущий тип линий слоя (**Тип линии**).
4. Характеристики слоя.

Указываются следующие характеристики
слоя (в блоке

Подробнее):

- 1) включен (**Вкл**); выключенный слой невидим;
- 2) заморожен (**Заморозить на всех видах**);

замороженный слой невидим и не может быть выбран, т.е. не может редактироваться;

- 3) закрыт (**Заблокировать**); закрытый слой видим, но не доступен для редактирования.

Слои могут включаться/выключаться щелчком по лампочке, редактироваться независимо друг от друга. Слой можно сделать недоступным для редактирования щелчком по замку («замкнуть»). В конкретный момент времени работа ведется только с одним – текущим слоем. Текущий слой можно выбрать на этапе настройки. Для этого предназначена кнопка **Текущий** на панели диалога. Либо его можно задать с помощью панели Свойства объектов (рис. 5.26).

По команде **Ddchprop** и выбранном объекте открывается диалоговое окно (рис. 5.27), позволяющее изменить цвет выделенного (кнопка **Цвет**) объекта, тип линии (кнопка **Тип Линии**) и перенести его в другой слой (кнопка **Слой**). Для изменения характеристик слоя на этапе редактирования может использоваться строка

свойств объектов. В строке свойств размещается распахивающийся список слоев, причем текущий слой выделен цветом. Чтобы сделать слой текущим, достаточно выбрать его с помощью мыши.

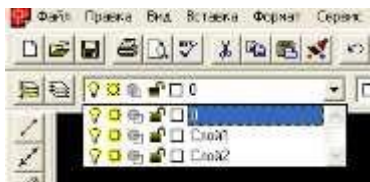


Рисунок 5.26 - Диалоговое окно
Диалоговое окно выбора текущего слоя

«Изменение свойств»

Имя создаваемого слоя – может содержать до 31 знака и может включать буквы, цифры и специальные символы: «\$» (доллар), «-» (дефис), «_» (нижняя черта). Рекомендуется использовать имена, которые подходят для конкретного приложения, например, «Подвал»,

«Фасад» или же использовать более короткие имена типа «1», «2», «3» и т. д.

5.6.3 *Уровень и Высота*

Уровень определяет значение координаты *Z*, **Высота** определяет толщину примитива вдоль оси *Z*.

Задавая высоту можно обрисовывать 3-х мерные объекты.

Для работы с уровнями используется команда **Уровень (Elev)**.

Команда имеет вид:

Command: elev

New current elevation <20.0000>: 30

New current thickness <5.0000>: 10

5.6.4 Редактирование объектов

В процессе создания чертежа приходится его редактировать. Команды редактирования собраны в меню **Редакт.** С помощью **Панели инструментов** на экран можно вывести **Панель команд редактирования** (рис. 5.28).



Рисунок 5.28 – Панель редактирования

При этом команды редактирования могут быть введены:

- с помощью команды **Редакт** строки меню;
- с помощью пиктограмм **Панели редактирования** (рис. 5.28);
- из командной строки или выбраны из меню.

Панель редактирования позволяет ввести команды, показанные в табл. 5.3.

Таблица 5.3 – Команды редактирования

Уничтожить	erase
Копировать Объект	copy
Зеркало	mirror
Смещение	offset
Массив	array

Двигать	move
Поворот	rotate
Масштаб	scale
Растянуть	stretc h
Удлинить	lengt hen
Выровнять	trim
Расширить	exten d
Разбить	break
Закруглени e	cham fer
Ободок	fillet
Выдавить	explo de

Удаление (Erase). Удалить ненужные объекты из чертежа можно с помощью команды *Редакт/Стереть*, выбрав ее из строки меню.

При этом в командной строке появится запрос:

Command: Select objects

Необходимо последовательно выбирать (помечаются мышью) объекты, которые необходимо удалить, нажав клавишу *ENTER*.

У данной команды существует клавиатурный ускоритель – клавиша **Delete**. Для восстановления удаленных объектов можно использовать команду *Правка/Отменить* строки меню или команду *oops*

командной строки, которая имеет вид:

Command:oops

Копирование (Copy). Копирование объектов можно выполнить с помощью команды **Редакт/Копировать**, выбрав ее из строки меню. При этом в командной строке появится запрос

Command: Select objects – необходимо последовательно выбирать объекты, которые необходимо скопировать; нажать клавишу **ENTER**.

<**Base point or displacement\Multiple**> (<Базовая точка или перемещение>/Несколько) указываются сначала координаты базовой точки, а затем ее новое местоположение;

M – режим множественного копирования.

Выбрав объекты, например, секущей рамкой можно получить несколько их копий.

Зеркальное отображение (Mirror). Для зеркального отображения объектов относительно заданной оси можно использовать команду **Редакт/Зеркало**, выбрав ее из строки меню. При этом в командной строке появится запрос:

Command: Select objects – последовательно выбрать объекты, зеркальное отображение которых необходимо построить; нажать клавишу **ENTER**.

First point of mirror line – указать координаты первой точки оси отражения,

Second point – указать координаты второй точки оси.

Delete old objects? <N>

Y – если необходимо удалить оригинальный объект;

N – если удалять объект не нужно.

Перемещение (Move). Для перемещения выбранных объектов можно использовать команду **Редакт/Перенести**, выбрав ее из строки меню.

При этом в командной строке появится запрос:

Command: Select objects – последовательно выбрать перемещаемые объекты; нажать клавишу **ENTER**.

Base point or displacement – указать сначала координаты базовой точки;

Second point of displacement – указать координаты нового положения базовой точки.

Тиражирование (Array). Для тиражирования выбранных объектов можно использовать команду **Редакт/Массив**, выбрав ее из строки меню.

При этом в командной строке появится запрос:

Command: Select objects – последовательно выбирать тиражируемые объекты, нажать клавишу **ENTER**.

Rectangular or Polar array (<R>/P)

R – выбор режима тиражирования по прямоугольной сетке;

P – выбор режима тиражирования по контуру окружности.

В случае выбора режима размещения по прямоугольной сетке выполняются следующие действия:

Number of rows – указать число строк прямоугольной сетки;

Number of columns – указать число столбцов прямоугольной сетки;

Unit cell or distance between rows – *расстояние между строками сетки, положительным является направление снизу вверх;*

Distance between columns – *расстояние между столбцами сетки,*

положительным является направление слева направо; если необходимо тиражировать объекты в отрицательном направлении (сверху вниз или справа налево), необходимо указывать расстояние между строками и столбцами со знаком минус.

В случае выбора режима размещения по окружности

выполняются следующие действия:

Base\<Specify center point of array> – *указать центральную точку окружности;*

Number of items – *число элементов в тираже с учетом оригинала;*

Angle to fill <360> – *указать угол дуги для заполнения тиражируемыми объектами; угол задается в градусах, положительным считается направление против часовой стрелки.*

Rotate objects as they are copied? – **Y** – *поворачивать копии вокруг своей*

оси при тиражировании так, чтобы сохранилась ориентация оригинала относительно центра окружности; N – *не выполнять поворот.*

Тиражирование выделенных объектов производится по выбранному контуру (прямоугольная сетка или окружность). На рис. 5.29 показан результат выполнения операции тиражирования прямоугольника дуге

окружности.

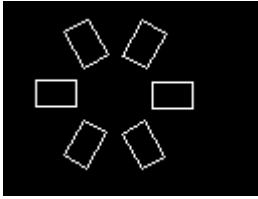


Рисунок 5.29 – Тиражирование прямоугольника

Поворот (Rotate). Для поворота выбранных объектов можно использовать команду *Редакт/Повернуть*, выбрав ее из строки меню.

При этом в командной строке появится запрос:

Command: Select objects – *последовательно выбирать поворачиваемые объекты, нажать клавишу ENTER.*

Base point – *указать координаты базовой точки – центра поворота;*

<Rotation angle>\Reference – *указать угол поворота (в градусах);*

R – *поворот с использованием ссылки.*

В случае поворота по ссылке необходимо указать исходное значение угла (в градусах), а затем его новое значение, реальный угол поворота будет равен разности значений исходного и нового углов.

Масштабирование (Scale). Для изменения масштаба выбранных объектов можно использовать команду *Редакт/Масштаб*, выбрав ее из строки меню. При этом в командной строке появится запрос:

Command: Select objects – *последовательно выбирать масштабируемые объекты, нажать клавишу ENTER.*

Base point – указать положение базовой точки.

<**Scale factor**>**Reference** – указать коэффициент масштаба (1 соответствует 100%); **R** – косвенное масштабирование.

Производится изменение размеров выбранных объектов относительно точки, выбранной в качестве базы. В случае косвенного масштабирования необходимо задать исходный размер какого-либо объекта и его желаемый размер.

При выполнении большинства команд редактирования используется понятие базовой точки объекта. В общем случае под **базовой точкой** понимается точка привязки объекта (-ов) к конкретному месту на поле чертежа. Таким образом, когда при перемещении/копировании задаются точные координаты нового местоположения объекта, то подразумевается новое положение базовой точки, вслед за которой переносятся/копируются выбранные объекты. При выполнении команд поворота, подобия, масштабирования, зеркального отражения базовая точка, наоборот, остается неподвижной, и все изменения формы/размеров объектов производятся относительно нее.

Растянуть (Stretch). Для растягивания выбранных объектов можно использовать команду **Редакт/Растянуть**, выбрав ее из строки меню.

Удлинить (Lengthen). Для удлинения выбранных объектов можно использовать команду **Редакт/Удлинить**, выбрав ее из строки меню.

Разорвать (Break). Для разбиения объекта на составные части можно использовать команду **Редакт/Разорвать**, выбрав ее из строки меню.

При этом в командной строке появится запрос

Command: Select object – выбрать объект для разделения, точка, в которой объект выбран, считается точкой разрыва.

Enter second point (or F for first point) – необходимо ввести координаты

второй точки; если координаты первой и второй точек не совпадают, часть объекта между точками удаляется;

F – повторить выбор первой точки разрыва.

Производится разделение объекта на части с возможным удалением отдельных частей. Если координаты первой и второй точек совпадают, AutoCAD попытается разделить объект на две части без удаления.

На рис. 5.30 приведен результат работы следующих команд:

Command: rectang

Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width/<First corner>:

Other corner:

Command: break Select object:

Enter second point (or F for first point):

Point or option keyword required.

Enter second point (or F for first point):



Рисунок 5.30 - Разбивка объекта

Закругление (Chamfer). Для закругления (снятия

фаски) выбранных объектов можно использовать команду **Редакт/Фаска**, выбрав ее из строки меню. При этом в командной строке появится запрос:

Command: Polyline\Distance\Angle\Trim\<Select first line> – указать первую линию; **D** – задание длины фаски на первой и на второй линии; **P** - подрезание углов полилинии.

Second line – указать вторую линию.

Если выбран вариант **D**:

Enter first chamfer distance – задать длину фаски по первой линии, **Enter second chamfer distance** – задать длину фаски по второй линии. Если выбран вариант **P**:

Select 2D polyline – мышью выбрать полилинию.

На рис. 5.31 показан результат выполнения нижеприведенных команд.

Command: _rectang

Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width/<First corner>:

Other corner:

Command:

Command:

Command: _chamfer

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10.0000 Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/<Select first line>:

Select second line:

Select second line:

Command:

CHAMFER

(TRIM mode) Current chamfer Dist1 = 10.0000, Dist2 = 10.0000 Polyline/Distance/Angle/Trim/Method/<Select first

line>:

Select second line:

Select second line:

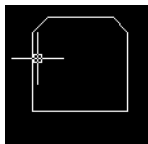


Рисунок 5.31 – Снятие фаски

Ободок (Fillet). Для выполнения плавного перехода от одного объекта к другому можно использовать команду *Редакт/Сопряжение*, выбрав ее из строки меню. При этом в командной строке появится запрос:

Command: Polyline\Radius\:*Select first object* – указать первый объект для выполнения плавного перехода; **R** – указание радиуса скругления; **P** – скругление полилинии.

Select second object - указать второй объект для выполнения плавного перехода.

Если выбран вариант **R**, то:

Enter fillet radius – задать радиус скругления.

Если выбран вариант **P**, то:

Select 2D polyline – мышью выбрать полилинию для скругления углов.

Команда также выполняется в два этапа. При первом запуске устанавливается радиус скругления. При втором запуске выполняется собственно скругление. Полилиния должна быть предварительно создана.

На рис. 5.32 показан результат выполнения

нижеприведенных команд.

Command: *_rectang*

Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width/<First corner>:

Other corner:

Command:

Command: *_fillet*

(TRIM mode) Current fillet radius = 10.0000

Polyline/Radius/Trim/<Select first object>:

Select second object:

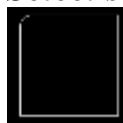


Рисунок 5.32– Скругление

5.7 Работа с текстом

5.7.1 Порядок ввода текста

Система AutoCAD поддерживает два способа вывода текстовой информации в поле чертежа. Команды нанесения текстов расположены в меню *Рисование/Текст*. Одна команда предназначена для ввода простых текстов (*Однострочный*) из одной или нескольких строк. Вторая позволяет вводить и редактировать многострочные тексты (*Многострочный*).

Текст – это примитив системы AutoCAD, который характеризуется точкой вставки, гарнитурой (стилем), масштабом, значением текстовой строки.

Шрифт (font) – это модель отрисовки символа; он определяет тот шаблон, который используется для вычерчивания символов текста.

Стиль (Style) (или *Гарнитура*) содержит имя файла

шрифта, высоту текста, степень сжатия/растяжения, угол наклона, направление отрисовки (слева на право или справа на лево), ориентацию (вертикальный или горизонтальный) и др. параметры.

В AutoCAD используются графические **векторные** шрифты. Текст можно вычерчивать при помощи множества различных шрифтов, а также растягивать, сжимать, наклонять или зеркально отражать, подчеркивать, начеркивать и т.д. Для выполнения надписей на чертежах используются следующие команды:

text – текст появляется на экране только после завершения ввода; **dtext** – текст отображается на экране по мере его ввода текста; **mtext** – позволяет вводить многострочный текст;

kmttext – позволяет вводить контурный текст, чтобы не перегружать чертеж.

Перед вводом текста необходимо установить стиль текста. Стиль текста можно установить с помощью команды **Формат/Текстовые стили**. При этом откроется диалоговое окно (рис. 5.33), которое содержит ряд боков.



Рисунок 5.33 - Окно стиля текста

Блок **Имя Шрифта** позволяет выбрать шрифт: Cyrillic, Italic, Romanc, Romant, Romand, Romans и т.д.

Блок **Имя стиля** позволяет выбрать стиль: Обычный, Полужирный, Полужирный курсив, Курсив.

Окно **Высота** позволяет задать высоту шрифта.

Блок **Эффекты** содержит команды для нестандартной манипуляции текстом: **Перевернутый, Справа налево, Вертикальный**. Блок **Образец** предназначен для наглядного представления редактируемого стиля. Так, при выборе того или иного шрифтанеобходимо убедиться, что он поддерживает кириллицу. Для этого в поле ввода в блоке **Образец** вводят произвольную строку на русском языке. После нажатия кнопки **Показать** в демонстрационном окне производится вывод редактируемым стилем тестовой строки.

Завершение редактирования стиля осуществляется нажатием кнопки **Применить**, а затем **Отмена**.

5.7.2 *Управляющие коды и специальные символы*

Часто желательно надчеркнуть или подчеркнуть текстовый фрагмент или включить в него специальный символ (плюс, минус, градус, знак радиуса или диаметра и т.д.). Это можно сделать путем включения в текстовую строку управляющих символов:

%%o – переключение режима надчеркивания (вкл./откл.);

%%u – переключение режима подчеркивания (вкл./откл.);

%%d – вычерчивание символа «градусы»;

%%p – вычерчивание символа допуска «плюс-минус»;

%%c – вычерчивание символа размера «диаметр

окружности»;

%%% – выведение одного знака процента;

%%%nnn – вычерчивание специального символа с номером «nnn» в коде ASCII (например, %%065 вычерчивается символ с номером 65, т.е. буква «А»).

Типы текстовых шрифтов создаются и модифицируются с использованием команды **СТИЛЬ** (*style*).

5.7.3 Построчный ввод текста

Ввод текста построчно, начиная с указанной позиции, осуществляется с помощью команды **Рисование/Текст/Однострочный**. В командной строке будет выдан запрос:

Command: Justify|Style|<Start point> – указать стартовую точку, начиная с которой следует вводить первую строку текста;

J – задать режим выравнивания; **S** – выбрать стиль.

В том случае, если при создании текущего текстового стиля не была указана высота символов текста, она запрашивается сейчас:

Height <3.5> – указать высоту символов.

Затем необходимо ввести угол наклона строки по отношению к горизонтали:

Rotation angle <0> – указать угол поворота в градусах. Положительным считается направление против часовой стрелки.

Text: начинать операцию ввода строки текста.

Текст набирается в командной строке и синхронно отображается на указанном месте в рабочем окне. Нажатием клавиши **ENTER** или левым щелчком мыши осуществляется переход к вводу следующей строки. Двойное нажатие **ENTER** приводит к окончанию операции.

При выборе режима выравнивания командная строка принимает

вид:

Command: Align\Fit\Center\Middle\Right\:

R – режим выравнивания текста по правому краю;

C – режим выравнивания текста по центру строки;

M – режим выравнивания текста по центру описанного вокруг текста прямоугольника;

F, A – режимы масштабирования текста.

При выборе режимов выравнивания **R/C/M** не производится какого-либо преобразования текста. В дальнейшем необходимо указать правую, центральную или серединную точки строки. В режиме масштабирования необходимо указать две крайние точки отрезка, в который будет вписана по ширине строка текста. При этом в режиме **Fit** масштабируется только ширина символов, а в режиме **Align** также и высота.

Пример 1:

**Command: _dtext Justify/Style/<Start point>: s Style name
(or ?) <STANDARD>: Justify/Style/<Start point>: c**

Center point:

Height <0.2000>:

Rotation angle <0>:

Text: HELLO

Пример 2:

Command: *_dtext Justify/Style/<Start point>: sStyle name (or ?) <STANDARD>: Justify/Style/<Start point>: j Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR: rEnd point: Height <0.2000>: Rotation angle <0>: Text: HELLO*

5.7.4 Блочный ввод текста

Для создания многострочного текста служит также команда *Рисование/Текст/Многострочный*. Команда позволяет создавать абзацы текста, которые выравниваются по ширине в заданных границах. Каждый объект блочного текста – отдельный графический примитив. Имеется возможность изменять свойства отдельных частей текста. При многострочном тексте выдается такой запрос в командной строке:

Command: Specify first corner – указать координаты первого угла прямоугольника, в который будет вписан текст.

Specify opposite corner or [Height/Justify/Rotation/Style/Width] – указать координаты противоположного угла или выбрать один из вариантов настройки:

H – установка высоты текста;

J – выравнивание текстовой границы и текста по заданной точке;

R – угол поворота границ текста;

S – выбирается стиль текста;

W – указывается ширина параграфа.

После задания необходимых параметров выводится диалоговое окно **Multiline Text Editor**, которое содержит три закладки, каждая из которых кроме ввода и изменения текста, в области текста позволяет выполнять следующие операции:

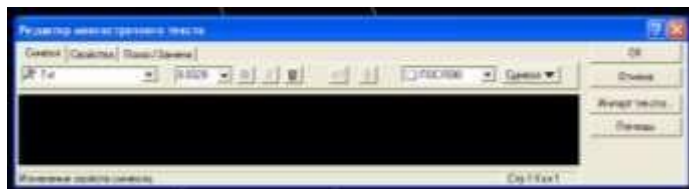


Рисунок 5.34 – Окно редактора многострочного текста

- закладка **Символ** содержит элементы, позволяющие задать шрифт; высоту символов; стиль написания символов, цвет; включение в текст специальных символов;
- закладка **Свойства** позволяет выбрать текстовый стиль, выравнивание, ширину параграфа и поворот текста;
- закладка **Поиск/замена (Find/Replace)** позволяет найти (**Find**) и, если необходимо, выполнить контекстную замену (**Replace with**).

Необходимо отметить, что **Multiline Text Editor** представляет собой несложный текстовый редактор, возможностей которого достаточно для ввода и редактирования небольших текстов. При вводе текста производится автоматический перенос на следующую строку. При нажатии **ENTER** заканчивается текущий абзац и начинается

новый. При редактировании текста можно использовать стандартные управляющие клавиши Windows:

<Ctrl+C> – копирование выбранного текста в Clipboard;

<Ctrl+V> – вставка текста из Clipboard;

<Ctrl+X> – вырезание выбранного текста и помещение в Clipboard;

<Ctrl+Spacebar> – вставка неразрывного пробела.

5.7.5 *Нанесение размеров на чертеж*

Во многих приложениях точный чертеж, нарисованный в масштабе, недостаточен для отображения требуемой информации; необходимо добавление аннотаций, показывающих длины объектов или расстояния или углы между объектами. Простановка размеров есть процесс добавления этих аннотаций к чертежу.

AutoCAD предусматривает четыре основных типа задания размеров: *линейный, угловой, диаметр и радиус*.

При простановке размеров с помощью AutoCAD используются термины:

Размерная линия – это линия со стрелками на обоих концах, нарисованная под тем углом, под которым было измерено расстояние. Текст, задающий размер, размещается вдоль этой линии. При простановке угловых размеров размерная линия является дугой.

Линия продолжения – используется, если размерная линия проводится вне измеряемого объекта. При этом от объекта перпендикулярно размерной линии проводятся прямые линии продолжения. Линии продолжения используются только при простановке линейных и

угловых размеров.

Размерный текст – это текстовая цепочка, которая задает текст. **Допуски размеров** представляют собой положительные или отрицательные величины, которые AutoCAD может автоматически присоединять к размерному тексту.

Для простановки размеров в AutoCADe предусмотрено несколько команд, объединенных в пункт меню **Размеры**.

Команды задания размеров могут быть объединены в 3 категории:

- команды задания линейных размеров;
- команды задания угловых размеров;
- команды задания радиальных размеров.

Для удобства простановки размеров можно вывести на экран панель инструментов **Размеры** (рис.5.35).

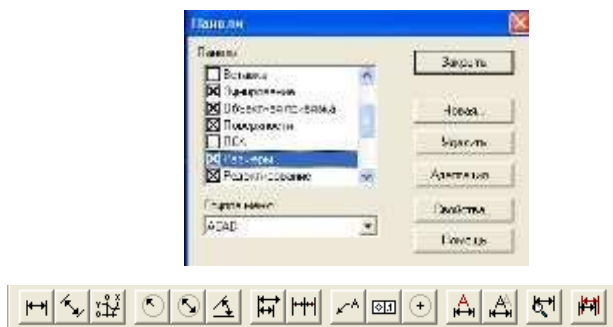


Рисунок 5.35 – Панель инструментов «Размеры»

5.7.5.1 **Размерный текст.** Размерный текст состоит из размерного числа и предельных отклонений. При отрисовке размера проставляется размер, определенный

системой. Этот размер автоматически изменяется при изменении чертежа, для ввода собственного размерного текста надо воспользоваться опциями *Text* и *Mtext*, которые появляются в процессе нанесения размера. В случае ввода размерного текста с клавиатуры размер теряет способность автоматической корректировки. **Горизонтальные и вертикальные размеры.** Для простановки горизонтальных и вертикальных размеров служит команда **Размеры/Линейный**. Сначала рекомендуется проставить на чертеже горизонтальные размеры (размеры по оси X). Для этого вызывается команда:

Command: Dimlinear

First extension line origin or press Enter to select: после этого с помощью курсора указывается начальная точка проставляемого размера.

Для более точного определения точек можно воспользоваться командами объектной привязки ***Osnap***. Для отмены постоянного режима объектной привязки выполняется двойной щелчок ЛКМ в статусной строке (кнопка ***Привязка (Osnap)***). После указания конечной

точки размера курсором определяется положение размерной линии и размерного текста. Отрисовка размера заканчивается щелчком ЛКМ.

Аналогично проставляются вертикальные размеры.

Повернутые размеры. Для простановки повернутых размеров поворачивается система координат (ПСК) на нужный угол (команда UCS, опция Z). Эта команда поворачивает текущую ПСК вокруг оси Z против часовой стрелки на заданный угол. Размеры проставляются как горизонтальные или вертикальные (рис. 5.36).

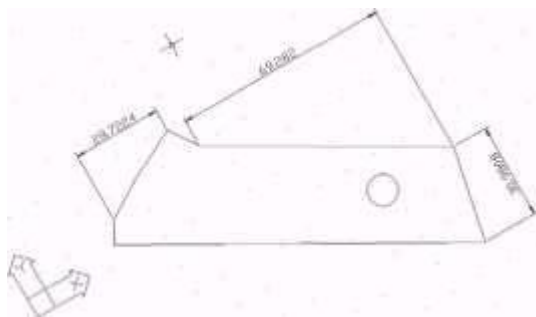


Рисунок 5.36 - Повернутые размеры

Параллельные размеры. Отрисовка размера данного типа выполняет команда Dimaligned (Dimension/Aligned). Такая размерная линия располагается параллельно измеряемому интервалу.

5.7.5.2 *Нанесение размеров.* Координатный способ нанесения размеров. Применяется при оформлении чертежей гибридных и полупроводниковых микросхем.

Нанесение размеров от общей базы. Нарисовать рисунок с произвольными размерами. Включить опции *Сетка(Grid)*, *Орто (Ortho)*, выключить опцию *Шаг*

(Snap). Сначала проставляется левый линейный размер. Затем по команде ***DIMbaseline*** (Dimension/Baseline) указывается сначала общая база, а затем начальная точка первой выносной линии, затем второй и так далее.

Нанесение размеров цепью. Включаются опции ***Сетка(Grid)***, ***Орто (Ortho)***, выключается опция ***Шаг (Snap)***. Проставляется линейный размер слева. Затем по команде ***Dimension/Continue*** указывается точка А, точка В, точка С. В заключение нажимается ***Enter***.

Угловые размеры. Для нанесения угловых размеров (рис.5.37) предназначена команда ***Dimangular*** (***Размерность/Угловой***):

Command: Dimangular

Select arc, circle, line, or press Enter:

На запрос надо указать дугу, круг или два отрезка, определяющих угол, и мышкой выбрать положение размерной линии.

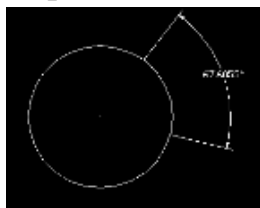


Рисунок 5.37 – Пример углового размера

Радиальные размеры. Для нанесения размеров *дуг* и *окружностей* используются команды ***dimradius*** (***Размерность/Радиус***): ***dimdiameter*** (***Размерность/Диаметр***)

Выноска. Для построения выноски служит команда

Dimension/Leader. Диалог команды следующий:

*Command: **_leader***

***From point** - указать начальную точку выноски*

***To point** - указать конечную точку выноски*

Редактирование размеров. Для редактирования размеров служит команда ***Dimension/Oblique***.

5.8 Построение объемных изображений

Трехмерные изображения можно строить, используя третью координату *Z*, а также используя объемные графические примитивы: ящик (***Box***), клин (***Wedge***), конус (***Cone***), цилиндр (***Cylinder***), шар (***Sphere***), тор (***Toruc***) и др. Плоскую фигуру путем вращения можно преобразовать в объемную.

С помощью команды ***Вид/ Панель инструментов/Тела*** Панель инструментов Тела можно поместить на экран (рис. 5.38). С помощью первых шести пиктограмм можно формировать различные объекты.



Рисунок 5.38 – Панель инструментов «Тела»

Количество промежуточных ребер задается командой:

Command: ISOLINES

New value for ISOLINES <100>: 50

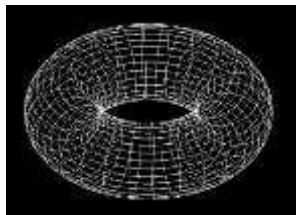
Для обрисовки трехмерного объекта необходимо:

– выбрать команду **Вид/3М зрениия/СВ Изометрия**;

– - задать количество промежуточных ребер объемных фигур спомощью команды **Isolines** (от 0 до 2047) можно задать 10-20;

– выбрать необходимый графический примитив

Например, для рисования тора (рис. 5.39) необходимо выполнить такие команды:



Command: isolines

New value for ISOLINES

<4>: 30 Command: _torus

Center of torus <0,0,0>:

Diameter/<Radius> of torus:

Diameter/<Radius> of tube: 2

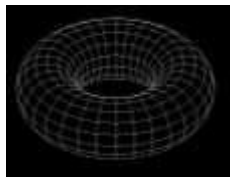
Рисунок 5.39 –
Пример Тора

Все необходимые опции можно задать с помощью мыши.

Аналогично можно нарисовать другие объемные примитивы.

С помощью команды **Вид/Скрыть** можно скрыть невидимые линии (рис. 5.40а), выполнить тонирование **Вид/Раскрашивание/ 256 цветов** (рис. 5.40б), **Вид/Тонирование/Тонировать** (рис. 5.40в).

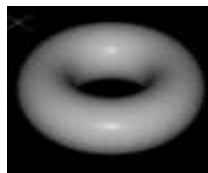
Ъ



а)



б)



в)

Рисунок 5.40 – Результаты выполнения команд: а – скрыть; б – раскрашивание; в - тонировать

5.9 Блоки

5.9.1 Свойства блоков

Блок – составной примитив, сформированный из других примитивов или их совокупности, в том числе других блоков.

Например, в виде блока могут быть оформлены:

- элементы электрических и электронных схем (сопротивления, конденсаторы, индуктивности, транзисторы, трансформаторы);
- элементы строительных и архитектурных конструкций;
- элементы и узлы конструкций в машиностроении;
- рамка и основная надпись чертежа.

Свойства Блока:

- 1) Блок может быть вставлен в любое место чертежа, в любом масштабе и под любым углом.
- 2) Блок рассматривается AutoCAD как единый объект, как обычный примитив, и к нему можно применять те же операции, что для обычного примитива (удалять, масштабировать, редактировать, перемещать и т.д.).

3) Блоки могут быть сформированы и использованы как в рамках одного чертежа (внутренние блоки), так и записаны в файле на диске с тем, чтобы в дальнейшем их можно было поместить в другие чертежи, т. е. их можно хранить в библиотеках конкретных предметных областей (приложений), при этом блоки можно помещать в библиотеку, удалять и модифицировать.

4) Блок может содержать объекты, остающиеся неизменными при вставке в чертеж, т. е. постоянную часть блока (в примере с рамкой постоянной частью блока являются рамка с основными надписями), вместе с тем блок может содержать текстовые объекты, значение которых меняется от чертежа к чертежу (дата подготовки чертежа, фамилия разработчика и т.д.) Эти объекты называются атрибутами блока. При вставке в чертеж атрибут заменяется конкретным значением для данного чертежа

Использование блоков позволяет:

- снизить трудоемкость проектирования;
- приспособиться к требованиям заказчика;
- упростить процесс модификации чертежа;
- сократить время создания чертежа, упростить процесс его редактирования;
- сэкономить память.

5.9.2 Команды работы с блоками

Имеется набор команд, специально предназначенных для работы с Блоками:

БЛОК(block), ВСТАВЬ(insert), БАЗА(base)
ПБЛОК(wblock).

Кроме того, для переименования и удаления существующих Блоков и других именованных объектов могут использоваться команды НОВОЕИМЯ (rename) и УДАЛИ(purge).

Создание блока. Для создания блока необходимо:

- Открыть лист.
- Включить режимы *Сетка (Grid)* и *Шаг (Snap)*, установить шагсетки 5. Выводы блока должны совпадать с углами координатной сетки.

Вызвать команду *block (Блок)* любым способом.

Команда может быть задана :

- с помощью выпадающего меню

Рисование/Блок/Создать;

- с помощью пиктограммы;
- набрать имя команды *block* с клавиатуры.

При использовании первых двух методов появляется диалоговое окно создания блока (рис. 5.41).

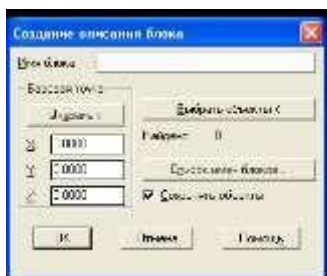


Рисунок 5.41 – Окно создания блока

В данном необходимо задать следующее:

1) Имя блока, которое должно быть уникальным, желательно коротким и отражать смысл именуемого блока. С помощью кнопки **Список Имен Блоков** можно посмотреть список существующих в системе блоков. Поле **Найдено** показывает, сколько объектов было выделено для помещения в блок. Если необходимо добавить в блок еще несколько объектов, можно воспользоваться кнопкой **Выбрать объекты**.

2) Указать базовую точку, как правило, это точка, лежащая в левом нижнем углу блока. Для этого необходимо воспользоваться командами группы **Базовая точка (Base Point)**, причем координаты базовой точки можно указать с клавиатуры в полях **X**, **Y**, **Z** или с помощью мыши - кнопка **Выбрать объекты (Select Point)**. Эту точку можно рассматривать как ручку, за которую блок будет вставляться в чертеж. Типичной базовой точкой может быть центр Блока, его нижний левый угол или другая точка. При вставке блока его можно

вращать вокруг этой точки.

3) Выбрать объекты, из которых будет создан блок. При этом можно использовать любой метод выбора элементов. Система AutoCAD дает визуальное подтверждение выбора элементов путем стирания их с экрана; она также удаляет их из чертежа. Если необходимо оставить элементы в чертеже, используется команду *oops*.

4) Нажатием кнопки *Enter* создается блок с указанным именем, атрибутами и параметрами.

Пример:

Command: block Block name (or?):aa

Опция ? – позволяет вывести на экран список имен блоков. Далее ввести имя, которое выбирается по общим правилам. Если Блок с таким именем уже существует, то AutoCAD указывает:

Block AA already exists. – Блок 01 уже существует

Redefine it? <N> y – Переопределить его? <Да>:

Insertion base point: – Вставьте Базовую точку:

Запись блока в файл. Блоки, создаваемые с использованием команды **block** (БЛОК), хранятся только в чертеже, в котором они были созданы, и их копии могут быть помещены только в этот чертеж. Используя команду ПБЛОК, можно Блок записать в дисковый файл для использования другими чертежам. Блок сохраняется в файле спомощью команды **wblock**, вводимой с клавиатуры в командной строке.

AutoCAD запрашивает имя файла для записи блока. Это делается с помощью стандартной панели диалога для

работы с файлами (аналогично сохранению/загрузке чертежа). После указания имени файла в командной строке, где будет выдан запрос, необходимо ввести имя блока, который должен быть сохранен на диске. В командной строке запрос такой:

Block name – указать имя блока, который необходимо записать в файл.

В результате блок будет сохранен в файле на диске.

Вставка блока. Если в ходе работ над чертежом был создан блок, копию блока можно вставить в любое место чертежа неограниченное число раз. При этом копия блока представляет собой единый объект сложной формы, и редактировать объекты, его составляющие, уже невозможно.

Блок, созданный таким образом, может быть вставлен с помощью команды ВСТАВЬ в любое место чертежа. Для вставки копии блока в чертеж можно воспользоваться командой **Вставка/Блок** либо с помощью пиктограммы. При этом на экране появляется панель диалога вставки блока (рис. 5.42).

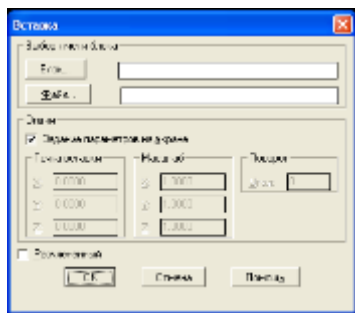


Рисунок 5.42 – Окно вставки объекта

Нажав кнопку **Блок**, можно выбрать из списка блок для вставки. После нажатия кнопки **ОК** в командной строке появляются запросы в следующем порядке:

Command: insert

Block name (or ?) <B1>:

Insertion point: 100,100 – необходимо мышью или с клавиатуры указать точку на чертеже, куда будет помещена копия блока;

x scale factor <1> / Corner / XYZ: 2 – необходимо указать масштаб (по умолчанию 1) для всех горизонтальных размеров объектов блока;

y scale factor (default=X): 2 – необходимо указать масштаб (по умолчанию равен масштабу по X) для всех вертикальных размеров объектов блока;

Rotation angle <0>: 45 – нужно указать угол наклона блока относительно точки вставки.

После этого AUTOCAD запрашивает значения атрибутов, определенных для данного блока. При этом используется запрос и значение по умолчанию, которые указывались при создании атрибутов блока. По завершению ввода значений атрибутов на поле чертежа появляется копия блока. Отрицательные масштабные коэффициенты используются для помещения в чертеж зеркальных отображений Блоков.

Используя команду **Рисование/Блок/Базовая точка**, можно переопределить точку вставки.

5.9.3 Пример использования блока

Рассмотрим в качестве примера использования блока схему RLC-четырёхполюсника, для рисования которой необходимо иметь изображение таких элементов схемы, как клеммы, сопротивления, конденсаторы и индуктивности. Каждый из этих элементов, состоящий из совокупности графических примитивов, может быть оформлен как блок (рис. 5.43) и помещен в библиотеку под определенным именем для многократного использования (клемма – блок *Klem* (а), сопротивление блок *Rez* (б), конденсатор блок *Cond* (в), индуктивность блок *Ind* (г)).

Используя эти блоки можно рисовать любую RLC-цепь, например схему, приведенную на рис. 5.44.

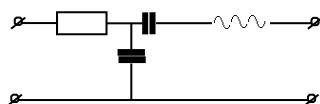
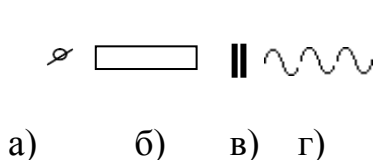


Рисунок 5.43 – Блоки элементов

Рисунок. 5.44 –

Схема RLC-цепи

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен пакет AutoCAD?
2. Каким образом задаются границы формата чертежа?
3. Какие единицы измерения использует AutoCAD?
4. В каком месте на экране выводятся текущие координаты?
5. Какие вы знаете команды масштабирования?
6. Каким образом устанавливаются параметры сетки и дискретного шага мыши?
7. Каким образом создается новый слой?
8. Как защитить слой от случайного уничтожения информации? Как сделать слой невидимым? Объясните понятие «заморозить слой».
9. Каким образом провести гладкую кривую через заданный набор точек?
10. Каким образом можно изменить характеристики объекта, например, тип линии?
11. Объясните понятие «базовая точка».
12. Как можно скопировать и переместить объект? Можно ли сделать несколько копий одной командой?
13. Что значит масштабировать объект? Относительно какой точки будет выполняться масштабирование?
14. Какой командой можно выполнить поворот объекта?
15. Как расположить несколько копий объекта строго по дуге окружности?
16. Каким образом выполняется удаление части

объекта по двум заданным точкам?

17. Каким образом выполняется удаление части объекта по сложной кромке?

18. Каким образом выполнить точное соединение двух непараллельных линий?

19. Как выполняется плавное сопряжение с заданным радиусом двух линий?

20. Каким образом подрезать углы полилинии?

21. Каким образом создать новый стиль текста? Удалить существующий?

22. Как сделать стиль текста текущим?

23. Как проверить, поддерживает ли стиль символы кириллицы?

24. В каких единицах измерения задается высота символов?

25. Может ли высота, задаваемая при настройке стиля, равняться нулю?

26. Как задается ширина символов?

27. Как задать угол наклона символов?

28. Какие режимы выравнивания при построчном вводе текста знаете?

29. Можно ли ввести при построчном вводе несколько строк текста?

30. Где указывается шаг отступа размерных линий при указании размера от базовой выносной линии?

31. Каким образом выбрать текстовый стиль для размерных чисел?

32. Как выбрать выносную линию в качестве базовой?

33. Каким образом указывается радиус дуги

окружности?

34. С помощью какой команды можно создать атрибуты блока?

35. В какой последовательности создаются атрибуты и блок?

36. Какие параметры атрибутов можно задать при создании блока?

37. Как задать стиль и размеры символов для текста атрибута?

38. Как разместить созданный блок на поле чертежа?

39. Как загрузить блок из файла?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Д. Далека, Е.П. Черных. Основы работы в среде AutoCAD. Лабораторный практикум. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2016. – 75с.
2. <http://www.dolinin-infografika.narod.ru/p0007.htm>
3. <http://www.intuit.ru/studies/courses/70/70/lecture/2092>
4. <http://old.mkgmt.ru/files/material-static/practicum/teoriya/t3.htm>
5. Л.А. Залогова. Компьютерная графика. Элективный курс. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 245 с.
6. А. Меркулов. Создание проекта в AUTOCAD «От идеи до печати». Иллюстративный самоучитель. – 133 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Предмет и области применения.....	4
1.1	Предмет «Компьютерная графика».....	4
1.2	Области применения компьютерной графики	5
1.3	Основные направления в компьютерной графике	7
	Контрольные вопросы.....	9
2	Представление изображений.....	10
2.1	Способы представления изображений	10
2.1.1	Растровая графика.....	10
2.1.2	Векторная графика.....	11
2.1.3	Трёхмерная графика	13
2.1.4	Фрактальная графика.....	13
2.2	Устройства отображения их свойства	14
2.3	Основы цветопередачи.....	15
2.3.1	Параметры цвета	15
2.3.2	Цветовые модели.....	16
	Контрольные вопросы.....	20
3	Хранение графических изображений.....	21
3.1	Форматы графических файлов	21
3.1.1	Форматы файлов растровой графики.....	21
3.1.2	Форматы векторных графических файлов	23
3.1.3	Универсальные форматы графических файлов	24
3.2	Алгоритмы сжатия изображений.....	24
	Контрольные вопросы.....	25
4	Графические редакторы.....	25
4.1	Категории графических редакторов	26
4.2	Интерфейс графических редакторов	27
4.4	Обзор имеющихся графических редакторов	30
	Контрольные вопросы.....	33
5	Графический редактор AutoCAD	34

5.1	Назначение	34
5.2	Концепция и терминология пакета	34
5.3	Порядок работы с системой AutoCAD	36
5.3.1	Вход в систему AutoCAD	36
5.3.2	Выход из системы AutoCAD	37
5.3.3	Открытие и сохранение документа	38
5.4	Настройка системы AutoCAD	39
5.5	Команды построения графических примитивов	43
5.5.1	Графические примитивы	43
5.5.2	Команды построения графических примитивов	45
5.6	Редактирование объектов	52
5.6.1	Уровни, слои, цвета и типы линий	52
5.6.2	Создание и настройка слоев чертежа	55
5.6.3	Уровень и Высота	57
5.6.4	Редактирование объектов	58
5.7	Работа с текстом	65
5.7.1	Порядок ввода текста	65
5.7.2	Управляющие коды и специальные символы	66
5.7.3	Построчный ввод текста	67
5.7.4	Блочный ввод текста	68
5.7.5	Нанесение размеров на чертеж	70
5.7.5.1	Размерный текст	71
5.7.5.2	Нанесение размеров	72
5.8	Построение объемных изображений	73
5.9	Блоки	75
5.9.1	Свойства блоков	75
5.9.2	Команды работы с блоками	76
5.9.3	Пример использования блока	80
	Контрольные вопросы	80
	Список литературы	

