МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Г.А. Артюхин

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Учебное пособие

Казань
2014

УДК 004.92;513
ББК 32.973.26-018.2
А86

Артюхин Г.А.

А86 Компьютерная геометрия и инженерная графика. Технология создания чертежей: Учебное пособие / Г.А. Артюхин.– Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та. , 2014.– 104 с., ил.

ISBN 978-5-7829-0428-9

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

В данном пособии излагаются принципы и основы организации работы пользователя по созданию машиностроительных чертежей в программной среде системы AutoCAD версий 6 и 12. Особое внимание уделено описанию структуры данных и интерфейсу – как основам высоких CAD-CAM технологий. Описывается технология создания чертежа, начиная с этапа его настройки до получения печатного документа. Демонстрируются примеры применения некоторых команд.

Пособие предназначено для студентов 1 курса дневного и заочного обучения всех направлений подготовки.

Рецензенты:

К.т.н., доцент кафедры М и ИГ
КНИТУ (КАИ) им. А.Н. Туполева
С.А. Морозов

К.т.н., доцент, проректор по ОПВиИТ,
зав. кафедрой ИТ и САПР
Д.М. Кордончик

ББК 32.973.26-018
УДК 681.3.07

© Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 2014
© Артюхин Г.А. , 2014

ISBN 978-5-7829-0428-9

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ…… 3

ВВЕДЕНИЕ…… 5

ГЛАВА 1. **Основы и принципы работы в рамках графического редактора AutoCAD** …… 7

1.1. Интерфейс AutoCAD: рабочий стол, виды меню, командная и статусная строки, режимы рисования. Организация команд…… 7

1.2. Информационные ресурсы AutoCAD…… 11

1.3. Математические основы AutoCAD…… 16

1.4. Начало работы. Настройка параметров чертежа и рисования…. 20

1.5. Структурная организация данных: свойства объектов и слои, блоки и атрибуты, сведения о чертеже и его элементах…… 25

ГЛАВА 2. **Основы геометрических построений в AutoCAD**…….. 44

2.1. Пространство модели и пространство листа……. 44

2.2. Системы координат…….. 44

2.3. Способы задания значений геометрических величин…… 46

2.4. Режим объектной привязки…….….. 47

ГЛАВА 3. **Создание и редактирование двухмерных объектов в AutoCAD**……. 49

3.1. Точки. Отрезки. Прямоугольники. Правильные многоугольники. Окружности. Эллипсы. Дуги. Кольца…… 49

3.2. Составные объекты: полилиния, контур, штриховка, сплайны 52

3.3. Редактирование чертежей. Команды: «Стереть», «Обрежь», «Разорви», «Удлини», «Сопряжение», «Фаска», «Массив», «Зеркало», «Подобие», «Масштаб»…… 56

3.4. Нанесение надписей…… 60

3.5. Нанесение размеров…….…… 62

ГЛАВА 4. **Основы трехмерного моделирования**…… 68

4.1. Моделирование поверхностей и объемных тел…… 68

4.2. Моделирование составных тел…… 72

4.3. Сечения и разрезы…….…….. 74

4.4. Визуализация трехмерных объектов…….….. 75

ГЛАВА 5. **Печать изображений и создание основных видов на листе чертежа ……** 82
5.1. Компоновка в пространстве листа…… 82
5.2. Создание основных видов на листе чертежа. Команды Т-вид и Т-чертеж…… 84

Контрольные вопросы …… 93

Ответы на контрольные вопросы …… 97

Литература и краткая аннотация…… 101

ВВЕДЕНИЕ

AutoCAD представляет собой целостную инструментальную графическую систему автоматизированного проектирования (САПР). В англоязычной литературе принят аналогичный по смыслу термин **CAD**, сокращение от английских слов «Computer aided Design» («компьютерно-ориентированное конструирование») или «Computer aided Drafting» («компьютерно-ориентированное черчение»). Родившись в стенах компании Autodesk еще в начале 80-х годов в виде приложения для DOS, AutoCAD сразу же приковала к себе внимание технической интеллигенции в качестве гибкого и удобного инструмента технического конструирования и черчения. Успех данной системы обусловлен рядом факторов, каковыми являются:

- полнота и открытость архитектуры системы;
- уникальная (в виде списка) структура организации компактного хранения данных (AutoLISP);
- уникальный опыт и разносторонность образования ее разработчиков;
- поддержка полноценных языков и систем программирования (AutoLISP, Visual Basic, Microsoft Office), обеспечивающая связь с внешней средой, а в итоге подразумевающая возможность адаптации и расширения функционального потенциала;
- высокий уровень технической поддержки, обслуживания и обучения пользователей.

В настоящее время – время научно-технического прогресса и рыночных отношений очень трудно выполнять работу, связанную с конструкторскими разработками без применения современных компьютерных технологий. Одним из лидеров систем автоматизированного конструирования (проектирования) можно считать AutoCAD, появившуюся на российском рынке в конце 80-х годов. Эта система представляет собой удобный инструмент для создания конструкторской и текстовой документации, хранящейся в электронном виде. В данном пособии рассматривается работа в двух версиях AutoCAD, разработанного американской фирмой AutoDesk (США), с номерами 2006 и 2012. Разработчики системы AutoCAD непрерывно развивают и совершенствуют свой продукт (на момент составления этого пособия уже существовала версия с номером 2015). Однако, изучение основных концепций и команд, входящих даже в версию 2006, навыки работы с данной, **лицензионной** для вуза «КГАСУ» версией, помогут студентам разобраться в тонкостях функционирования сред «молодых» версий системы AutoCAD самостоятельно. Содержание состава контрольных работ [10], представленных

в учебно-методических указаниях «Компьютерная геометрия и инженерная графика. Варианты и примеры выполнения заданий» напомнят студентам дневной формы обучения графические работы «Черчение геометрическое» и «Черчение проекционное», которые выполнялись ими в карандаше, в I и II семестрах, соответственно. В связи с этим, будет интересным сравнение объемов времени и качества выполнения работ в рамках компьютерной и пока еще традиционной (в карандаше и туши) технологии.

Преимущества работы в системах AutoCAD, ArchiCAD, Solid Edge и им подобных, очевидны:

1. ***Наглядность и презентабельность.*** Кроме создания двумерных чертежей, система позволяет моделировать трехмерные объекты и отображать их в виде реалистичных наглядных фотографий, причем в любом ракурсе и в любой проекционно-изобразительной системе.
2. ***Высокая производительность труда и качество документации***. Система обеспечивает повышение качества и производительности труда в десятки, а то и в сотни раз. Это связано с возможностью передачи электронной информации по технологической цепочке для выполнения последующих операций разными специалистами (дизайнерами, механиками, технологами, экономистами и т.п.). Возможность выбора нового варианта конструкции на базе электронных прототипов.
3. ***Повышение уровня проектирования***. Освобождение от рутинных операций (черчения, компоновки, исправления ошибок и т.п.) повышает уровень инженерного и технологического анализа проектируемого изделия или сооружения (высвобождается время проектирования).
4. ***Автоматизация процессов всей цепи проектирования и производства***. Создание электронной модели конструируемого изделия или сооружения способствует становлению автоматизированных систем управления проектом (АСУ П) и технологическим производством (АСУ ТП, станки с числовым программным управлением).

Итак, данное пособие не претендует на полное руководство пользователя системы AutoCAD. Однако оно призвано ликвидировать «психологический» и «библиотечный» барьеры, которые возникают у студентов при изучении дисциплины «Компьютерная графика».

Это пособие является результатом многолетней работы [7, 8, 9, 11] Кафедры начертательной геометрии и графики и содержит различные приемы и примеры выполнения различных геометрических построений. Описывается вся цепочка действий по выполнению некоторых вариантов контрольных заданий, которые представлены в учебно-методических указаниях [10], являющихся практическим приложением данной работы.

ГЛАВА 1

ОСНОВЫ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ В РАМКАХ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА AUTOCAD

1.1. Интерфейс AutoCAD: рабочий стол, виды меню, командная и статусная строки, режимы рисования

ОРГАНИЗАЦИЯ КОМАНД

Интерфейс (англ. Interface) – система связей с унифицированными сигналами и аппаратурой, предназначенная для обмена информацией между устройствами компьютерной системы.

В основе организации интерактивного диалога пользователя с AutoCAD лежит понятие «команда» или «инструкция». Все операции рисования, редактирования, хранения и т.п. в системе AutoCAD выполняются в ответ на те или иные команды. Как правило, процесс выполнения команды разбивается на несколько этапов диалога с пользователем. За годы совершенствования система пополнялась различными командами, причем в целях обеспечения преемственности версий наряду с новыми командами и способами ввода в ней сохранялись и прежние. На рис.1.1–1.4 представлены рабочие окна AutoCAD-2012 и обозначены их основные интерфейсные компоненты.

Перечислим основные интерфейсные компоненты AutoCAD:

- меню;
- многодокументная среда проектирования;
- диалоговые окна;
- панели инструментов;
- палитры инструментов;
- окно рисования;
- окно командных строк;
- клавиатура;
- информационно-статусная строка (строка состояния);
- управление рабочей средой.

Меню (список предлагаемых операций) AutoCAD можно подразделить на 3 вида: ***падающее (каскадное) меню, плавающие панели инструментов и контекстное меню***.

Строка падающего меню располагается горизонтально в верхней части экрана монитора и представляет перечень разделов, в которых располагаются наиболее часто применяемые команды. Для раскрытия раздела меню необходимо щелкнуть на него левой клавишей мыши и, не отпуская кнопку, переместить курсор (стрелку) на требуемый раздел, который будет подсвечен. Если выбранный раздел имеет треугольную форму, появляются дополнительные пункты меню, предлагающие более детальный набор опций. Пункт меню, заканчивающийся многоточием (**…**), выводит диалоговое окно.

Плавающие панели инструментов представляют набор пиктограмм, нажатие на которые инициирует вызов соответствующей команды; могут выводиться на рабочий стол и удаляться с него по желанию пользователя. Панели инструментов позволяют активировать команды одним щелчком мыши по соответствующей кнопке и потому являются быстрым эффективным интерфейсным средством.

Контекстное меню вызывается щелчком правой кнопки мыши. Контекстные меню значительно упрощают работу пользователя, избавляя его от необходимости применения клавиатуры, причем в случае местонахождения курсора в зоне кнопки любой панели инструментов контекстное меню содержит перечень всех плавающих панелей инструментов, доступных в системе. Наименования панелей, открытых в данный момент, помечены маркером.

Многодокументная среда проектирования предполагает возможность одновременного открытия нескольких файлов чертежей. Эта модель носит название «многодокументный интерфейс» (***Multiple Design Environment***, или ***MDE***).

Окно командных строк или строки команд и приглашений (рис.1.5) предназначено для ввода команд с клавиатуры, а также для ответа на приглашения (ввод координат точек, выбор необходимых опций и т.п.). Расположено данное окно непосредственно под окном рисования (рис.1.1).

Окно рисования служит для графических построений, т.е. непосредственно для рисования. Оно содержит в нижнем левом углу пиктограмму осей системы координат. По рабочему столу перемещается курсор, принимающий различное изображение в зависимости от его расположения (перекрестие – в окне рисования, стрелка – на кнопках меню).

В AutoCAD-2012 рабочие пространства представляют собой наборы меню, панелей, палитр и панелей управления ленты, сгруппированных и упорядоченных для работы в пользовательской среде чертежа.

При использовании рабочего пространства отображаются только необходимые для конкретной задачи меню, инструментальные панели и палитры. Кроме того, рабочее пространство может автоматически отображать ленту – специальную палитру с панелями управления, специализированными под решение определенных задач.

Предусмотрено удобное переключение между рабочими пространствами. В программном продукте заранее определены следующие рабочие пространства, ориентированные на конкретную задачу:

- классический AutoCAD (рис. 1.1.);.
- 3D моделирование (рис. 1.2.);
- 2D рисование и аннотации (рис. 1.3.).

Например, при создании 3D моделей можно использовать рабочее пространство «3D моделирование», содержащее только ориентированные на работу с 3D объектами инструментальные панели, меню и палитры. Элементы интерфейса, не являющиеся необходимыми для 3D моделирования, скрываются, максимально освобождая область экрана, доступную для работы.

После того, как в область построения чертежа внесены изменения (например, перемещены, скрыты, отображены панели инструментов или группы палитр) и требуется сохранить настройки отображения для последующего использования, можно сохранить текущие параметры рабочего пространства.

Различают 3 вида меню:

- ***Падающее*** (выпадающее) меню, расположенное в верхней строке рабочего стола («Файл» «Правка» «Вид» «Вставка» «Формат» «Сервис» «Рисование» «Размеры» «Редактировать» «Параметризация» «Окно» «Справка».

- ***Кнопочное*** меню, или плавающие панели, которое можно вызвать на рабочий стол, если навести курсор мыши на любую имеющуюся на экране кнопку и нажать на правую клавишу мыши. В результате появится контекстное меню с названиями панелей. Если панель часто применяется, в строке с ее названием следует поставить галочку.

- ***Контекстное меню*** вызывается нажатием правой клавиши мыши.

Панель инструментов отображается как плавающая или закрепленная. Плавающая панель может находиться в любом месте области рисования, ее можно перемещать в пределах этой области, изменять ее размеры или закреп-

лять. Закрепленные панели примыкают к одному из краев области построения чертежа.

Панели инструментов содержат кнопки, которые служат для запуска команд. Если на кнопку панели навести курсор мыши или другое устройство указания, выводится всплывающая подсказка с именем указанной кнопки. С кнопками, имеющими в своем правом нижнем углу маленький черный треугольник, связаны подменю, содержащие наборы родственных команд. Для вызова всплывающей панели необходимо подвести курсор к значку всплывающей панели и удерживать нажатой левую кнопку мыши.

Панели инструментов можно отобразить или скрыть и сохранить сделанные настройки в качестве рабочего пространства. Существует также возможность создания новых панелей.

Общение пользователя с программой AutoCAD осуществляется посредством окна командных строк, расположенного внизу рабочего стола (3-я строка снизу, рис.1.2.4.). Программа ждет ваших приказаний, если в этом окне отображается строка: **Команда:**

В противном случае нажмите на «**Esc**» (левый верхний угол клавиатуры). Переключение рабочих пространств 2D («Лист») и 3D («Модель») выполняется из статусной строки, называемой также строкой состояния окна рисования и расположенной внизу рабочего стола (рис.1.2.4.).

КЛАВИАТУРА

Некоторые стандартные приемы работы с клавиатурой, предусмотренные в Windows, при использовании AutoCAD могут оказаться особенно полезными.

Такое сочетание, как нажатие <Shift> и правой кнопки мыши приводит к появлению на экране панели режимов объектной привязки. Комбинации клавиш с <Ctrl > (так называемые клавиши быстрого доступа) применяются для выполнения наиболее популярных операций:

<Ctrl +S> для сохранения файла; <Ctrl +V> для вставки текста.

<Ctrl + Shift +S> для сохранения файла (« Сохранить как »).

<Ctrl + O> для открытия файла; <Ctrl + P> для печати;

<Ctrl + C> для копирования текста.

<Ctrl + Shift + C> для копирования текста (« Вставить как блок »).

Таблица 1.1

Назначение некоторых функциональных клавиш

ESC	Отказ от выполнения команды
F1	Вызов помощи (справки)
F2	Переключение из графического редактора в текстовый и обратно
F3	Переключение режима объектной привязи
F6	Переключение отображения координат
F7	Переключение режима СЕТКА, а при двойном нажатии – регенерация чертежа
F8	Переключение режима ОРТО
F9	Переключение режима ШАГ
F12	Отключение панели динамического ввода
DEL	Удаление предварительно выделенных примитивов

1.2. Информационные ресурсы AutoCAD

AutoCAD – многоликая саморазвивающаяся программная система, реализующая тысячи операций, и даже опытному пользователю без справочной информации никак не обойтись. Поэтому в комплект поставки продукта входит развитая оперативная справочная система. Самый простой способ получения сведений о той или иной команде – это нажатие клавиши <F1> непосредственно после ввода этой команды.Вместо клавиши F1 можно воспользоваться кнопкой <Справка>, расположенной в падающем меню.

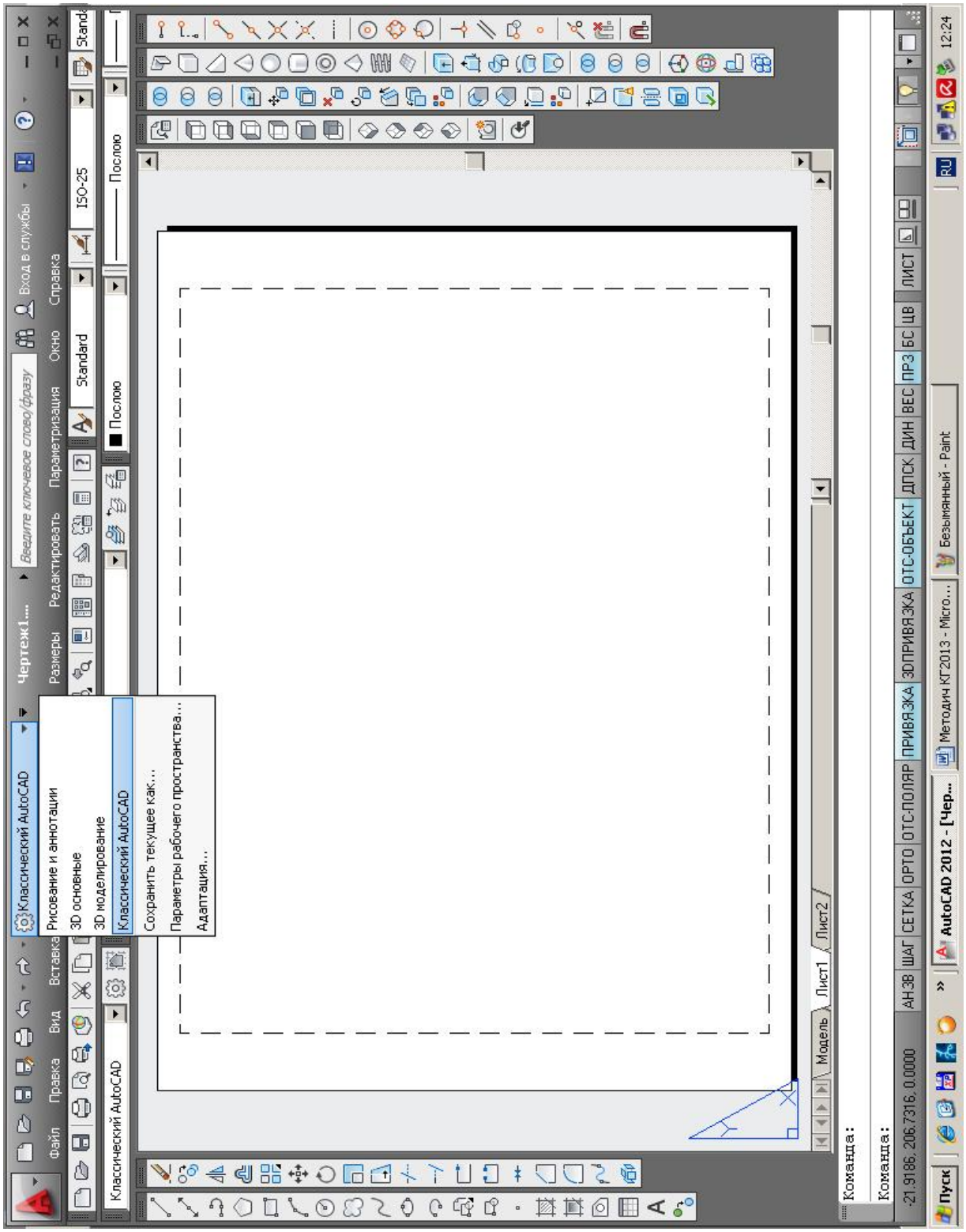


Рис. 1.2.1. ***Рабочее пространство «Классический AutoCAD» графического редактора AutoCAD-2012***

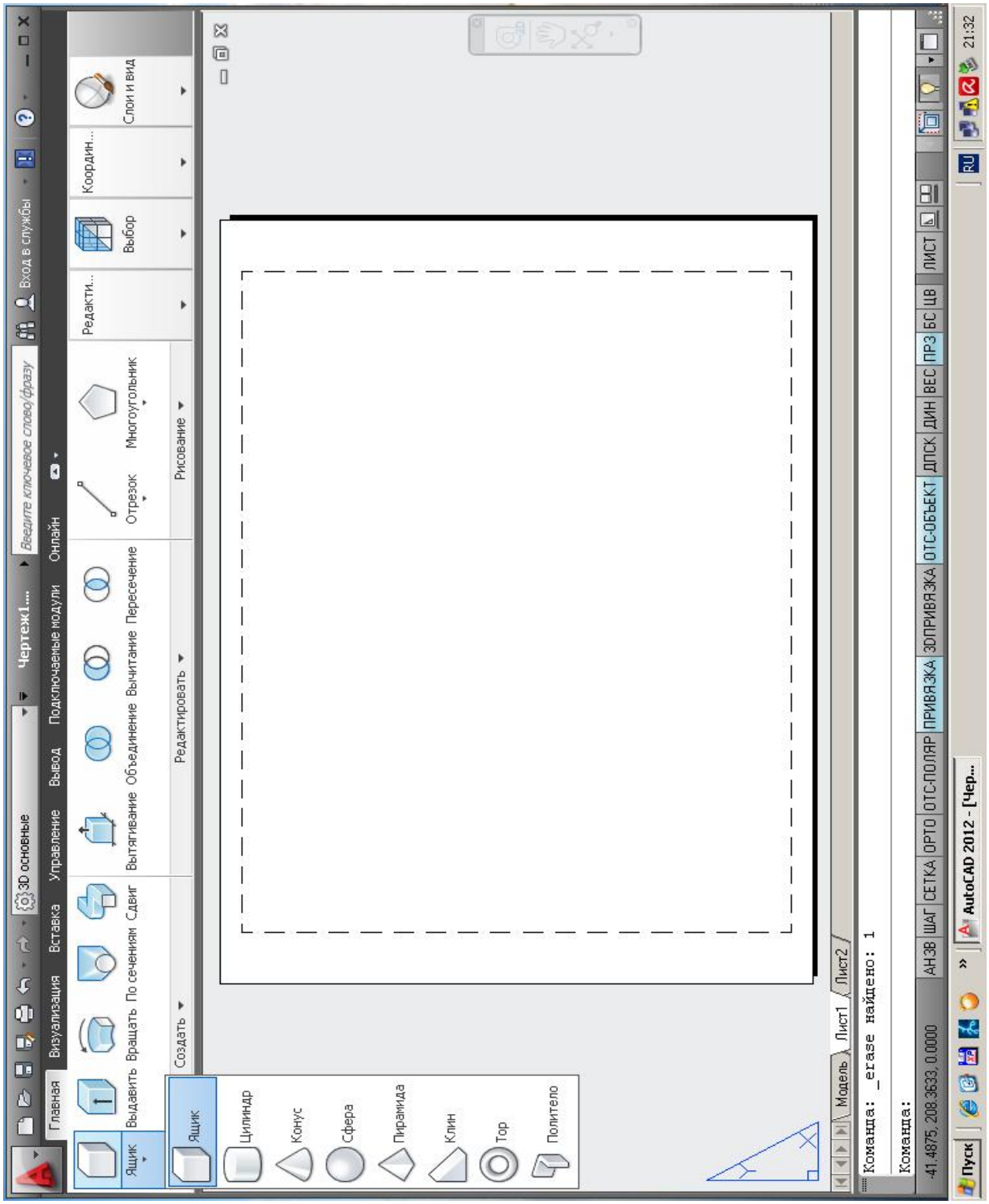


Рис.1.2.2. ***Рабочее пространство «3D моделирование» графического редактора AutoCAD-2012***

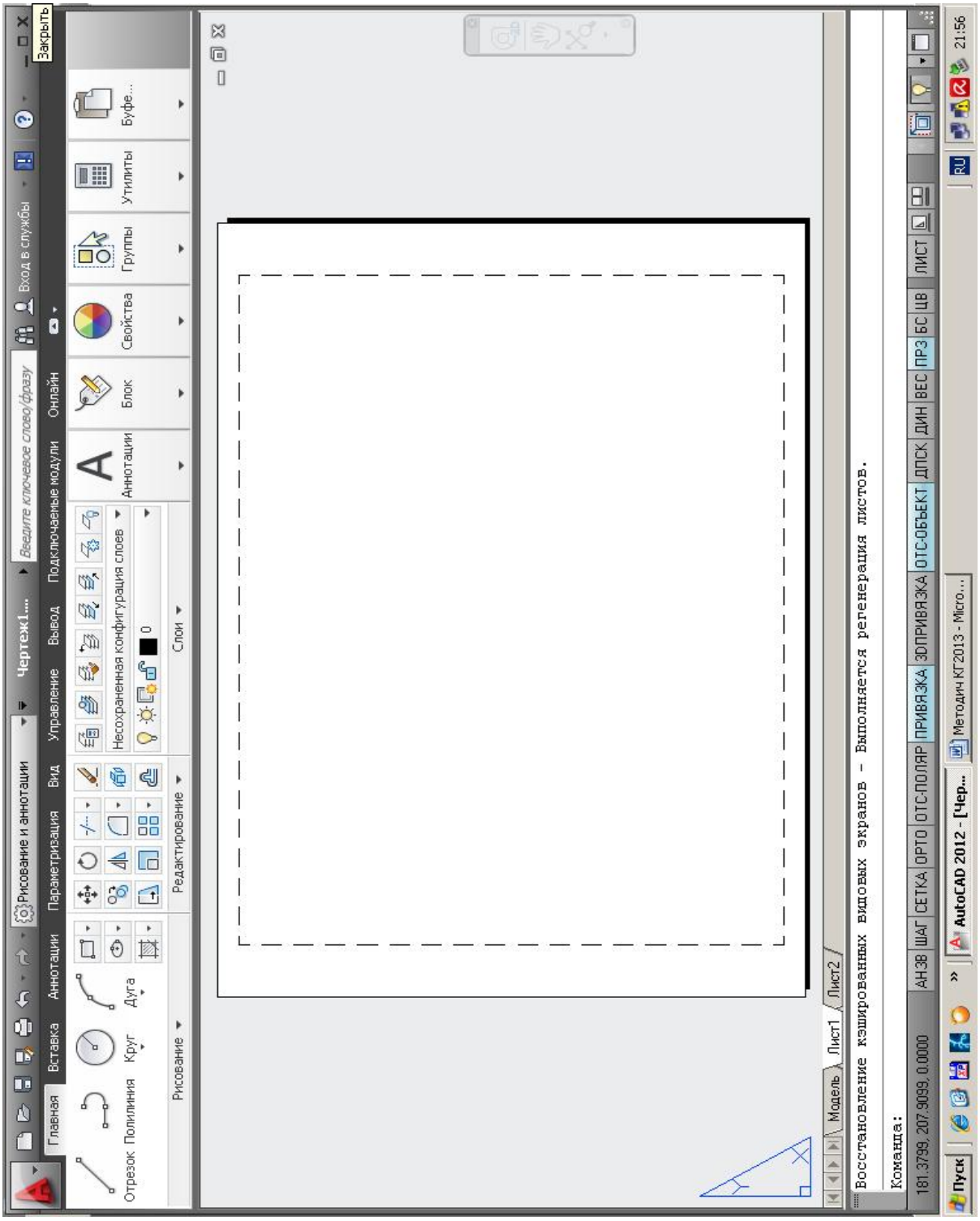


Рис.1.2.3. ***Рабочее пространство «Рисование и аннотации» графического редактора AutoCAD-2012***

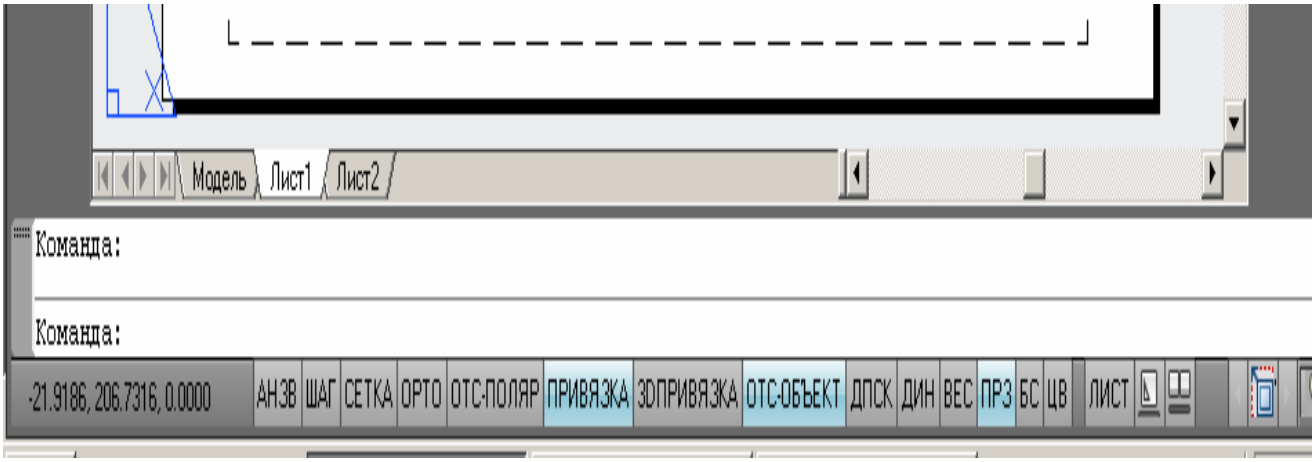


Рис.1.2.4. ***Статусная и командная строки***

ГЛАВНОЕ ОКНО СПРАВКИ

Итак, после вызова справки система предлагает пользователю доступ к комплекту документации пользователя (User Documentation).

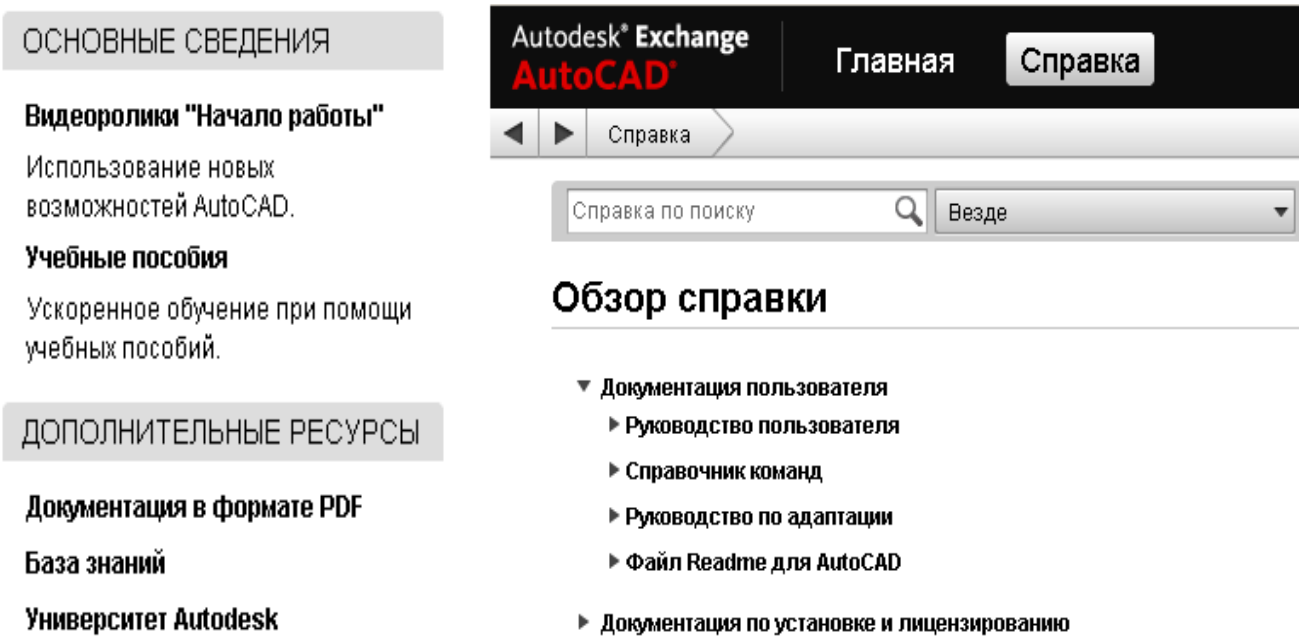


Рис.1.2.5. ***Окно оперативной справки***

КОНТЕКСТНАЯ ПОМОЩЬ

Приближение курсора мыши к кнопке панели инструментов (рис.1.2.6) сопровождается отображением на экране монитора окна контекстной подсказки.

ДОКУМЕНТАЦИЯ И ЛИТЕРАТУРА

Продукт AutoCAD поставляется вместе с комплектом электронной документации в виде файлов формата **.pdf**, для просмотра которых необходимо приложение **Adobe Acrobat Reader**. В комплект входят краткий справочник (Quick Reference), Руководство пользователя (**User's Guide**), Справочник по командам (**Command Reference**) и другие документы. Файлы можно найти в каталоге инсталляционного диска.

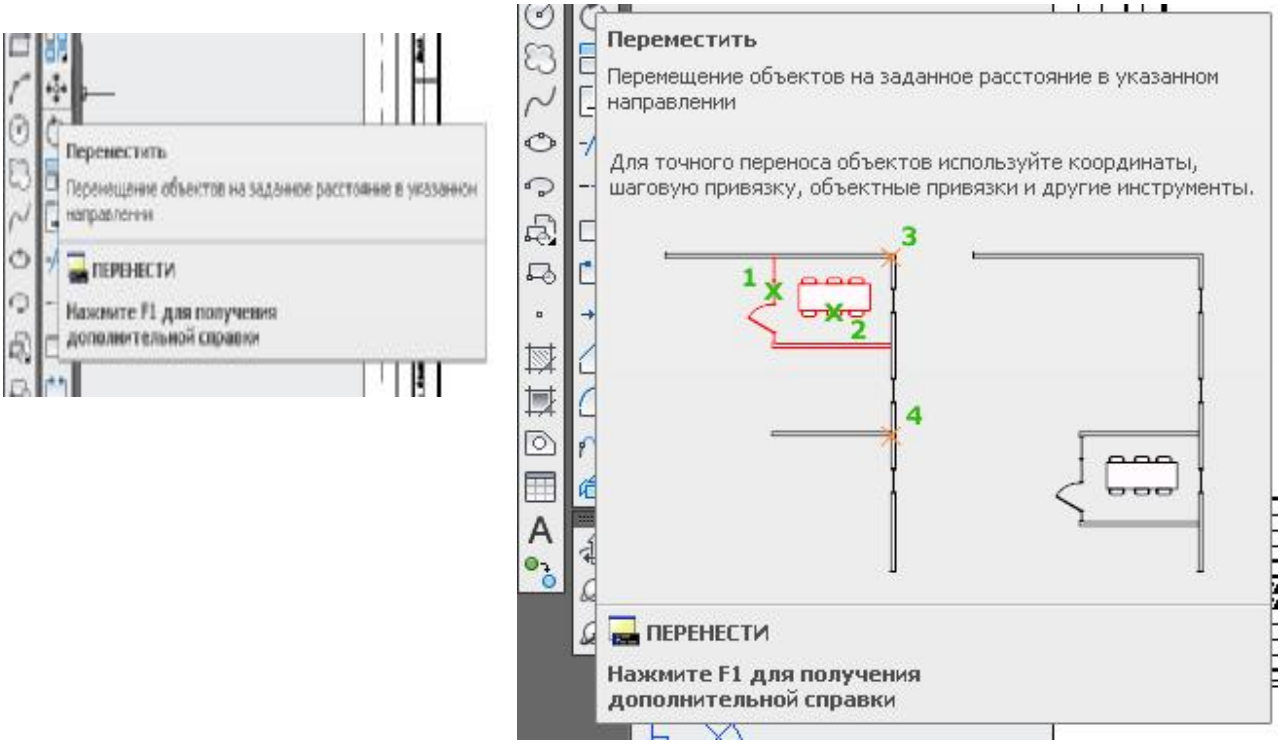


Рис. 1.2.6. ***Контексная помощь***

1.3. Математические основы AutoCAD

В компьютерной графике, как и в инженерной графике, фундаментальным связующим звеном является изображение. При решении задач фиксируют исходные данные и результаты. Исходными данными являются оригинал, вектор проецирования, плоскость проекций и трехмерное пространство. Результатом является проекция или модель оригинала. Промежуточные дан-

ные – проецирующие прямые – на чертежах и мониторах компьютера обычно не указывают.

Описание решения задач включает в себя строго определенную последовательность действий (операций), которые от исходных данных приводят к результату. Такая последовательность (программа, схема) действий носит название **алгоритм**. Алгоритм характеризуется определенностью, дискретностью процесса и массовостью.

Определенность процесса – это однозначность при переходе от любых заданных исходных данных к результату.

Дискретность – расчленение процесса на элементарные действия (блоки, типовые схемы), возможность выполнения которых не вызывает сомнений.

Массовость – возможность применения алгоритма для решения любой задачи из некоторой области знаний в условиях манипулирования исходными данными.

Теоретической основой геометрического моделирования является «Начертательная геометрия» и способы построения чертежей, которые представляют собой геометрические модели конкретных реальных изделий и сооружений. ***Геометрическая модель*** представляет собой аналог реального объекта (оригинала), в котором отброшены второстепенные свойства и оставлены лишь главные: ***форма, размеры*** и ***топология***. В начертательной геометрии изучаются способы создания изображений пространственных форм на плоскости, т.е. двухмерное геометрическое моделирование. Основным методом является метод проекций, т.е. проецирование объекта на две, три и более взаимно перпендикулярные плоскости (рис.1.3.1).

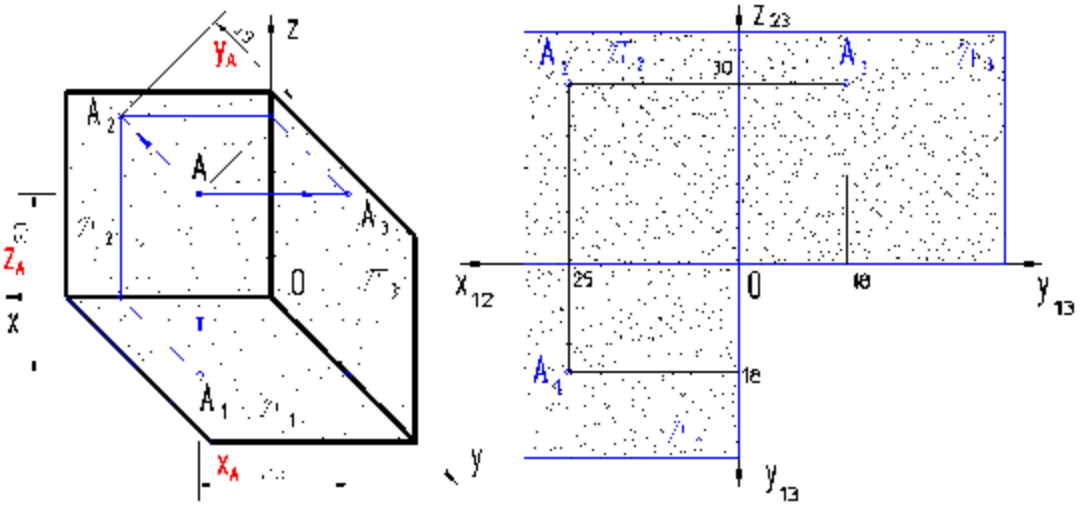


Рис.1.3.1. ***Схема образования трехмерного комплексного чертежа – эпюра Г. Монжа (справа)***

Модель Гаспара Монжа основана на модели Рене Декарта, который согласно теории аналитической геометрии предложил способ однозначного описания геометрических элементов объектов. Так на рис.1.3.1 представлен чертеж точки **A(25, 18, 30)**.

В настоящее время на смену традиционным инструментам начертательной геометрии (рейсшина, циркуль, кульман) пришла «железная леди» по имени AutoCAD в лице электронного художника и модельера геометрических форм, предлагающая совсем иной инструментарий (экран, мышь, клавиатура, принтер) и превратившая процесс создания изображения в истинное блаженство!

Методы решения задач в AutoCAD основаны на теориях аналитической и вычислительной геометрии и поэтому в корне отличаются от методов начертательной геометрии. Объединяющим звеном технологии AutoCAD и начертательной геометрии является решение задач инженерной графики.

Приведем пример решения некоторой задачи в системе AutoCAD. Пусть требуется представить изображение куба размером 100x100x100 в прямоугольной изометрии. С помощью команды «Ящик» создаем изображение куба.

Сущность метода параллельного аксонометрического проецирования заключается в том, что объект относят к некоторой системе координат и затем проецируют параллельными лучами на плоскость вместе с координатной системой. На рис.1.3.2 показана точка **A**, отнесенная к системе прямоугольных координат Oxyz. При построении параллельной проекции можно произвольно выбрать плоскость проекций П* и направление проецирования S. Геометр прошлого века Карл Польке в 1853 году доказал теорему (основная теорема аксонометрии): «Три отрезка произвольной длины, лежащие в одной плоскости и выходящие из одной точки под произвольными углами друг к другу, представляют собой параллельную проекцию трех равных и взаимно перпендикулярных отрезков, отложенных на координатных осях от начала».

Для построения аксонометрического изображения в рамках AutoCAD достаточно, имея модель объекта, обратиться к команде «Вид», указать на вкладку «Ю-З». В программу вложены формулы (1.3.1) преобразования координат X, Y и Z точек, принадлежащих заданному геометрическому объекту, в координаты X^*, Y^* и Z^*, которые определяют их положение на плоскости картины $П^*$ (рис.1.3.2).

Обращением к вкладке «Визуальные стили» или «Раскрашивание» решается вопрос наглядности отображения объекта, например, посредством выбора опции «Реалистичный». В базу данных AutoCAD заложены различные

способы раскрашивания и тонирования поверхностей, алгоритмы удаления невидимых линий и другие средства интерактивой компьютерной графики.

$X^* = -X*Cos(\mathbf{a_z}) – Y*Sin(\mathbf{a_z})$;

$Y^* = X* Sin(\mathbf{a_z})* Sin(\mathbf{a_x}) – Y* Cos(\mathbf{a_z})*Sin(\mathbf{a_x}) + Z* Cos(\mathbf{a_x})$; (1.3.1)

$Z^* = Z* Sin(\mathbf{a_x}) – X*Sin(\mathbf{a_z})* Cos(\mathbf{a_x}) + Y*Cos (\mathbf{a_z})* Cos (\mathbf{a_x})$.

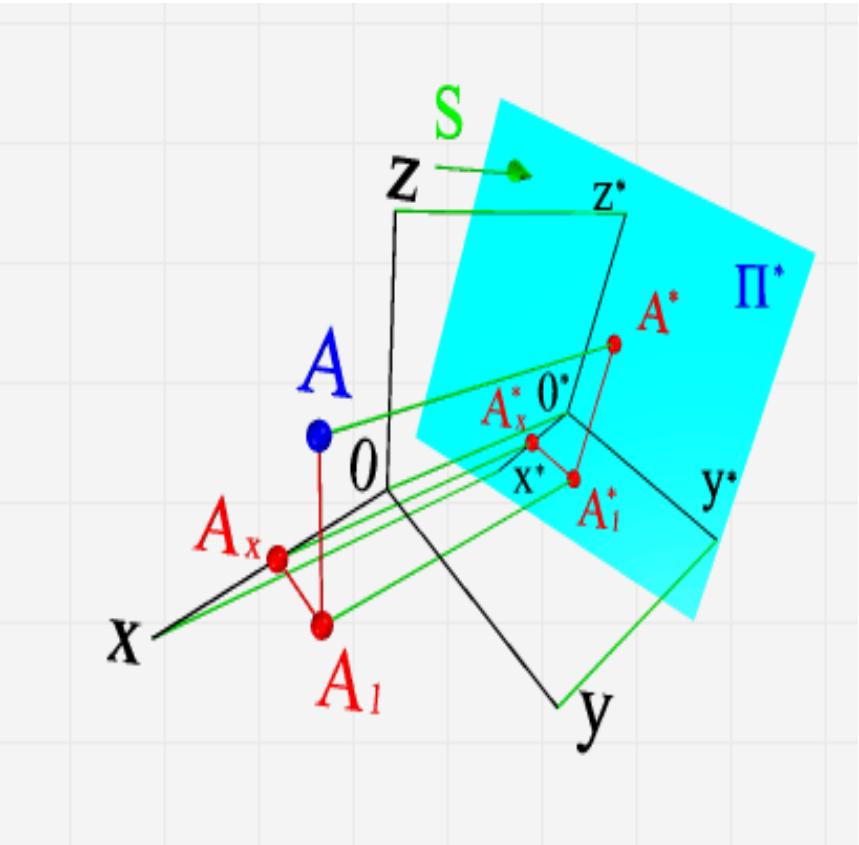


Рис.1.3.2. ***Образование параллельной проекции (аксонометрии)***
S – вектор проецирования; точка A – оригинал в системе X,Y,Z; A – проекция точки A на плоскость П*; A^*_1 – вторичная проекция точки A*

Программа AutoCAD – саморазвивающаяся система, у которой постоянно усложняются цели при сохранении преемственности в своем развитии. Как любая система, AutoCAD имеет ***цель, структуру*** и ***ресурсы***. Напомню, что **система** – это целенаправленное множество, состоящее из взаимосвязанных

между собой частей, которые своим функционированием обеспечивают его целостность. Программа AutoCAD – образцовый пример понятия «система».

Автор данного пособия является разработчиком отечественного программного обеспечения системы «СУМРАК» (СУперэлементный Метод Расчета Авиационных Конструкций), предназначенного для расчета и проектирования сложных подкрепленных оболочек, типа вертолета, на статические и динамические нагрузки. Без подсистемы подготовки и оформления результатов расчета эта система была бы невостребованной. Такая подсистема была создана и стала предметом кандидатской диссертации по специальности «САПР» (научный руководитель: Бурман З.И., 1986 г., ведущие организации: ЦАГИ им. Н. Е. Жуковского, МВЗ им. М. Л. Миля), поэтому технология, реализованная в системе AutoCAD, вызывает у автора восхищение, а именно:

- Диалог пользователя с системой осуществляется посредством подачи команд; процесс рисования геометрических элементов отображается на экране монитора; результат диалога заносится в протокол и представляет собой программу, составленную на языке AutoLisp, имеющем самую экономную списковую структуру хранения данных.

- Представление геометрических форм реальных объектов выполняется в нескольких изобразительных системах и даже в движении (анимации), которое можно записать на слайд.

- Автоматизирован процесс формирования чертежа – моделирование основных и дополнительных видов, сечений и разрезов и т.п.

1.4. Начало работы. Настройка параметров чертежа и рисования

Будем полагать, что на вашем компьютере программа AutoCAD успешно установлена и соответствующим образом настроена, и вы готовы к ее использованию. Для запуска программы достаточно дважды щелкнуть левой клавишей мыши по ярлыку AutoCAD.

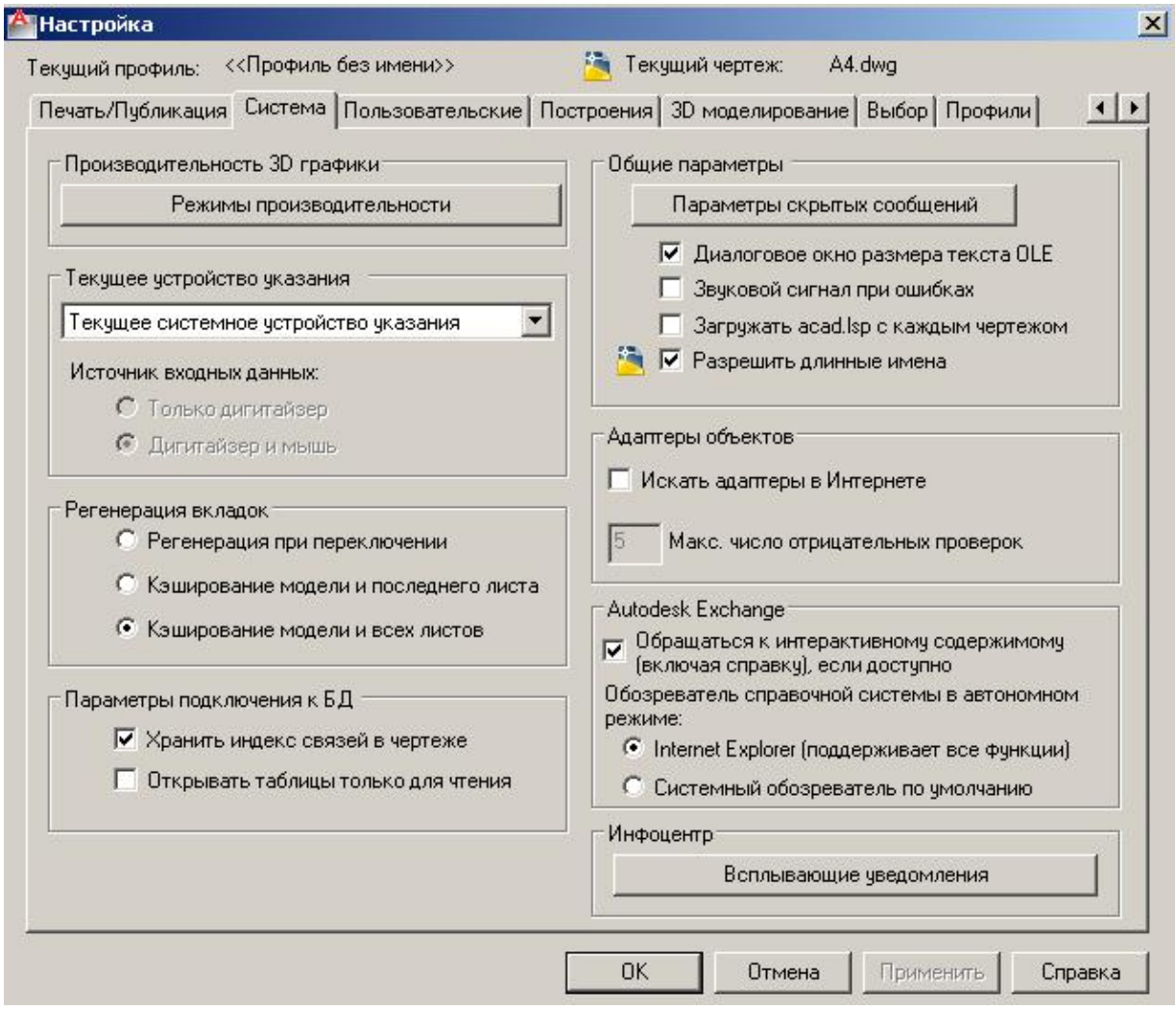


Рис.1.4.1. ***Диалоговое окно «Настройка»; вкладка «Система»***

На экран выводится окно приложения с пустым окном нового файла чертежа. По умолчанию файлу дается имя в формате DrawingNN.dwg, где обозначен порядковый номер чертежа, открытого в текущем сеансе работы.

Весьма предпочтительнее воспользоваться шаблоном. Шаблон – это обычный файл чертежа со специальным расширением имени, **.dwt**, применяемый в качестве прототипа для создания новых чертежей. Можно найти и выбрать произвольный шаблон, настроенный специально для конкретных видов работ, поскольку сведения о всех режимах работы сохраняются в систем-

ных переменных (startup, dbmod). *Удачно выбранный шаблон – это одно из условий будущего успеха*.

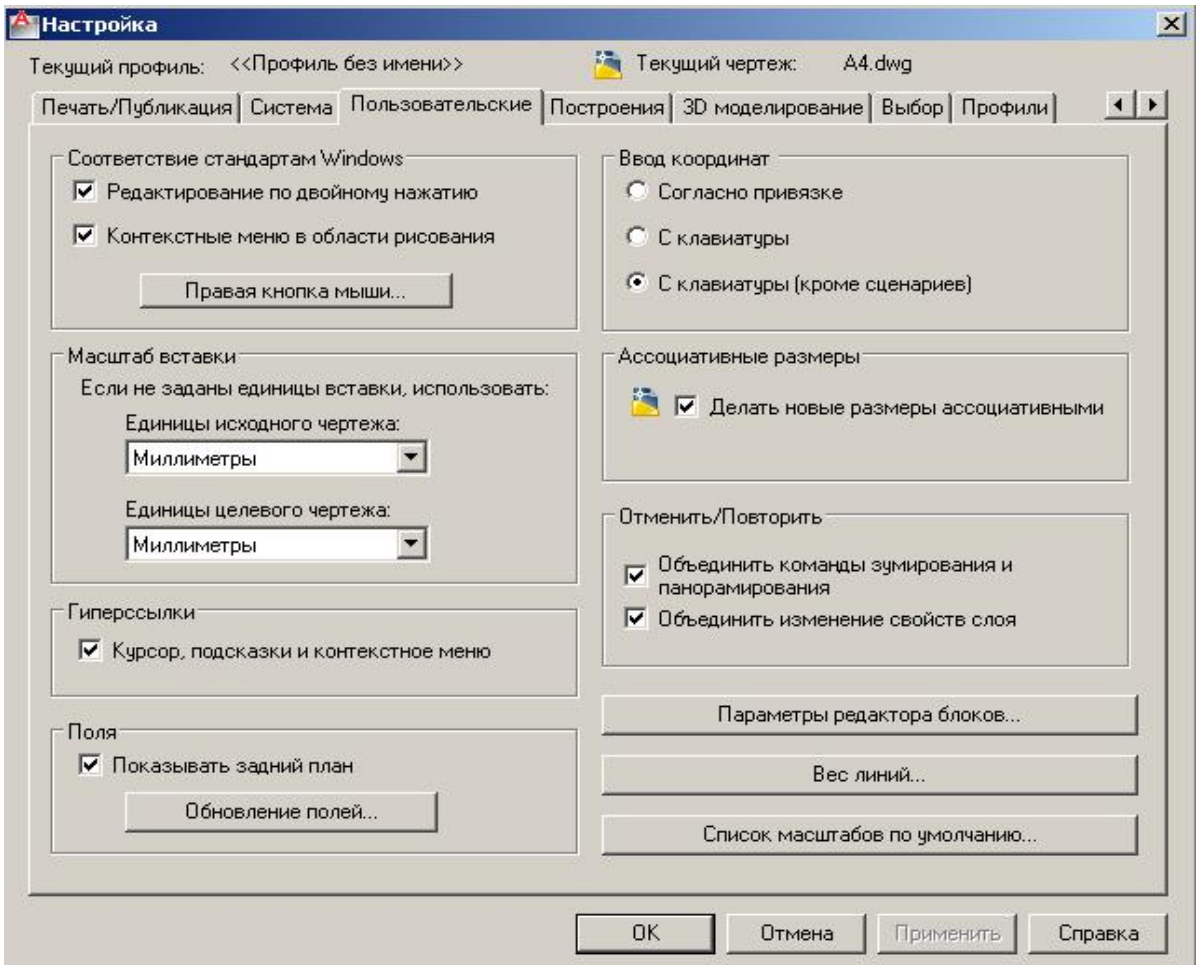


Рис.1.4.1. ***Диалоговое окно «Настройка»; вкладка «Пользовательские»***

НАСТРОЙКА ЛИНЕЙНЫХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ

AutoCAD при отображении графической информации использует безразмерные единицы. Пользователь работает в конкретной предметной области, поэтому в его обязанности входит интерпретация информации, наполнение ее реальным смыслом, т.е. применение тех или иных единиц измерения. Создавая чертеж, система предлагает выбрать одну из систем линейных мер – метрическую или англо-американскую.

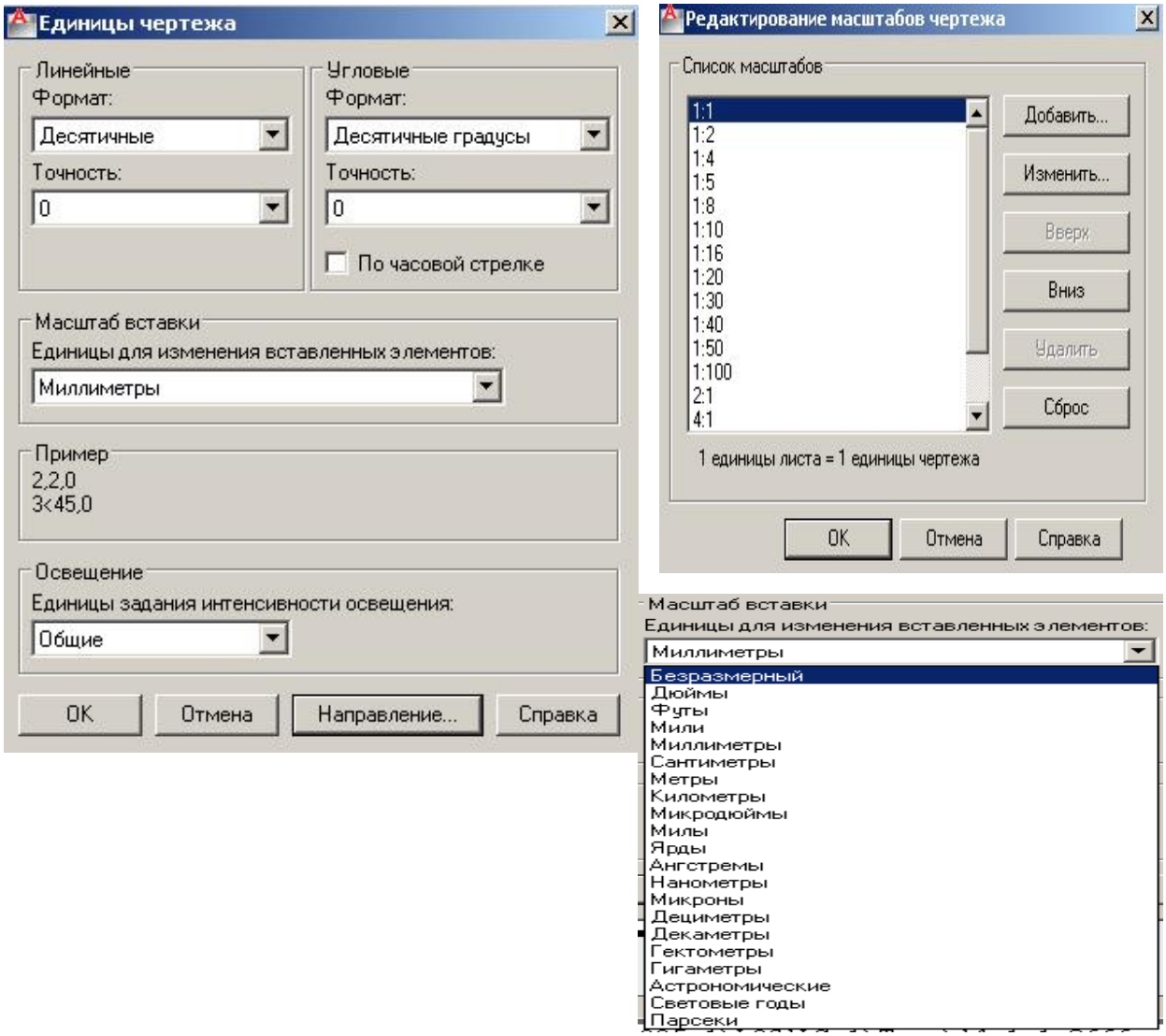


Рис.1.4.3. ***Диалоговые окна «Единицы чертежа» (слева) и «Масштаб чертежа»(справа)***

Для дальнейшего уточнения выбора используются диалоговые окна «Единицы измерения» и «Редактирование масштабов чертежа» (рис.1.4.3, слева), вызываемые из падающего меню, из вкладки «Формат». Форматом отображения значений управляет системная переменная «**unitmode**».

В AutoCAD различается пять типов линейных единиц:

архитектурный (Architectural) – количество футов и дюймов, дробная часть – правильная дробь;

десятичный (Decimal) – предлагается по умолчанию;

технический (Engineering) – число футов и дюймов, дробная часть – правильная дробь;

с дробной частью (Fractional) – число единиц, дробная часть – правильная дробь;

научный (Scientific) – десятичная мантисса и порядок.

Для справки: 1 дюйм = 2.54 см; 1 фут = 12 дюймов = 30.48 см.

В раскрывающемся списке «Точность» указывается вариант точности округления линейных величин. На рис.1.4.3 указано округление с точностью до целых единиц.

Раскрывающийся список «Масштаб вставки» (рис.1.4.3) предлагает варианты задания единиц измерения для блоков, вставляемых в текущий чертеж. В качестве значения масштаба применяется отношение единицы измерения, установленной для блока, к единице, принятой на чертеже. Опция «Безразмерный» указывает системе обходиться без масштабирования. В ситуации, когда эта опция выбрана для вставляемого блока, целевого чертежа или обоих одновременно, принимаются во внимание значения по умолчанию, заданные в диалоговом окне «Настройка» вкладки «Сервис» падающего меню (рис.1.4.2).

НАСТРОЙКА УГЛОВЫХ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ

Раскрывающийся список «Угловые» содержит пять опций (рис.1.4.3):

- десятичные градусы;
- градусы/минуты/секунды;
- грады;
- радианы;
- топографические.

Напомним, что 1 минута (1‘) = (1/60)°; 1 секунда (1“)= (1/60)’; град – (1/100)-я прямого угла; 1 радиан = $\mathbf{180°/\pi} =$ 57.32° – величина центрального угла дуги, длина которой равна радиусу ($\boldsymbol{\pi}$ радиан равно 180 градусам).

МАСШТАБ ЧЕРТЕЖА

Получение изображения на экране – отнюдь не окончательный итог работы. Чертеж должен удачно располагаться на листе бумаги выбранного

стандартного формата и сохранять при этом место для основной надписи и других служебных геометрических элементов.

Масштаб представляет собой отношение размеров геометрической модели реального объекта и его «образа» на бумаге к габаритам реального объекта. Не следует путать понятие «масштаб чертежа» с масштабом экранного изображения, который можно динамически изменять с помощью команды «ZOOM» и собственным масштабом графического изображения, настраиваемым с помощью команды «SCALE» (рис.1.4.3).

ШАБЛОНЫ

Шаблон – это файл чертежа, который является прототипом для создания чертежей определенного значения и класса. Файлы шаблонов снабжаются специальным расширением имени – **.dwt**. В шаблоне сохраняются параметры линейных и угловых единиц измерения и печатной страницы, значения лимитов чертежа, наборы предопределенных слоев, текстовых и размерных стилей и многое другое.

Поэтому ***удачно выбранный шаблон – это одно из условий будущего успеха в работе***.

1.5. Структурная организация данных: свойства объектов и слои, блоки и атрибуты, сведения о чертеже и его элементах

Каждому графическому примитиву AutoCAD присущи те или иные свойства. Как организованы объекты чертежа? Как управлять их многочисленными и разносторонними свойствами? Какие технологии структурирования данных реализованы в составе AutoCAD и в чем их преимущества? Ответы на эти вопросы вы найдете в данном разделе.

ЦВЕТ

Цвет – это первое, фундаментальное и универсальное свойство любого объекта. Применение получили две взаимосвязанные модели представления цвета. Первая, обозначаемая аббревиатурой **RGB** (от red, green, blue – красный, зеленый, синий), основывается на том факте, что любой оттенок можно получить в виде смеси основополагающих цветов, взятых в подходящих пропорциях (рис.1.5.2). Количество «частей» каждого «ингредиента» задают в виде целых чисел из интервала от 0 до 255. Вторая, альтернативная модель цвета (рис.1.5.3) под названием **HSL**, образует оттенок на основе сложения трех составляющих тона (hue), насыщенности (saturation) и яркости (luminance).

На вкладке «Индекс цвета», показанной на рис.1.5.1, представлены стандартные цвета.

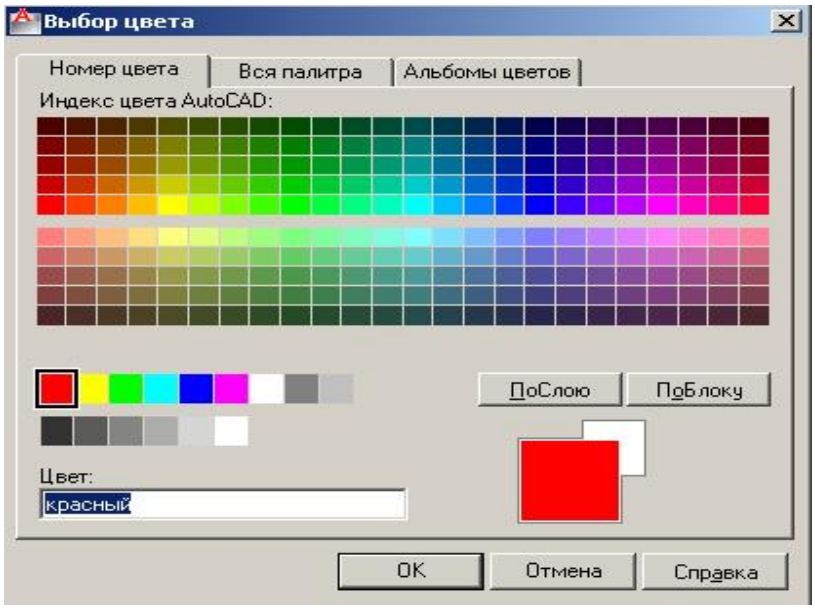


Рис.1.5.1. ***Диалоговое окно «Выбор цвета» из «Формат» → »Цвет…»***

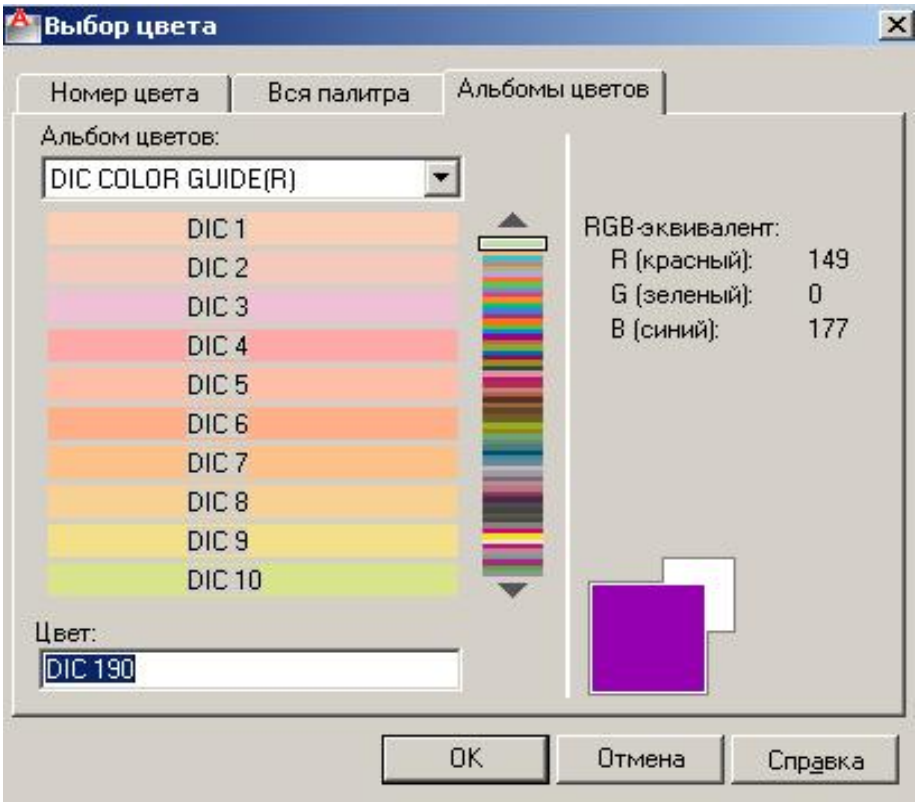


Рис.1.5.2. ***Диалоговое окно «Выбор цвета»; вкладка «Альбом цветов»***

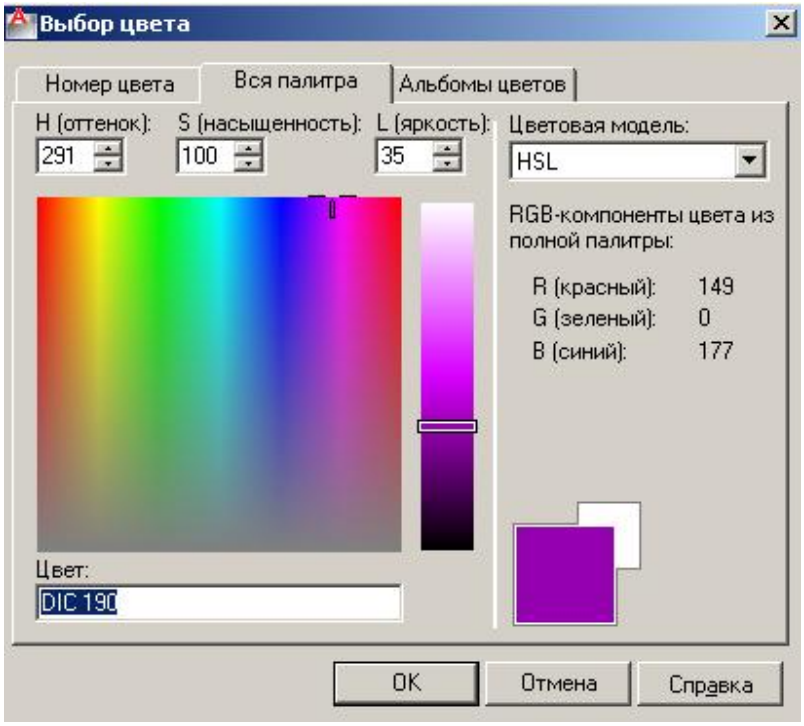


Рис.1.5.3. ***Диалоговое окно «Выбор цвета»; вкладка «Вся палитра»***

ТИП ЛИНИИ

Под ***типом линии*** понимается графический шаблон, определяющий размеры и взаимное расположение отдельных штрихов, точек и пробелов, из которых образуется линия. По умолчанию предлагается применять сплошную линию типа **continuous**. Выбор типа линии осуществляется с помощью команды «**LineType**». Для вызова ее удобно использовать маршрут:

«Формат» →«Тип линий…». Многоточие после названия означает, что откроется диалоговое окно (рис.1.5.4). В списке, расположенном в центре окна, отображаются наименования и графика загружаемых типов линий.

Если в процессе работы возникает потребность в изменении линии отдельного объекта, оптимальным инструментом для достижения цели служит команда «Свойства» (**Properties**).

МАСШТАБИРОВАНИЕ элементов графического образца, определяющего тип линии, выполняется посредством включения вкладки «Все подробности» (рис.1.5.5). Поле «Глобальный масштаб» (Global scale factor) и системная переменная **lscale** содержат общий для всех типов линий коэффици-

ент масштабирования, по умолчанию равный единице. В поле «Текущий масштаб» (Current Object Scale, в системной переменной (**celscale**) можно создавать **текущий уровень масштабирования**, который умножается на глобальный (общий) коэффициент масштабирования и применяется в дальнейшей работе вплоть до момента принудительного изменения.

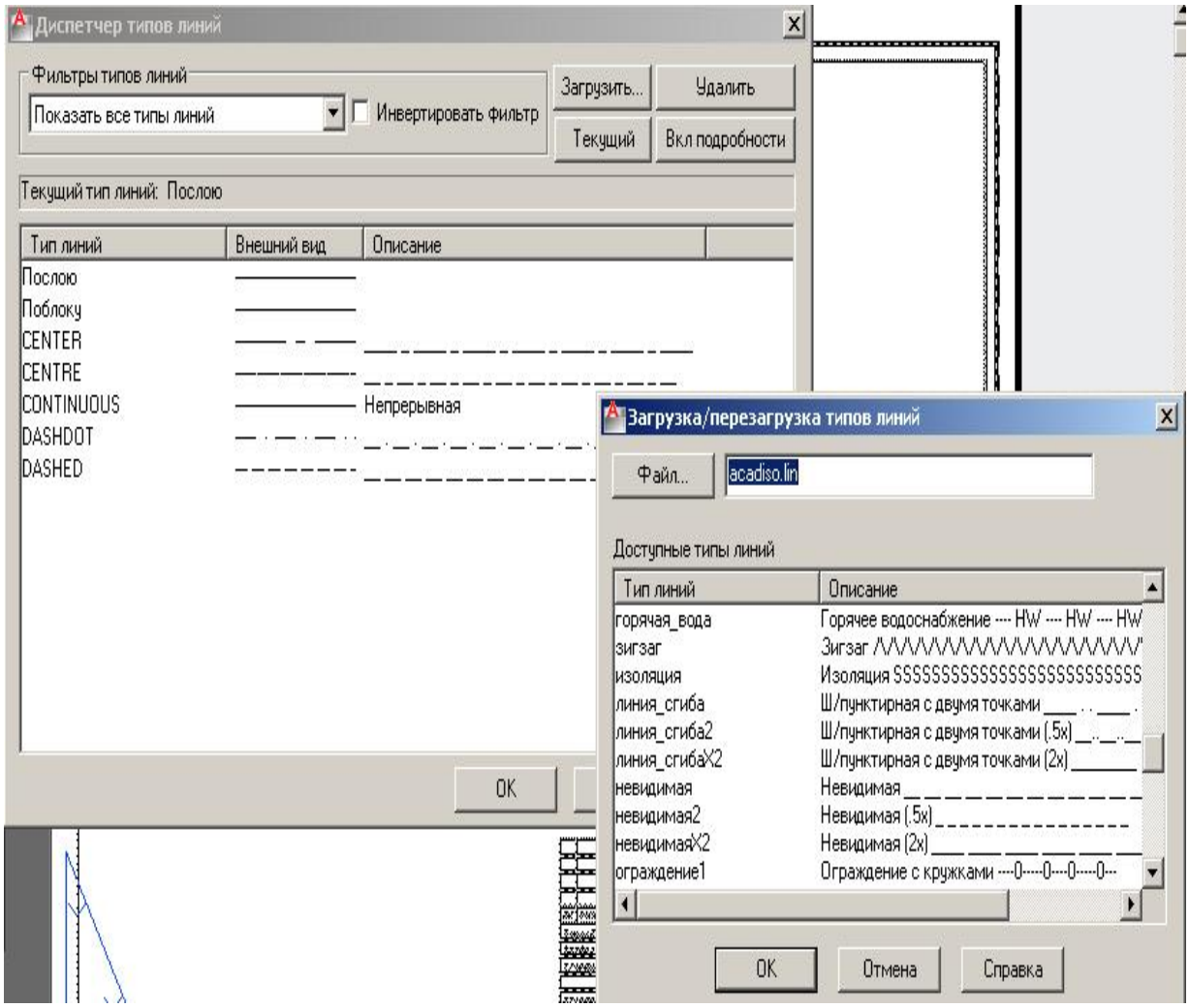


Рис.1.5.4. ***Окно «Диспетчер типов линий»; вкладка «Загрузить»***

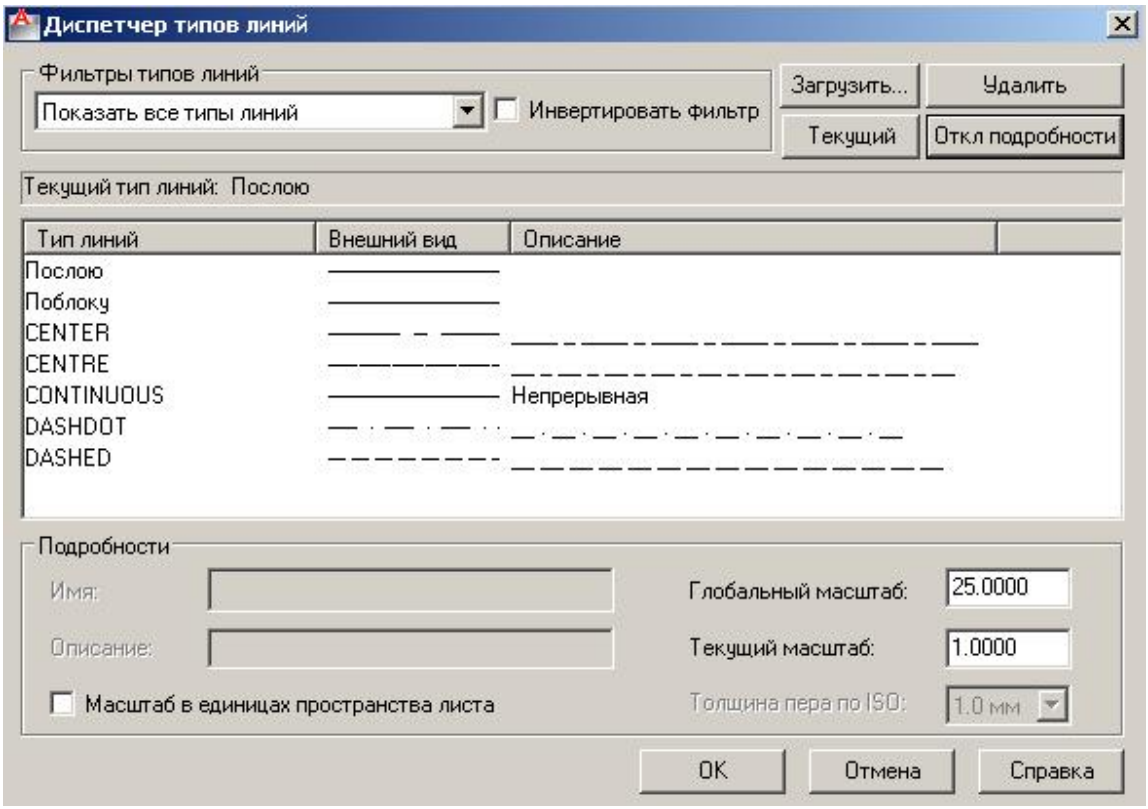


Рис.1.5.5. ***Диалоговое окно «Показать все подробности»: «Глобальный масштаб» и «Текущий масштаб»***

Масштабирование элементов графического образца, определяющего тип линии, выполняется посредством включения вкладки «Все подробности» (рис.1.5.5). Поле «Глобальный масштаб» (Global scale factor) и системная переменная **lscale** содержат общий для всех типов линий коэффициент масштабирования.

Наконец, включение опции «**Масштаб в единицах пространства листа**» (Use paper space units for scaling, рис.1.5.5) означает, что элементы образцов линий подлежат единообразному масштабированию независимо от того, где созданы объекты: в пространстве модели или листа.

Еще один параметр, определяющий характеристики линии – это ее ТОЛЩИНА.

УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ

Прекрасным средством управления любыми свойствами графических элементов является палитра инструментов «Свойства», которую можно вызвать из падающего меню «Редактирование» или контекстного меню «Свойства» посредством указания объекта и нажатия правой клавиши мыши.

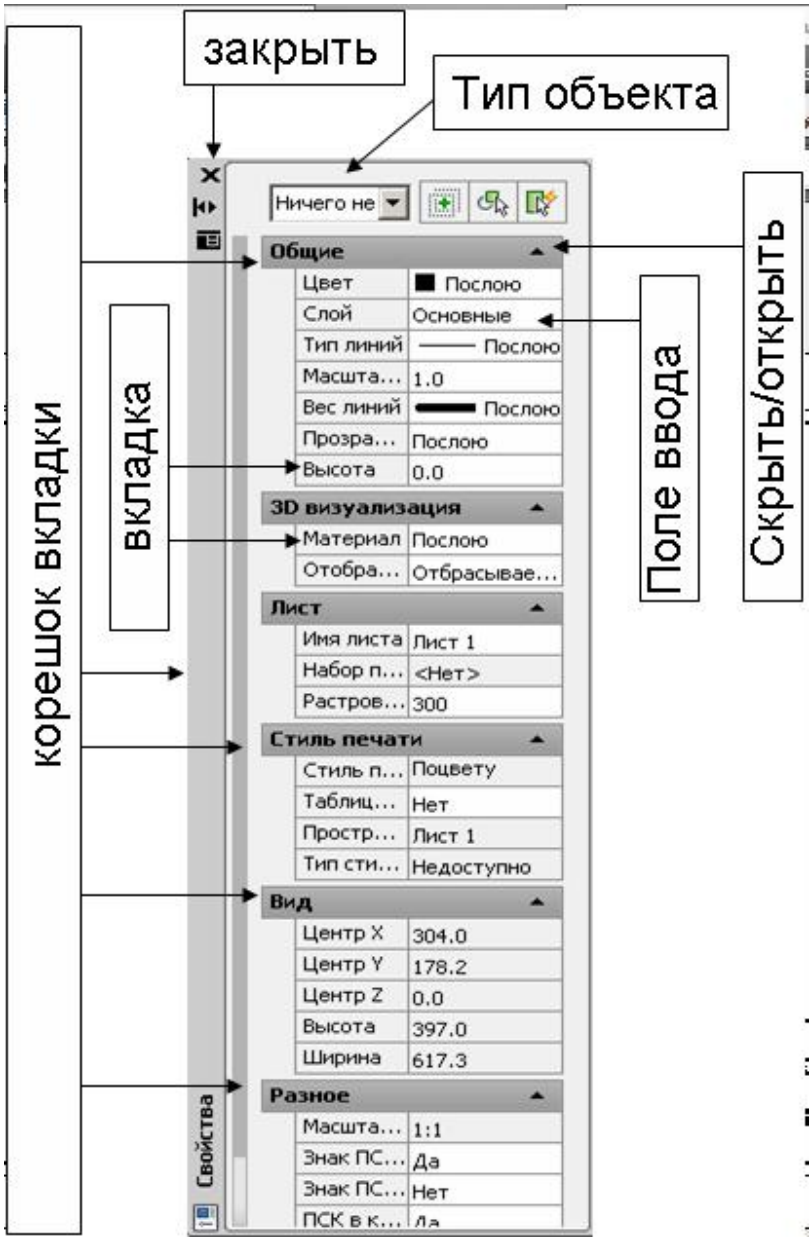


Рис.1.5.6. ***Диалоговое окно «Свойства»(Properties)***

Итак, диалоговое окно «Properties» – универсальное средство редактирования графических объектов AutoCAD (рис.1.5.6). Данное окно наделено несколькими полезными функциями и возможностями:

– **автоматическое сокрытие** с целью оптимизации использования площади экрана;

– **выбор режима свободного плавания** или закрепление этой панели.

Окно представляет набор интерфейсных элементов, разбитый на панели-вкладки по тематическому принципу. Каждая вкладка снабжена корешком с соответствующим названием. Щелчок по кнопке с изображением двух стрелок, расположенных в углу корешка, приводит к сокрытию/открытию вкладки.

Содержимое вкладки оформлено в виде таблицы с двумя столбцами (рис.1.5.6). В левом перечислены названия свойств, а в правом размещены интерфейсные элементы – поля ввода и раскрывающиеся списки той или иной структуры, позволяющие выбирать и задавать требуемые значения.

Если ячейка таблицы окрашена в серый цвет, редактировать ее содержимое запрещено.

Вкладка «Общие» (General) перечисляет универсальные категории свойств, общие для всех типов: цвет (Color), слой (Layer), тип линии (LineTipe), толщина (вес) линии (Lineweight) и высота (Thickness). На вкладке «Стиль печати» (Plot style) сосредоточены поля свойств, имеющих отношение к стилям печати. Вкладка «ВИД» (View) характеризует свойства текущего вида.

СЛОИ

Один из основных механизмов структурной организации данных чертежа AutoCAD основан на концепции слоев. Основной инструмент создания слоев и управления ими – диалоговое окно «***Диспетчер свойств слоев***» (Layer Properties Manager), которое открывается с помощью команды «Слой…» (рис.1.5.7) вкладки «Формат» падающего меню.

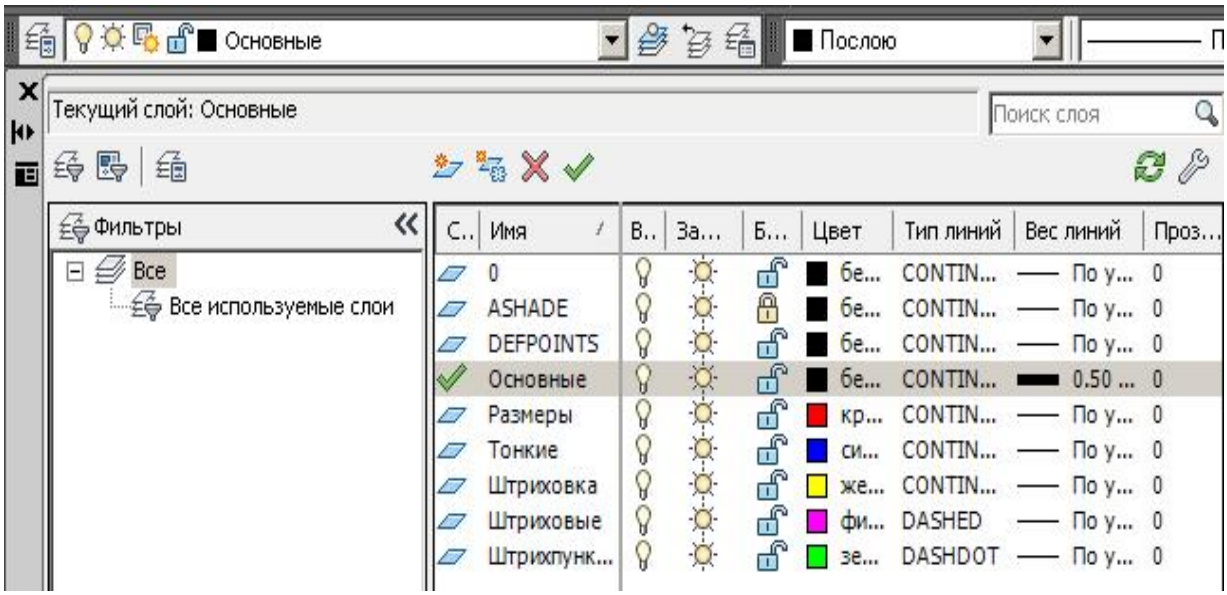


Рис.1.5.7. ***Диалоговое окно «Слой» (Layer)***

Слои обладают параметрами состояния, управляющими параметрами видимости («лампочка»), способностью к регенерации (процесс пересчета векторной информации в растровую с обновлением содержимого экрана называют регенерацией), возможностью внесения корректировок и готовностью к выводу на печатающее устройство.

- On/Off (Вкл/откл). Отключенный слой не виден, не выводится на печать и не редактируется, но вовлекается в процесс регенерации.
- Thawed/Frozen (Разморожен/Заморожен). Замороженный слой невидим, не поддается редактированию и печати. Замораживание слоев обеспечивает огромный выигрыш в повышении производительности системы.
- Unlocked/Locked (Разблокирован/Блокирован). Блокированный слой видим, готов к печати и регенерации, но не допускает редактирования. Это удобный инструмент устранения опасности непреднамеренного искажения чертежа, т.к. редактировать и удалять такие объекты нельзя.

Для создания нового слоя достаточно воспользоваться кнопкой «Новый слой» (New Layer). По умолчанию новому слою дается имя «Слой 1». Список слоев, расположенный в центре окна, пополняется новой строкой со значениями свойств, унаследованных от слоя, в данный момент помеченного курсором. Переименовать слой можно, если щелкнуть в пределах ячейки «Имя» строки и нажать клавишу <F2>.

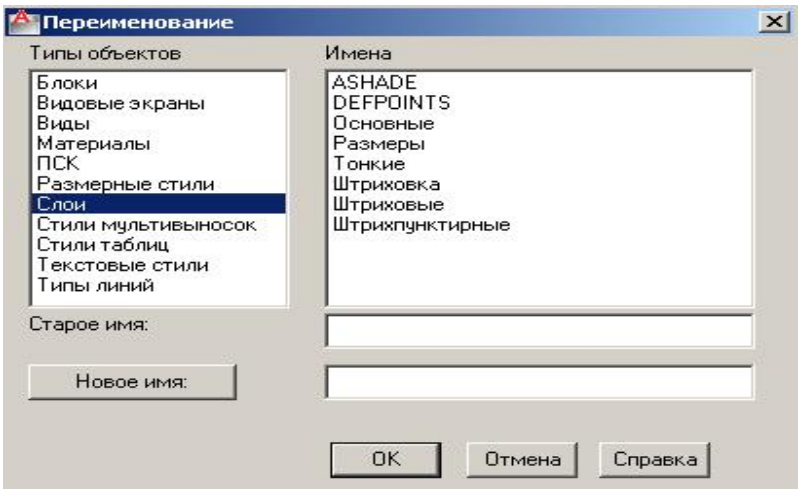


Рис.1.5.8. ***Диалоговое окно «Переименование» (Rename)***

Для освобождения чертежа от неиспользуемых слоев предназначена инструкция «Purge» (рис.1.5.9), вызываемая из «Формат»→ «Переименовать…». С помощью переключателя, расположенного в верхней части окна, можно задать критерий отбора объектов. Сведения о них оформляются в виде дерева.

Предположим, что пользователь пробует удалить слой – и безуспешно. Истинная причина неудачи остается неясной. На помощь приходит окно ***Purge***. После установки переключателя в положение «Просмотреть элементы, которые нельзя удалить» и выбора маршрута (ветви дерева), отвечающего пресловутому объекту, в нижней части окна на месте флажков появляется текст с подробным описанием причин, из-за которых удаление объекта запрещено.

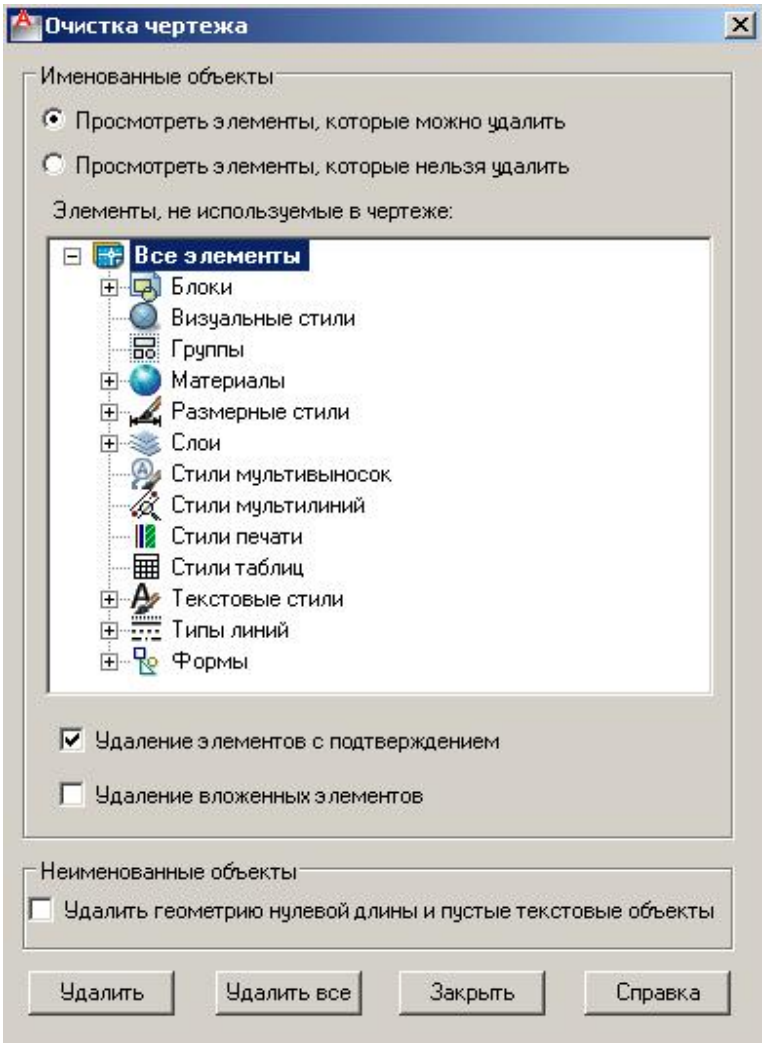


Рис.1.5.9. ***Диалоговое окно «Очистка чертежа» (Purge)***

БЛОКИ И АТРИБУТЫ

Блок – это именованный объект, который представляет собой набор из графических элементов любых типов, трактуемый как единое целое. В состав блоков могут входить вложенные блоки, число которых не ограничено.

Для формирования определения блока предназначена команда «Блок», которую можно выбрать по маршруту: «Рисование»→ «Блок»→ «Создать…» (рис.1.5.10). После вызова команды «Создать» на экране отображается диалоговое окно «Определение блока», представленное на рис.1.5.11.

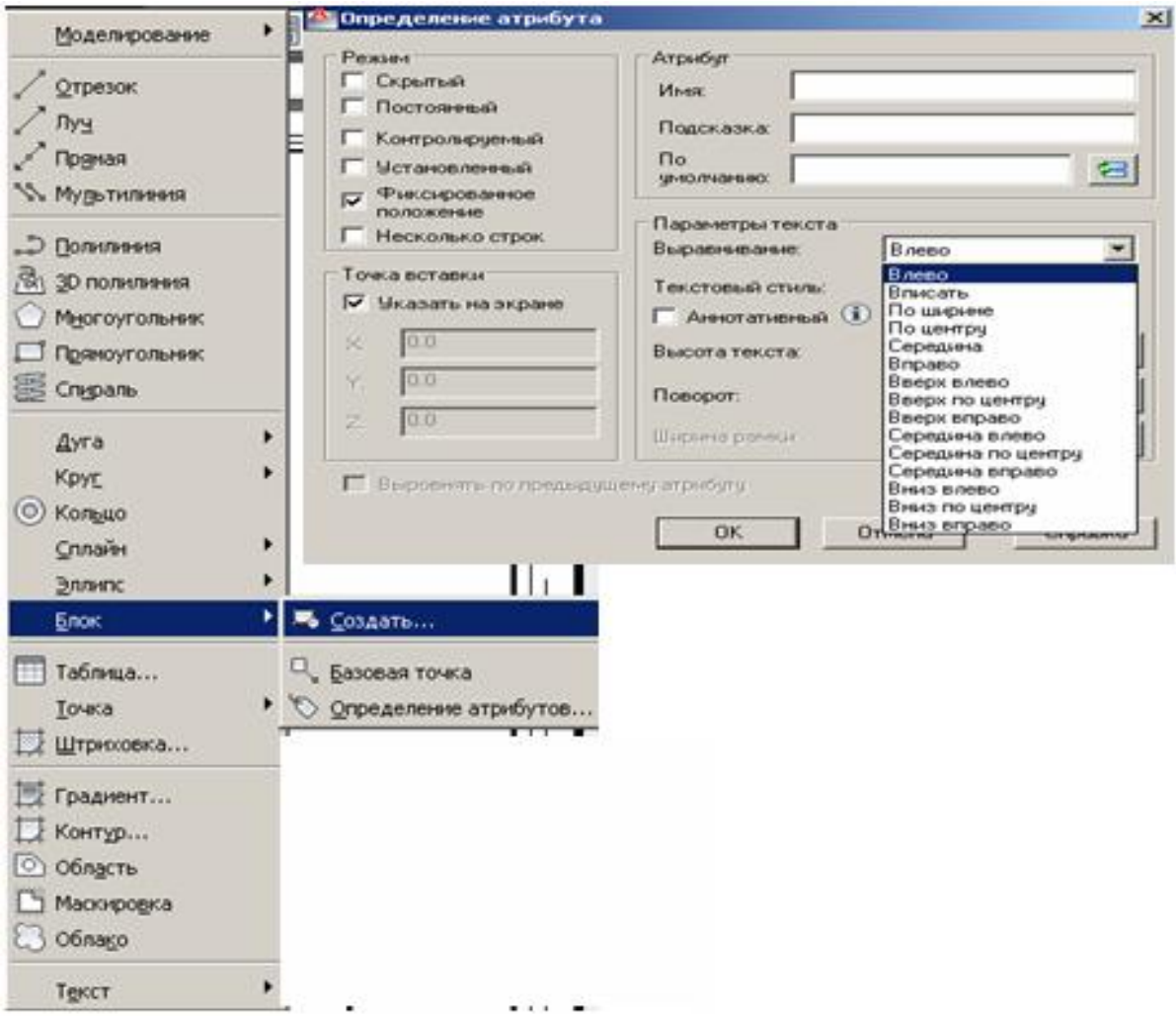


Рис.1.5.10. ***Вызов команды «Блок…» (Block) из падающего меню, Диалоговое окно «Определение атрибутов» (Attribute Definition)***

Поле Name «Имя» (рис.1.5.11) предназначено для наименования блока. Если объекты, подлежащие включению в блок, не были выбраны предварительно (об этом свидетельствует метка-сообщение «Объекты»), это можно сделать не прерывая команду. Щелчок на вкладке «Выбрать объекты» приводит ко временному сокрытию диалогового окна и переходу к графической зоне, где позволяется осуществить необходимый выбор. Для завершения процедуры выбора и возврата в окно «Определение блока» следует нажать <Enter>.

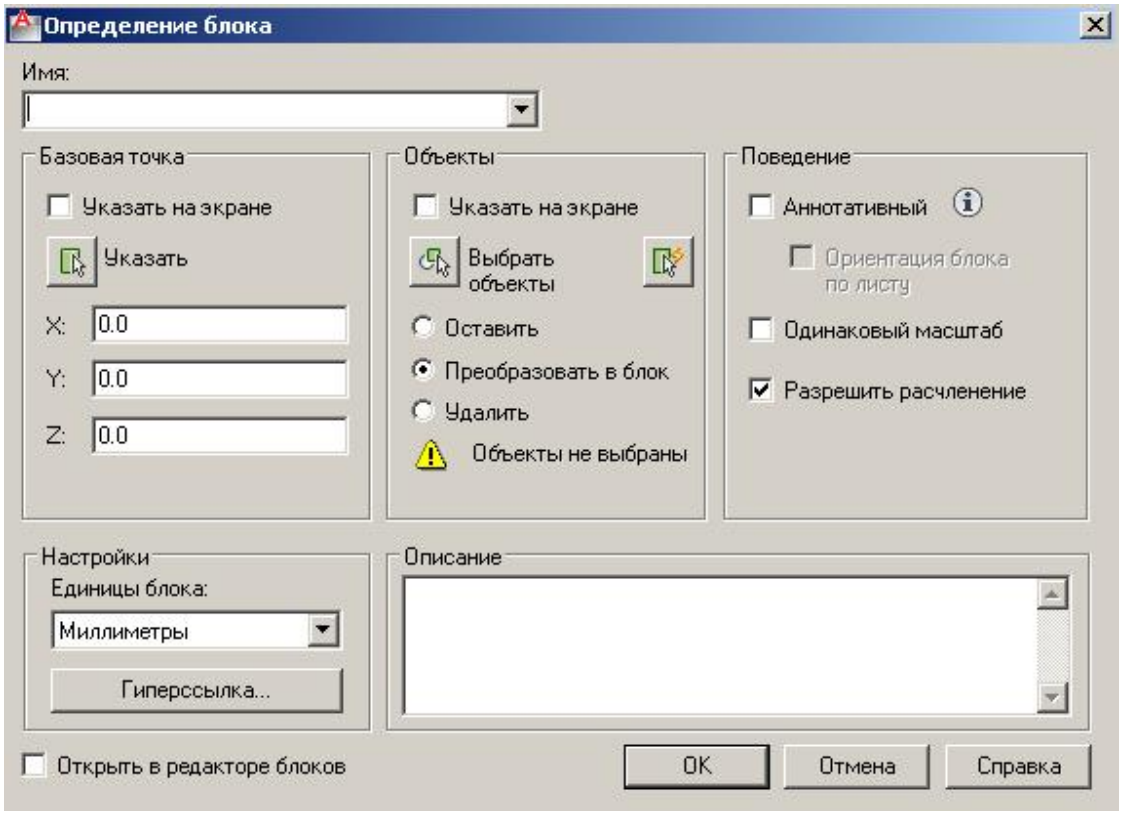


Рис.1.5.11. ***Диалоговое окно «Определение блока» (Block Definition)***

Применение вкладки «Гиперссылка…» (рис.1.5.11) приводит к открытию диалогового окна «Вставка гиперсвязи». После применения вкладки OK свойства блока сохраняются в чертеже. Если флажок на вкладке «Открыть в редакторе блоков» был установлен, AutoCAD активизирует *режим редактора динамических блоков*.

С помощью раскрывающегося списка «Единицы блока» (Block Unit) следует установить линейные размеры от ангстремов до парсеков. По умолчанию предлагаются миллиметры.

ВСТАВКА БЛОКА

Пока экземпляр блока не вставлен в чертеж, от него нет ощутимой пользы. Процедура вставки блоков, определенных в чертеже или хранимых в файлах, практически одинакова: в обоих случаях используется команда «Вставить». Команда отыскивается по маршруту: «Правка»→ «Вставить как блок» (Insert).

АТРИБУТЫ БЛОКА

Атрибуты на чертеже AutoCAD – это структуры данных, предназначенные для представления вспомогательной текстовой информации. Определение атрибутов блока выполняется до момента его формирования. Для этого предназначена команда ATTDEF, которую можно вызвать по маршруту: «Рисование»→ «Блок»→ «Определение атрибутов…» (рис.1.5.10). В поле «Подсказка» (Prompt) задается текст приглашения на ввод значения атрибута, отображаемый при вставке экземпляра блока. Поле «Имя» (**Tag**) предназначено для ввода **тега** (имени) атрибута – аналога заголовка таблицы базы данных. В строке тега недопустимы пробелы. В поле «По умолчанию» (Value) удобно задавать значение по умолчанию, подсказывающее формат ввода. Например, <**день. месяц. год**> для значений даты.

Свойства атрибута доступны для просмотра и изменения с помощью палитры инструментов «Свойства».

СВОЙСТВА ЧЕРТЕЖА

Особыми свойствами обладают не только отдельные графические объекты, но и чертеж в целом. Самую общую информацию о чертеже, открытом в среде AutoCAD, легко получить с помощью команды DWGPROPS, вызываемой по маршруту: «Рисование»→ «Свойства чертежа…». В результате на экране отображается диалоговое окно, начальная вкладка которого представлена на рис.1.5.12.

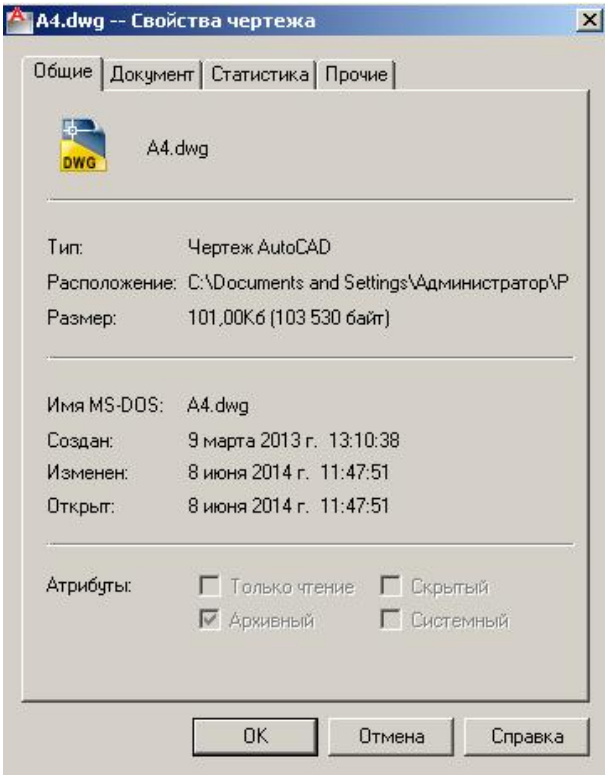


Рис.1.5.12. ***Диалоговое окно «Свойства чертежа» (Drawing Properties); вкладка «Общие»***

Приведем описание интерфейсных элементов вкладки «Общие» (General) этого окна в порядке их следования:

- наименование файла (**A4.dwg**, строка сохраняется в системных переменных **dwgname** и **savename**);
- тип документа (Type) – чертеж AutoCAD;
- местоположение папки (Location)
- размер в килобайтах (байтах);
- имя файла в сокращенном формате – MS-DOS Name;
- дата и время создания, изменения и последнего сеанса доступа;
- стандартные файловые атрибуты (Attributes) – только для чтения (Read only), архивный (Archive), скрытый (Hidden), системный (System) поддаются изменению только средствами операционной системы, например, функциями приложения «Проводник» Windows).

Вкладка «Документ» (Summary) представляет собой текстовые поля аннотации чертежа (рис.1.5.13). Их аккуратное заполнение полезно во многих отношениях, например, для быстрого отыскания с помощью инструментов диалогового окна «Поиск» (Search).

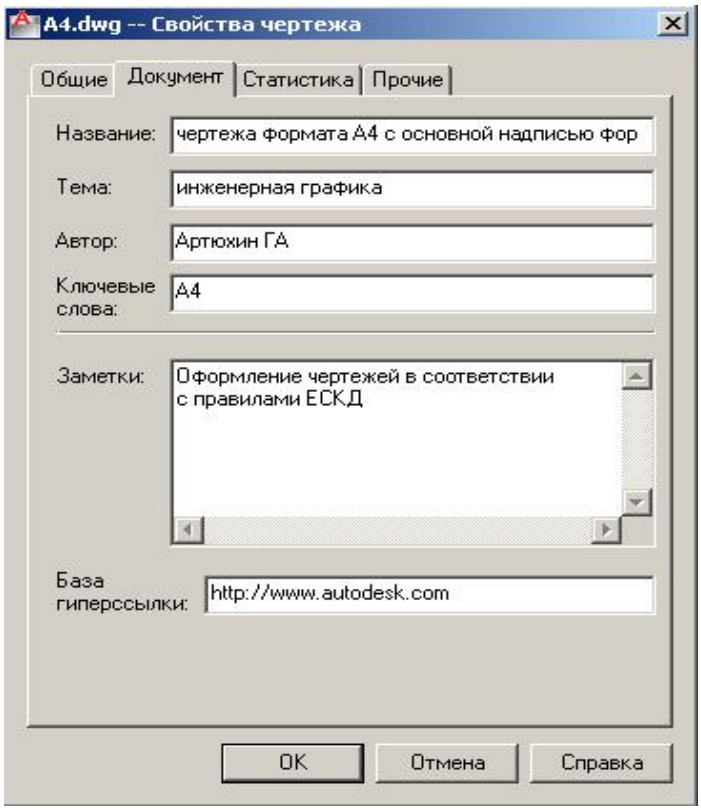


Рис.1.5.13. ***Диалоговое окно «Свойства чертежа»; вкладка «Документ»***

Поле «Название» (Title) представляет заголовок, «Тема» (Subject) – тему, «Автор» (Author) – сведения об авторе, «Ключевые слова» (Keywords) – список ключевых слов, « Заметки» (Comments) – дополнительные сведения, а поле «База гиперссылки» (Hyperlink base) – адрес, используемый в качестве базы для всех гиперсвязей, создаваемых в чертеже.

Рис.1.5.14. ***Диалоговое окно «Свойства чертежа»; вкладка «Статистика»***

Вкладка «Статистика» (Statistics), помимо данных о дате и времени создания или изменения файла отображает имя пользователя, который последним вносил изменения, общее время работы с чертежом и т. п. (рис.1.5.14).

СОХРАНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА И ЗАВЕРШЕНИЕ СЕАНСА

Для того чтобы завершить сеанс работы, необходимо сохранить его в памяти компьютера или на «флэшке». Для этого следует воспользоваться командой «Сохранить как…», которая выбирается по маршруту: «Файл» → «Сохранить как…» → «Сервис…» → «Параметры…» (рис.1.5.17). В раскрывающемся списке «Сохранять все чертежи как» перечисляются типы файлов, в которых может быть сохранено содержимое текущего чертежа. По умолчанию предлагается опция «Чертеж AutoCAD 2004».

Чертеж может быть защищен от несанкционированного просмотра посредством вызова команды «**Параметры безопасности**» (Security Options), которая выбирается по маршруту: «Файл» → «Сохранить как…» → «Сервис…» → «Параметры безопасности…» (рис. 1.5.15). В окне «Пароль» (Pass-

word) можно ввести пароль – строку, которая будет запрашиваться при каждой попытке открытия чертежа. В этом окне можно указать, следует ли защищать от несанкционированного просмотра поля аннотации чертежа. Для этого достаточно набрать пароль и включить флажок «Шифровать свойства чертежа» (рис. 1.5.16).

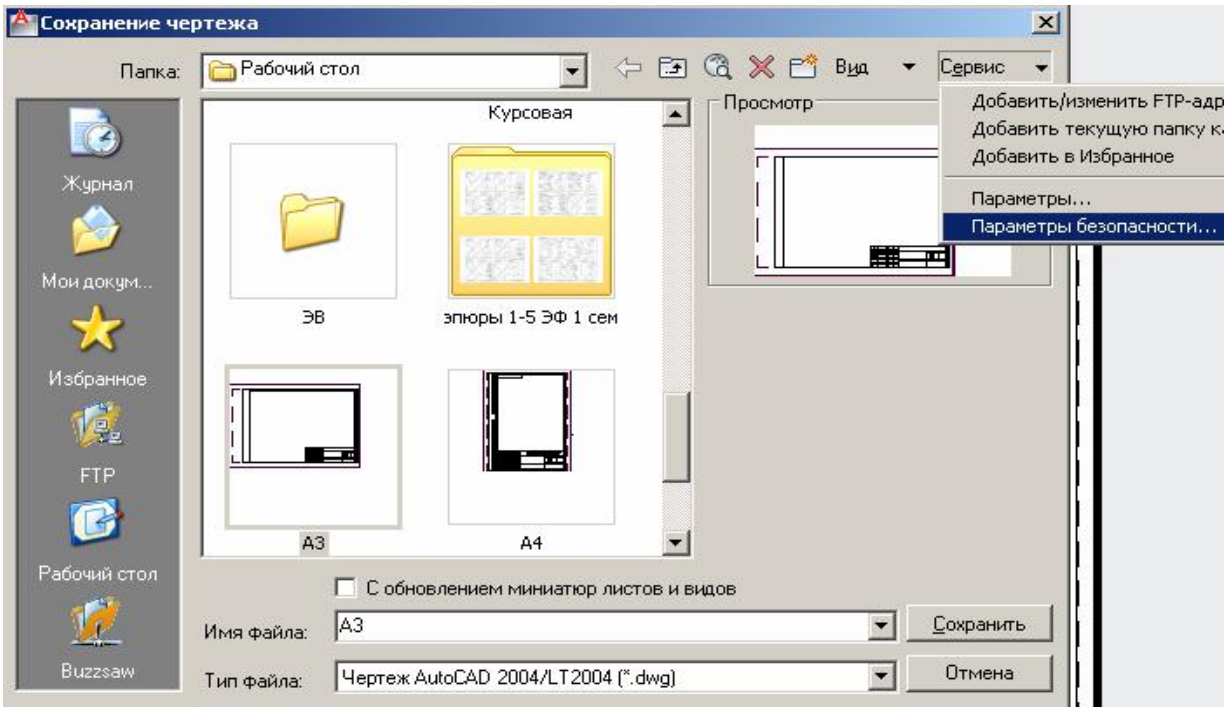


Рис. 1.5.15. ***Диалоговое окно «Сохранение чертежа; вкладка «Параметры безопасности»***

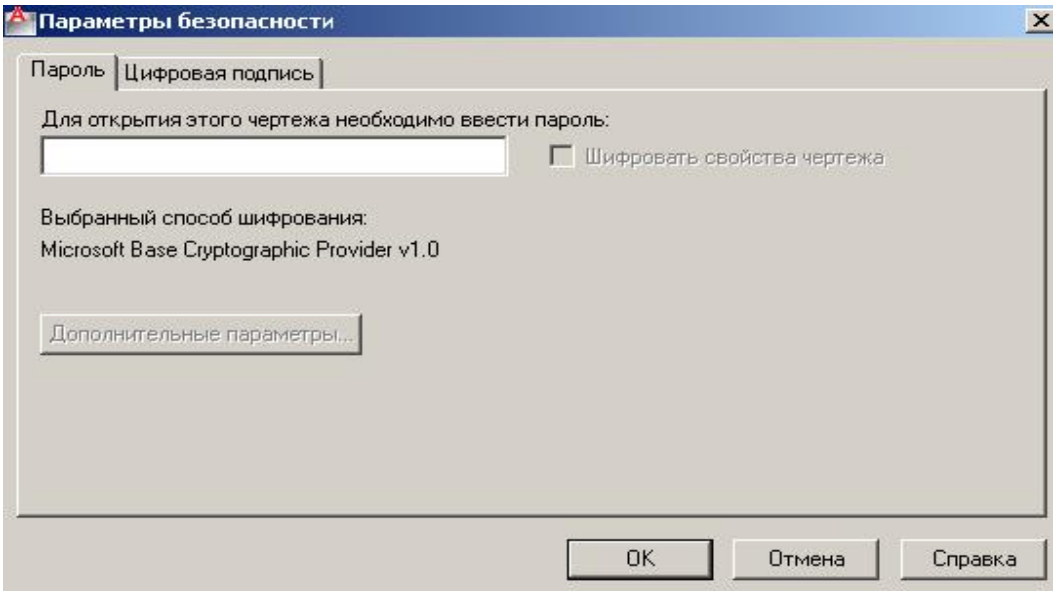


Рис.1.5.16. ***Диалоговое окно «Параметры безопасности…»***

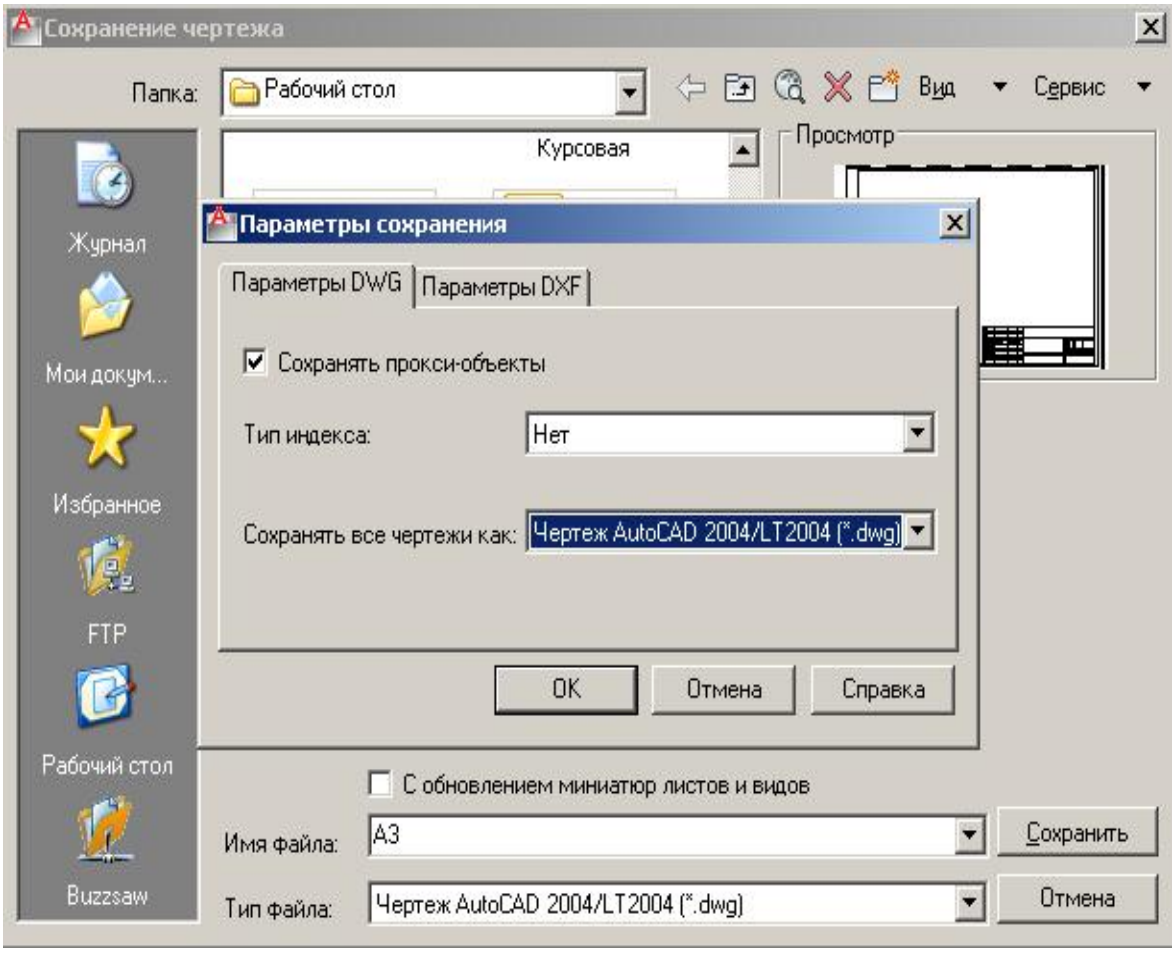


Рис.1.5.17. ***Диалоговое окно «Параметры сохранения»***

ХРОНОМЕТРАЖ

Команда «Время» (Time), которую можно найти по маршруту:

«Сервис» → «Сведения» → «Время» (рис.1.5.18) служит для получения хронологических данных и управления ими. Команда генерирует текст со значениями следующих параметров:

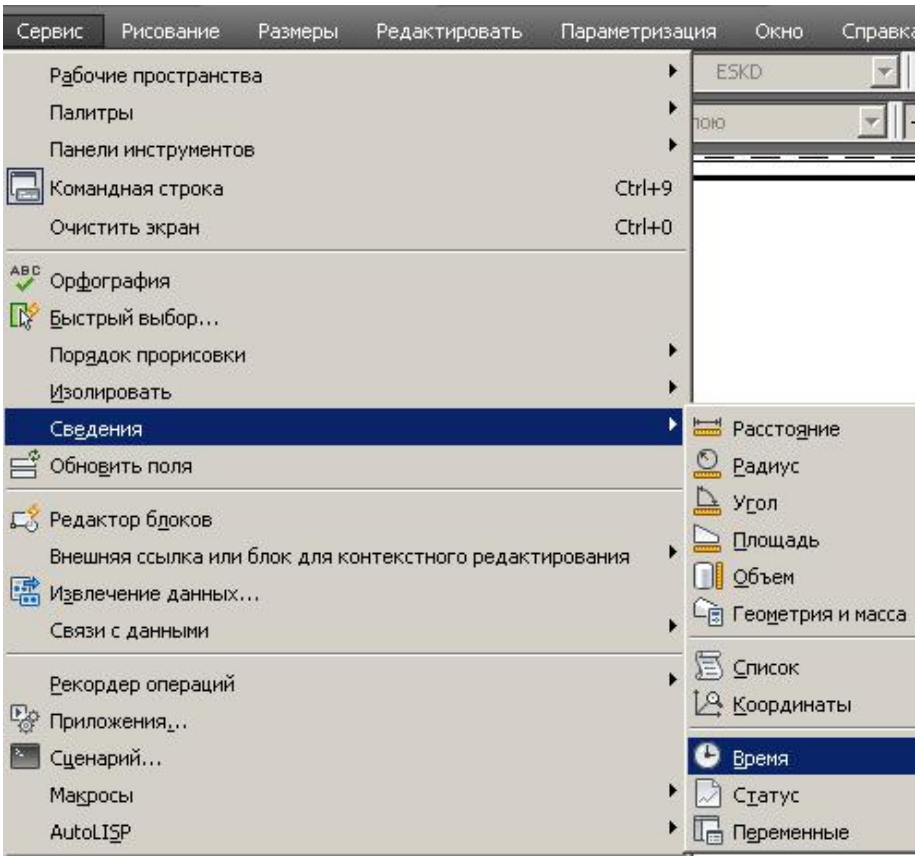


Рис.1.5.18. ***Геометрические измерения и вычисления, хронометраж***

- «Текущее время» (Current time) – текущие дата и время с точностью до миллисекунд;
- «Время создания данного чертежа» (Created) – дата и время создания файла чертежа;
- «Время последней обработки данного чертежа» (Last updated) – дата и время последней операции сохранения файла чертежа;
- «Общее время редактирования» (Total editing time) – общее время работы с чертежом;
- «Общее затраченное время» (Elapsed time) – показания пользовательского таймера;

- «Следующее автоматическое сохранение» (Next automatic save in) – момент очередного выполнения операции автоматического сохранения.

Команда: '_time

Текущее время: 13 июня 2014 г. 8:48:49:828

Время для данного чертежа:

Создания: 19 сентября 2011 г. 10:58:26:171

Последней обработки: 12 июня 2014 г. 22:33:05:406

Общее время

редактирования: 0 дней 17:01:09.560

Затраченное (вкл): 0 дней 17:01:09.295

Следующее автоматическое сохранение: <еще нет изменений>

Задайте параметр [Показать/Вкл/Откл/Сбросить]:

ИЗМЕРЕНИЯ И ВЫЧИСЛЕНИЯ

Система AutoCAD позволяет легко и быстро измерить различные геометрические параметры объектов чертежа.

Так, для определения координат точки чертежа служит команда «Координаты» (ID), которую можно найти по маршруту: «Сервис» → «Сведения» → «Координаты» (рис.1.5.18). Чтобы рассчитать расстояние между двумя точками, достаточно вызвать опцию «Расстояние» (Distance). Система AutoCAD предлагает услуги и по вычислению площади и периметра любого замкнутого контура.

Наиболее универсальной является опция «Список» (List), вызов которой приводит к отображению на экране списка строк с данными о выбранных графических объектах чертежа.

Пользователь AutoCAD в любой момент может обратиться к команде **CAL**, вызывающей мощный встроенный **калькулятор**, который способен выполнять не только арифметические, алгебраические и тригонометрические операции, но и работать с точками и векторами.

ГЛАВА 2

ОСНОВЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ в AutoCAD

2.1. Пространство модели и пространство листа

Пользователю AutoCAD доступны два геометрических пространства: пространство модели и пространство листа, активизация которых выполняется нажатием на соответствующие кнопки «Модель» или «Лист 1», «Лист 2» и т.д., расположенные на рабочем столе непосредственно под окном рисования.

Пространство листа – это вместилище графических примитивов, составляющих чертеж. В пространстве модели можно выполнять все геометрические построения, но только до того момента, пока не наступит черед печати результатов моделирования на бумаге.

К пространству модели можно обращаться не выходя из компоновки пространства листа на любой из вкладок <Лист> окна рисования. Для этого достаточно сменить нажатием левой клавиши мыши режим строки состояния <Модель> на <Лист> или наоборот <Лист> на <Модель> (самая нижняя строка рабочего стола, рис.1.2.4).

2.2. Системы координат

Все геометрические построения, выполненные в окне рисования, «привязаны» к фиксированной системе координат, которая в AutoCAD называется ***мировая система координат*** – ***МСК*** (World Coordinate System – WCS). Именно она предлагается по умолчанию в качестве базовой системы координат при создании чертежа. Оси МСК ориентированы в пределах окна рисования следующим образом: ось X – горизонтально и вправо, ось Y – вертикально и вверх, а ось Z – перпендикулярно плоскости экрана и в направлении пользователя.

AutoCAD позволяет создавать и собственные – пользовательские – системы координат (ПСК) (User Coordinate System – UCS) и произвольно располагать их относительно МСК.

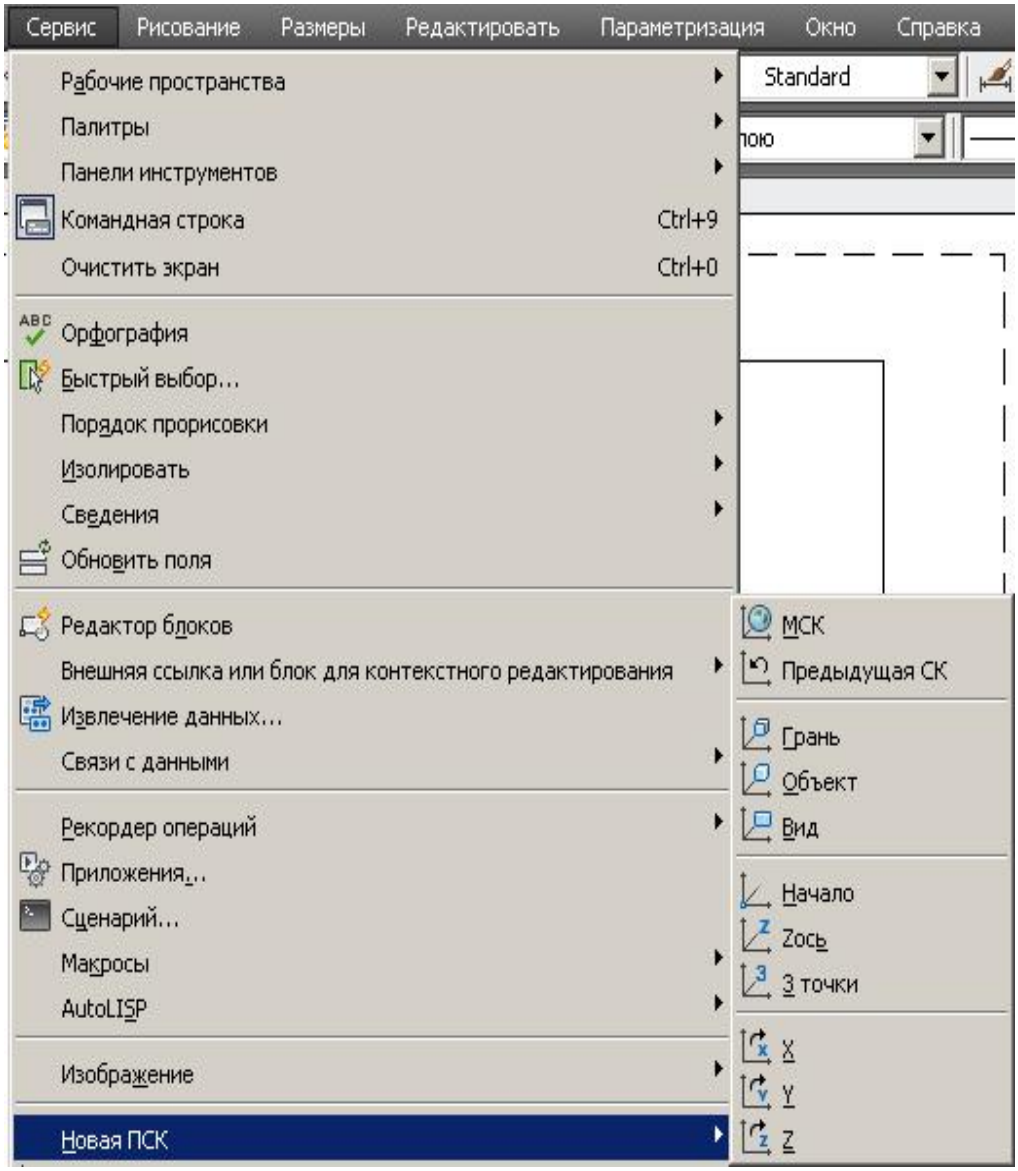


Рис.2.2.1. ***Панель инструментов ПСК***

После вызова команды «ПСК» (UCS) отображаются следующие запросы:

Задать начало ПСК или
[Грань/Именованная/Объект/Предыдущая/Вид/Мир/X/Y/Z/Zось] <МСК>:

Рассмотрим некоторые варианты создания ПСК.

Параметр «**3 точки**». Первая введенная пользователем точка задает положение начала ПСК, вторая – положительное направление оси X, третья – положительное направление оси Y. Ориентация оси Z определяется правилом

правой руки: расположить большой палец правой руки в направлении оси X, а указательный – оси Y, тогда согнутые под прямым углом пальцы укажут направление оси Z.

Параметр «**Объект**». ПСК определяется на основе выбранного двухмерного объекта.

Текущая ПСК по умолчанию помечается в окне рисования специальной пиктограммой. Ориентация ее стрелок соответствует положительным направлениям осей текущей ПСК. Пиктограмма содержит знак «+», если ее местоположение совпадает с началом ПСК. Если начало СК находится вне границ окна рисования, пиктограмма размещается в левом нижнем углу и знак «+» не высвечивается. Если ПСК совпадает с МСК, пиктограмма снабжается буквой «W». Параметры пиктограммы ПСК сохраняются в системной переменной **ucsicon**.

При необходимости пиктограмму ПСК можно убрать с экрана. Для этого достаточно выбрать команду «Вид»→«Отображение»→«Знак ПСК» из падающего меню и переключить «Вкл» на «Выкл». Повторное выполнение команды возвращает пиктограмму на место.

2.3. Способы задания значений геометрических величин

СПОСОБЫ ВВОДА КООРДИНАТ ТОЧЕК

Координаты точки в AutoCAD могут быть введены тремя способами:

- ***указание точки в окне рисования с помощью мыши – нажатием ее левой клавиши***. Для удобства ввода можно использовать режим «Орто» (клавиша F8 – переключатель режима). Включение режима «Шаг» (клавиша F9 – переключатель режима) позволяет строить чертеж с заданной точностью. Для шаблонов чертежей стандартных форматов А3 и А4, представляемых студентам КГАСУ, точность уже установлена равной 1 мм.

- ***Ввод координат с клавиатуры***. Ввод в абсолютных координатах возможен в следующих форматах: прямоугольных (декартовых) координатах **dx,dy** и полярных координатах **R<A**; **A** – угол от конкретной точки, задаваемый в градусах против часовой стрелки относительно положительного направления оси Ox.

Ввод в относительных координатах задает смещение от последней введенной точки. При вводе точек в относительных координатах можно использовать любой формат записи: **@dx,dy** – для прямоугольных; **@dx<dy** – для

полярных, где **@** – признак относительных координат; знак «меньше» – признак полярных координат; знак «запятая» – признак декартовых координат.

- ***Ввод координат особых точек уже созданных графических примитивов с помощью режима объектной привязки.***

2.4. Режим объектной привязки

В AutoCAD имеется замечательная функция ***объектной привязки***, которая автоматизирует поиск и выбор характерных точек графических элементов непосредственно во время черчения, что во многом облегчает и ускоряет работу, а также повышает точность геометрических построений.

Функция реализована в виде двух режимов: ***текущий*** (одноразовый) и ***постоянный***. Обычно надобность в использовании определенных опций объектной привязки сохраняется на протяжении всего сеанса работы над чертежом. На этот случай в AutoCAD предусмотрена возможность задания постоянного режима, который может быть отключен в случае необходимости. Этой цели служит вкладка «Привязка» статусной строки (рис.1.7). Установленные галочки свидетельствуют о том, что режим активен.

Задание постоянного режима объектной привязки отнюдь не исключает возможность применения одноразового режима, который можно включить удерживая в нажатом состоянии клавишу <Shift> и, щелкнув правой клавишей мыши в поле окна рисования, выбрать нужную опцию в появившемся контекстном меню. Принудительное назначение требуемой опции объектной привязки можно указать на плавающей панели, предварительно выставив ее на рабочий стол экрана монитора.

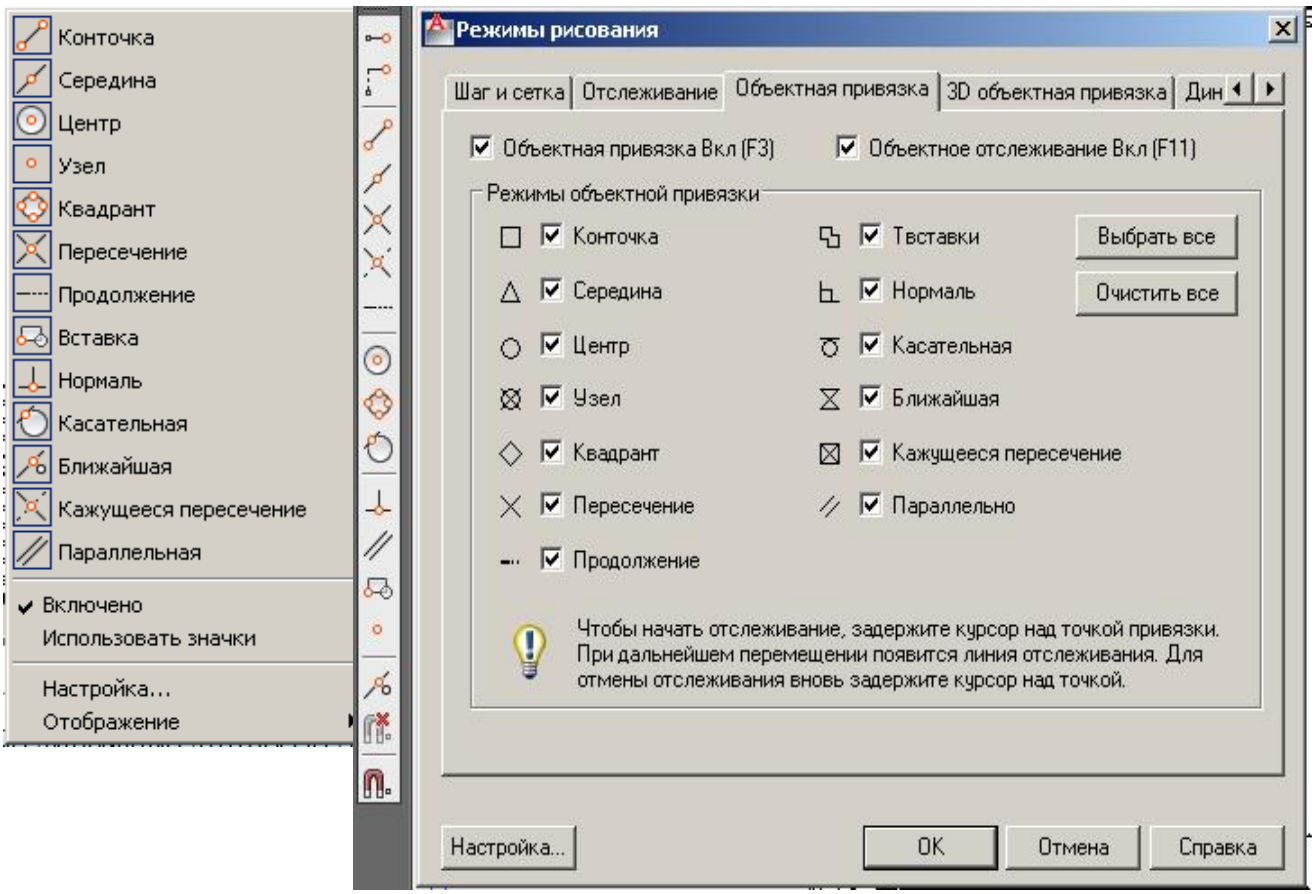


Рис.2.3.1. ***Диалоговое окно «Режимы рисования» (Drafting Settings); вкладка «Объектная привязка» (Object Snap)***

По умолчанию, значения координат, задаваемые в командной строке, имеют приоритет над координатами точек привязки, предлагаемой системой.

ГЛАВА 3

СОЗДАНИЕ ДВУХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В AUTOCAD

AutoCAD – это прежде всего система, призванная автоматизировать чертежные операции. Назначение любой команды и способы ее применения отобразятся на экране монитора, если курсор мыши навести на кнопку этой команды на панели инструментов, не нажимая кнопку.

3.1. Точки. Отрезки. Прямоугольники. Правильные многоугольники. Окружности. Эллипсы. Дуги. Кольца

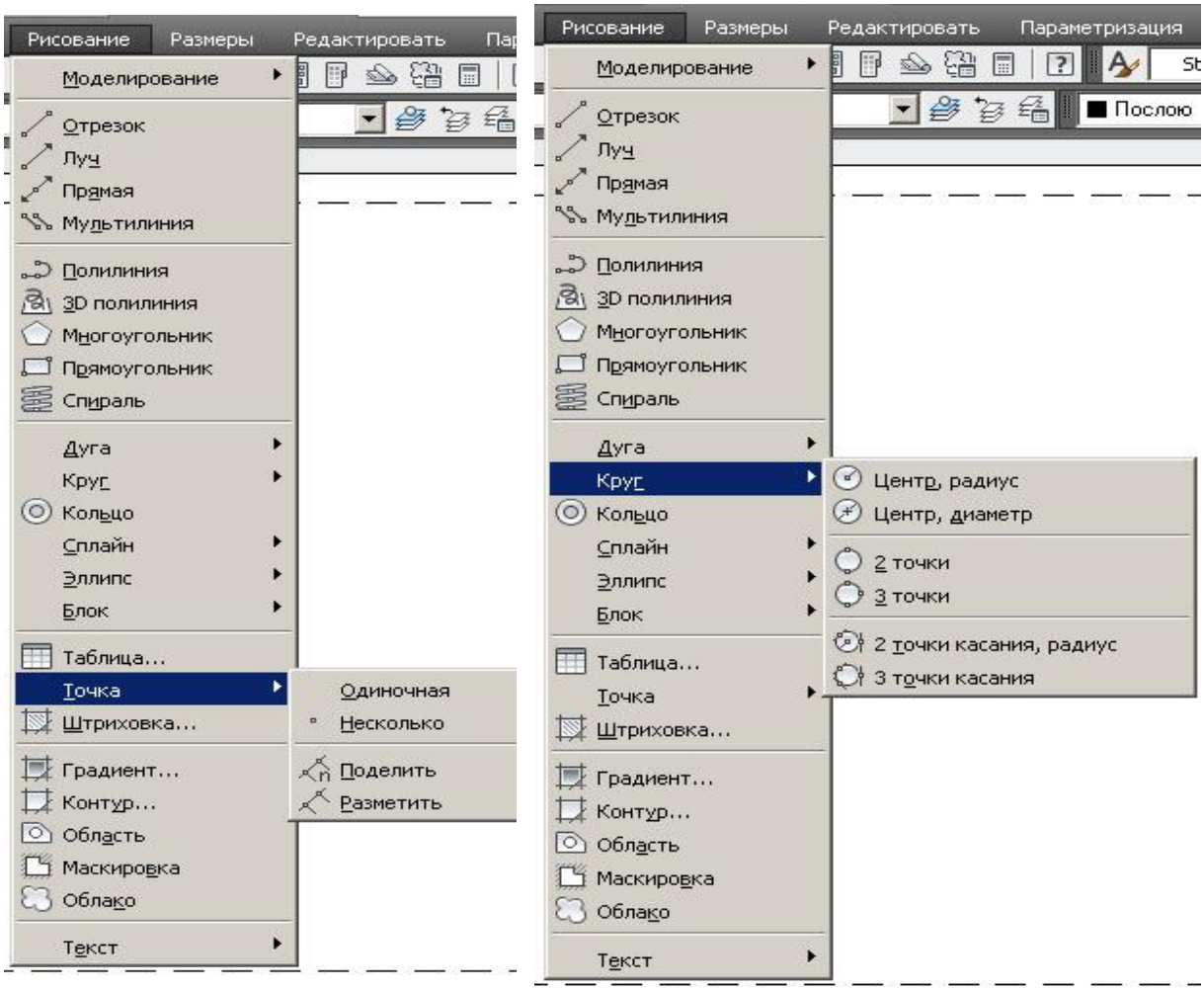


Рис.3.1. ***Вызов команд «Точка» (слева) и «Круг» (справа) из падающего меню***

Команда **«Circle» («Круг»)** включает ряд параметров (опций) и предлагает шесть способов создания окружности, указанных в подменю «Рисова-

ние» (рис.3.1, изображение справа). Команда «Point» («Точка») реализует четыре варианта рисования создания точек.

Команда **«Line» («Отрезок»)** создает ломаную прямую линию. После ввода пользователем начальной точки отрезка программа продолжает циклически запрашивать все новые и новые точки до тех пор, пока выполнение команды не будет прервано принудительным нажатием клавиши <Esc> или <Enter>. Точки разрешается задавать всеми возможными способами – щелчком левой клавишей мыши, вводом координат в командной строке либо выбором параметра объектной привязки.

Команда **«Rectangle» («Прямоугольник»)** создает прямоугольник. После ее вызова программа запрашивает точку, которая должна быть вершиной первого угла будущего прямоугольника, либо воспользоваться одним из параметров: <Фаска><Уровень><Сопряжение><Высота><Ширина>. Приведем протокол работы системы на примере создания прямоугольника размером 30x70:

Команда: _rectang

Первый угол или [Фаска/Уровень/Сопряжение/Высота/Ширина]:

Второй угол или [Площадь/Размеры/поВорот]: @30,70

Команда **«Polygon» («Многоугольник»)** создает правильные многоугольники, число вершин которых варьируется от 3 до 1024. Прежде всего AutoCAD требует ввести число вершин многоугольника, а затем предлагает выбор одного из двух способов его создания – по стороне или его центру и радиусу окружности, в которую он вписан или вокруг которой описан. Например, приведем протокол создания правильного квадрата со стороной 54, наклоненного к оси **X** под углом 45°.

Команда: _polygon Число сторон <4>:

Укажите центр многоугольника или [Сторона]: C

Первая конечная точка стороны:

Вторая конечная точка стороны: @54<45

Приведем еще один пример и протокол создания правильного квадрата, описанного вокруг окружности радиуса 45 (квадрат размером 45x45):

Команда: _polygon Число сторон <4>:

Укажите центр многоугольника или [Сторона]: С

Задайте параметр размещения [Вписанный в окружность/Описанный вокруг окружности] <В>: О

Радиус окружности: 45

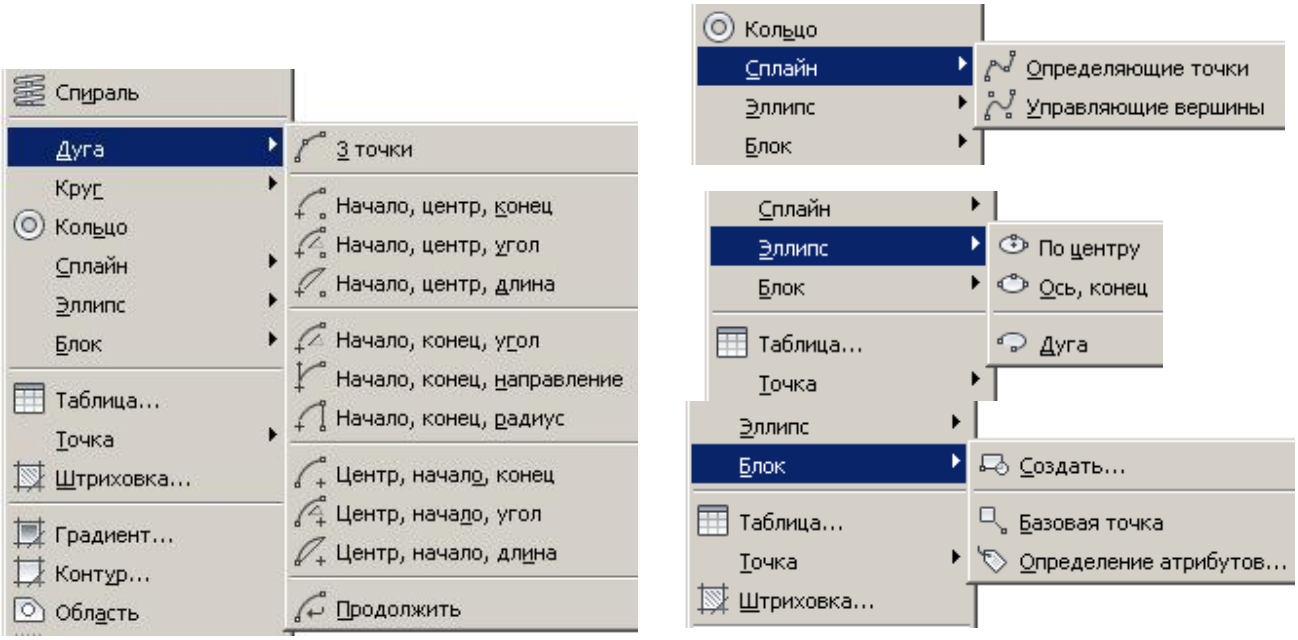


Рис.3.2. ***Варианты создания дуги окружности, эллипса, сплайна и блока***

Команда **«Ellipse» («Эллипс»)** предусматривает несколько способов формирования эллипсов. Сначала программа задает вопрос о местонахождении точек одной оси эллипса, а затем требует указать третью точку, которая определяет длину второй оси эллипса.

Команда: _ellipse

Конечная точка оси эллипса или [Дуга/Центр]:

Вторая конечная точка оси:

Длина другой оси или [Поворот]:

Приведем пример и протокол создания эллипса размером 160х120:

Команда: _ellipse *выберем опцию «Центр»*

Конечная точка оси эллипса или [Дуга/Центр]: Ц

Центр эллипса:

установим курсор мыши в окне рисования, нажмем левую клавишу

Конечная точка оси: @80,0

применены относительные декартовы координаты;80 – большая полуось

Длина другой оси или [Поворот]: 60 *60 – малая полуось эллипса* .

Команда **«Arc» («Дуга»)** предусматривает девять наиболее употребительных способов формирования дуги окружности. Порядок перечисления параметров в меню отвечает логической очередности упоминания их аналогов в запросах командной строки.

Порядок задания точек дуги принципиально важен!

Если набор данных не дает программе возможность определить дугу однозначно, по умолчанию строится вариант малой дуги в направлении против часовой стрелки. Для изменения ориентации варианта дуги достаточно задать отрицательное значение центрального угла, радиуса или длины хорды.

Команда «Кольцо» («**Donut**»). Под кольцом в AutoCAD понимается часть плоскости, заключенная между двумя концентрическими окружностями. Процедура моделирования кольца выглядит следующим образом. Запрашиваются значения внутреннего и внешнего диаметров кольца, затем указывается местоположение центра кольца. Приведем пример создания модели кольца:

Команда: _donut

Внутренний диаметр кольца <1.0000>: 45

Внешний диаметр кольца <83.6154>: 49

Центр кольца или <выход>:

3.2. Составные объекты: полилинии, контур, штриховка, сплайны

Команда «Полилиния» («**Polyline**»). Термин AutoCAD ***полилиния*** обозначает конструкцию, образованную последовательностью прямолинейных отрезков и дуг окружностей. В этой команде предусмотрена возможность задания различной толщины отдельных сегментов. Особую ценность представляет тот факт, что полилиния любой сложности трактуется системой как единый *графический примитив*.

После вызова данной команды в командной строке отображается сообщение: «Укажите начальную точку». При этом AutoCAD предлагает уточнить значения толщины начала и конца создаваемого сегмента. Ввод информации обо всех точках-вершинах полилинии можно осуществлять любыми спосо-

бами – в виде абсолютных (относительных) декартовых (полярных) координат, посредством нажатия левой клавиши мыши, установив курсор в поле окна рисования, либо с применением объектной привязки. Далее появляется запрос: «Укажите следующую точку». При этом AutoCAD опять предлагает уточнить значения толщины начала и конца создаваемого сегмента. В ответ необходимо ввести следующую точку (*по умолчанию команда создает ломаную из прямолинейных отрезков*) либо воспользоваться любым из параметров, перечисленных в списке команды:

<Дуга><Полуширина><длИна><Отменить><Ширина>.

При выборе параметра <Дуга> от системы поступает приглашение <Конечная точка дуги> или предлагается воспользоваться любым из параметров, перечисленных в списке:
<Угол><Центр><Замкнуть><Направление><Полуширина><Линейный>
<Радиус><Вторая><Отменить><Ширина>. Если необходимо выполнить операцию по утолщению дуги на основе уже созданной дуги, следует выбрать режим <Вторая>, указать промежуточную точку и затем – конечную точку дуги. Удачным решением AutoCAD является включение параметра <Отменить>, который отменяет результат операции построения последнего сегмента. Приведем пример создания полилинии толщиной 0.6 мм, переходящей из прямолинейного отрезка в дугу, которая строится по трем точкам.

Команда: _pline

Начальная точка:

Текущая ширина полилинии равна 0.0000

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: Ш

Начальная ширина <0.0000>: .6

Конечная ширина <0.6000>:

Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]:

Следующая точка или [Дуга/Замкнуть/Полуширина/длИна/Отменить/Ширина]: Д

Конечная точка дуги или

[Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]: В

Вторая точка дуги:

Конечная точка дуги:

Конечная точка дуги или

[Угол/Центр/Замкнуть/Направление/Полуширина/Линейный/Радиус/Вторая/Отменить/Ширина]:

Для моделирования замкнутых областей и цепей следует применять команду «Контур» («**Boundary**»). После вызова данной команды в командной строке отображается диалоговое окно (рис.3.2.1). Далее надлежит навести курсор («стрелку») на кнопку «Указание точек» (левый верхний угол диалогового окна), нажать на левую клавишу мыши, система временно «спрячет» диалоговое окно, и на запрос в командной строке: «Укажите внутреннюю точку» установить курсор (перекрестие) внутри создаваемой области (область № 3, рис. 3.2.1). По окончании система сообщает о количестве сгенерированных контуров – областей или полилиний. Исходные объекты не удаляются – они сохраняются вместе с вновь созданными контурами.

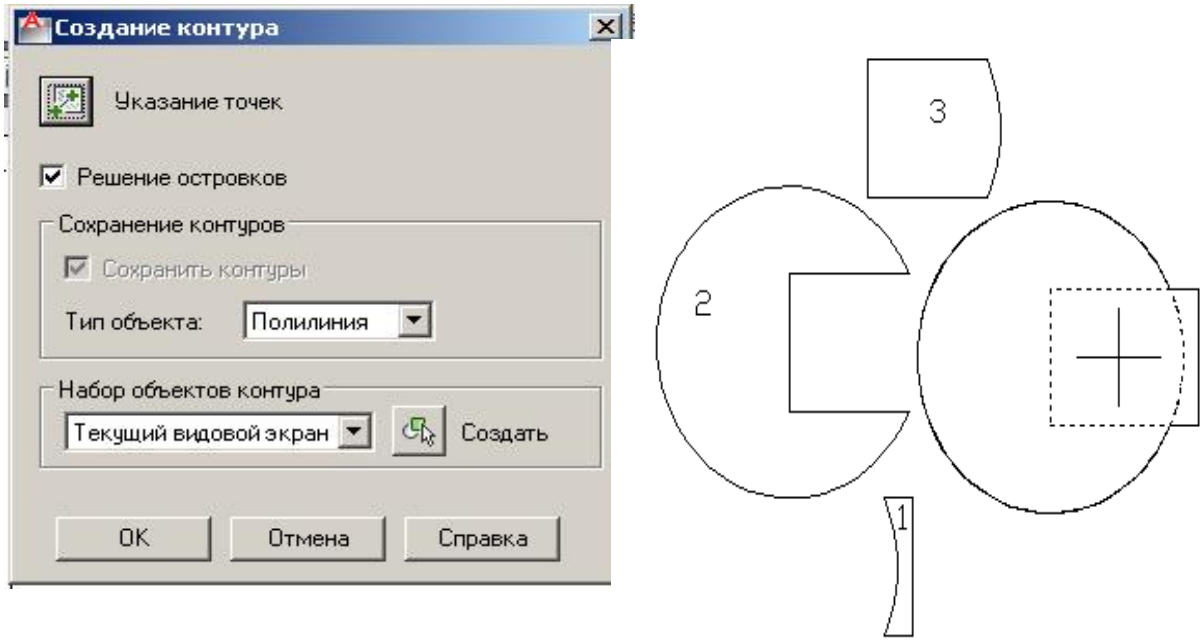


Рис.3.2.1. ***Диалоговое окно «Создание контура» (слева), пример применения команды «Контур»(справа)***

Для моделирования штриховки – заполнения замкнутых областей определенным повторяющимся орнаментом или узором – следует применять команду «**Штриховка**» («**BHatch**»). После вызова данной команды в командной строке отображается диалоговое окно (рис.3.2.1). Далее следует раскрыть окно «Тип», щелкнув по «треугольнику», и сменить «Стандартный» на режим

«Из линий». Затем установить необходимые параметры: например, угол 45°, интервал 4. Затем навести курсор на кнопку «Добавить: точки выбора» и указать внутренние точки будущих зон штриховки на чертеже.

Успех операции штриховки намного ускорится, если сначала подготовить штрихуемые зоны с помощью команд «Контур» или «Область».

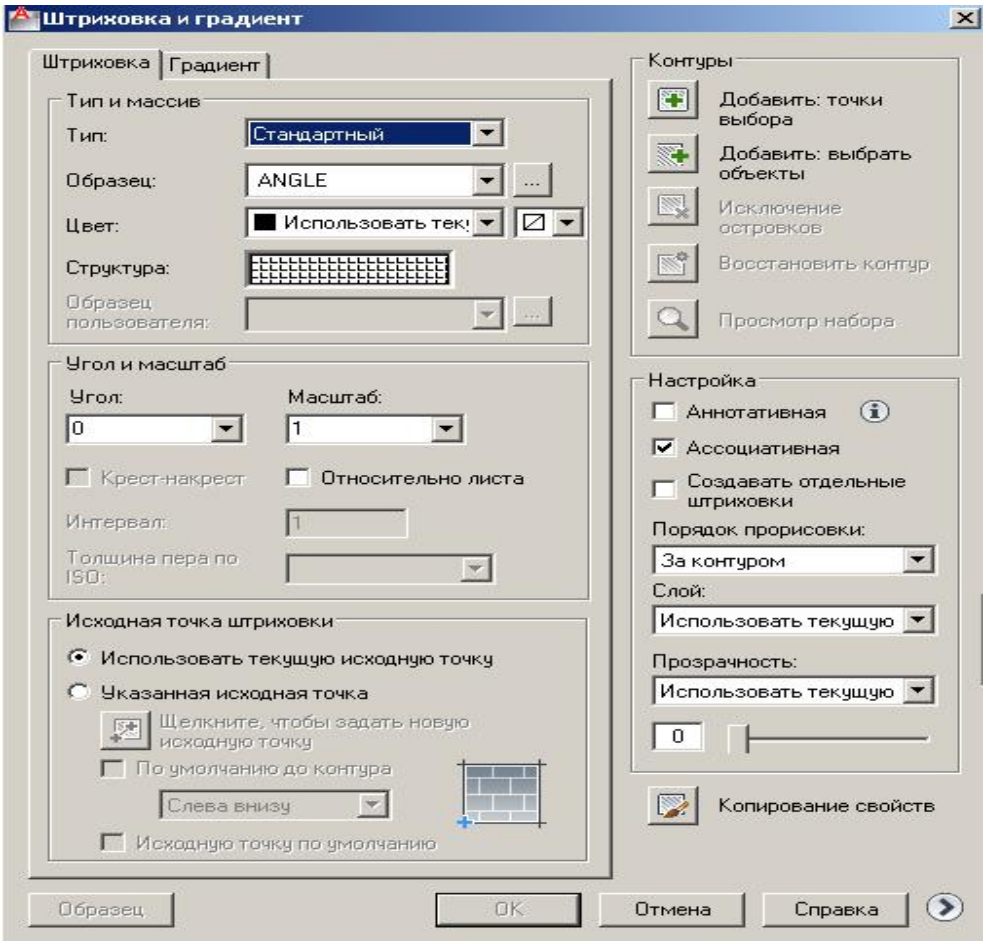


Рис.3.2.2. ***Диалоговое окно команд «Штриховка» и «Градиент»***

Команда **«Region» («Область»)** предназначена для создания из отдельных изображений замкнутых контуров. Областью в AutoCAD называется часть плоскости, ограниченная замкнутым контуром без самопересечений. Для создания области необходимо вызвать команду **«Область»** и выбрать объекты (навести курсор в виде квадратика на любую точку пересечения с объектом), подлежащие преобразованию. Для преобразования областей применяются логические операции объединения, вычитания или пересечения.

Команда «Сплайн» («Spline») предусматривает два способа создания сплайнов. Первый, вспомогательный, позволяет преобразовать в сплайн смо-

делированную, уже существующую, полилинию, сформированную посредством команды «Полилиния» и сглаженную с помощью опции <Spline> команды редактирования полилиний «**Polyline Edit**».

Основной режим моделирования сплайнов предусматривает задание узловых точек. После вызова команды система запрашивает либо начальную точку сплайна, либо предлагает воспользоваться опцией <Object> (Объект). При задании этой опции следует выбрать «сглаженную» полилинию, подлежащую преобразованию в сплайн. По завершению операции данные о толщине сегментов полилинии теряются.

В случае, если сплайн создается «с чистого листа», в ответ на первое приглашение команды следует указать *начальную узловую точку* либо назначить способ моделирования сплайна. Отвечая на запрос: «Укажите следующую точку», надлежит задать ее. После выбора двух точек приглашение пополняется списком дополнительных опций. Приведем протокол общения с командой:

Команда: _spline

Текущие настройки: Способ=Определяющие Узлы=Хорда

Первая точка или [Способ/Узлы/Объект]:

Следующая точка или [Касание в начале/Допуск]:

Следующая точка или [Касание в конце/Допуск/Отменить]:

Следующая точка [Касание в конце/Допуск/Отменить/Замкнуть]:

3.3. Редактирование чертежей. Команды: «Стереть», «Обрежь», «Разорви», «Удлини», «Сопряжение», «Фаска», «Массив», «Зеркало», «Подобие», «Масштаб»

Итак, вы создали «паутину» – изображение будущего чертежа, из которого необходимо удалить лишние геометрические элементы, т.е. отредактировать. Следует отметить, что все команды редактирования работают по следующему сценарию (три этапа): 1) сначала выбираем все элементы (левой клавишей мыши – выбор), затем нажимаем правую клавишу мыши или <Enter> на клавиатуре; 2) программа задает конкретный вопрос о редактировании (изменении) изображения, левой клавишей мыши выбираем геометрические элементы; 3) нажимаем <Enter>.

Команда **«Erase» (Стереть)** предназначена для удаления геометрических элементов из чертежа. На запрос команды «выбрать объекты» достаточно на-

вести курсор мыши (квадратик) на любую точку пересечения курсора с удаляемым объектом.

Команда **«Copy» (Копировать)** предназначена для размножения ранее построенных объектов чертежа. После вызова команды следует выбрать оригинал, нажать <Enter>, программа запросит базовую точку перемещения. Любыми способами AutoCAD укажите ее и нажмите <Enter>. Программа запросит точку местонахождения объекта на чертеже – укажите на нее. Для завершения работы команды нажмите на <Enter>.

Команда **«Trim» («Обрезать»)** предназначена для удаления «лишних» геометрических элементов. После ввода команды в командной строке отображается приглашение: «Выберите объекты (выбрать все)».

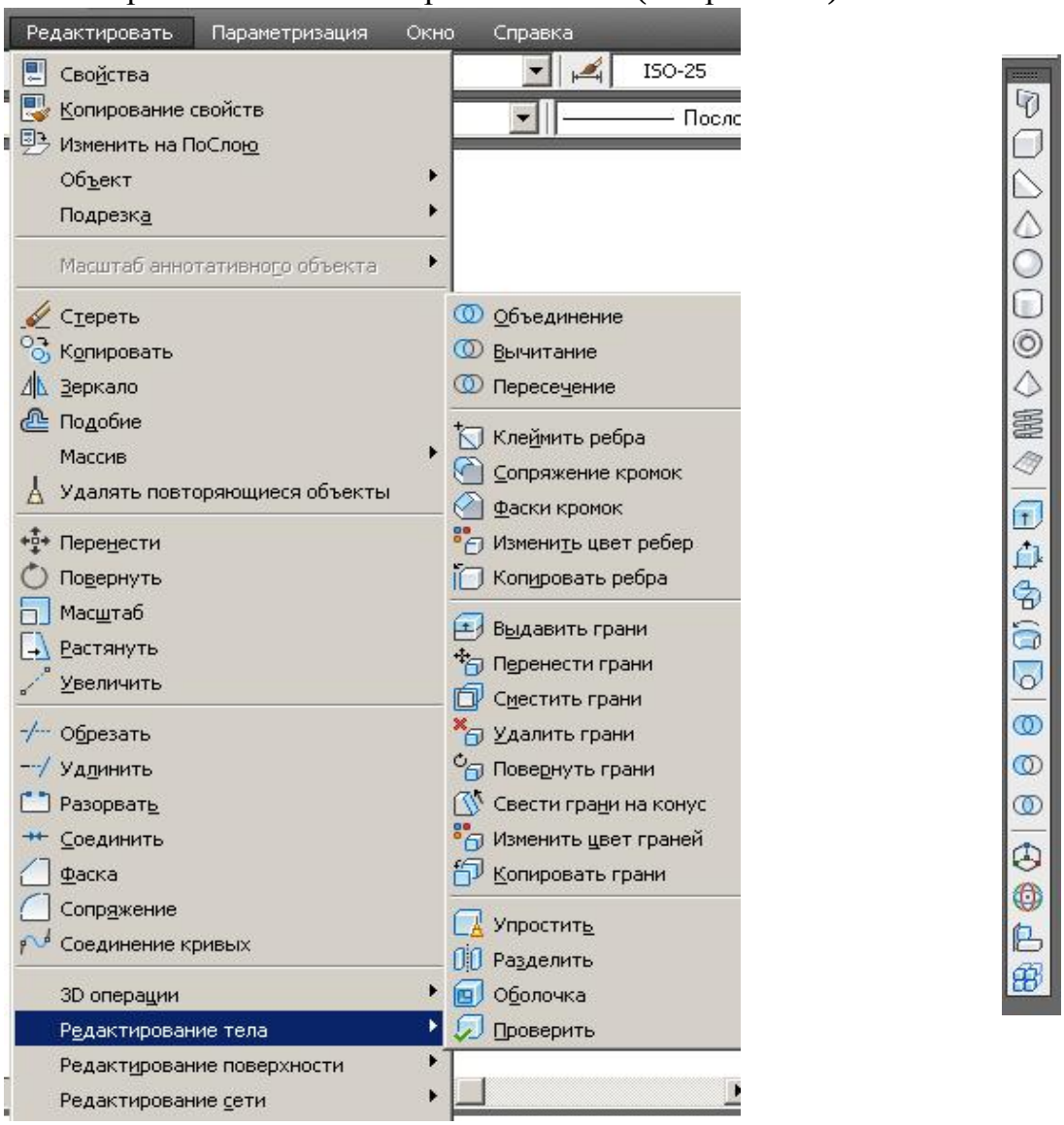


Рис.3.3.1. ***Вызов команд редактирования объемных тел из падающего меню (слева). Плавающая панель «Моделирование» (справа)***

Объекты могут быть выбраны одним движением курсора, если применить секущую рамку. Успешный выбор элементов сопровождается отображением «ряби». После завершения процесса выбора нажатием правой клавиши мыши или <Enter> на клавиатуре программа организует цикл, на каждой итерации которого выдается запрос: «Выберите обрезаемый объект», по умолчанию предполагающий выбрать один объект, подлежащий удалению. Для прерывания цикла достаточно нажать <Enter> или <Esc>.

Команда **«Mirror» («Зеркало»)** предназначена для создания объектов, обладающих осью симметрии. Как и все команды редактирования, она работает в три этапа. Сначала следует выбрать отражаемые объекты, затем нажать <Enter>, после чего программа попросит ввести две точки, определяющие ось симметрии. Важно верно указать ориентацию оси, длина которой не имеет значения. После фиксации одной точки программа динамически отображает зеркальную копию объектов. В завершении работы программа спрашивает, следует ли удалять исходные объекты. По умолчанию предусмотрен ответ: «Нет».

Команда **«Array» («Массив»)** предназначена для создания множественных копий групп графических элементов. В результате вызова команды в версии 2006 открывается диалоговое окно «Массив». В версии 2012 предусмотрены три режима создания массива: «круговой», «прямоугольный» и «по траектории». Приведем протокол программы, вызванной командой «Массив» (рис. 3.3.2):

Команда: _arraypolar

Выберите объекты: найдено: 1

Выберите объекты:

Тип = Круговой Ассоциативная = Да

Укажите центральную точку массива или [Базовая точка/Ось вращения]:

Введите число элементов или [Угол между/Выражение] <4>: 5

Укажите угол для заполнения (+ =прчс, -=пчс) или [Выражение] <360>:

Нажмите клавишу Enter, чтобы принять, или [Ассоциативный/Базовая

точка/Объекты/уГол между/угол ЗАполнения/сТроки/Уровни/Поворот элементов/вЫход]

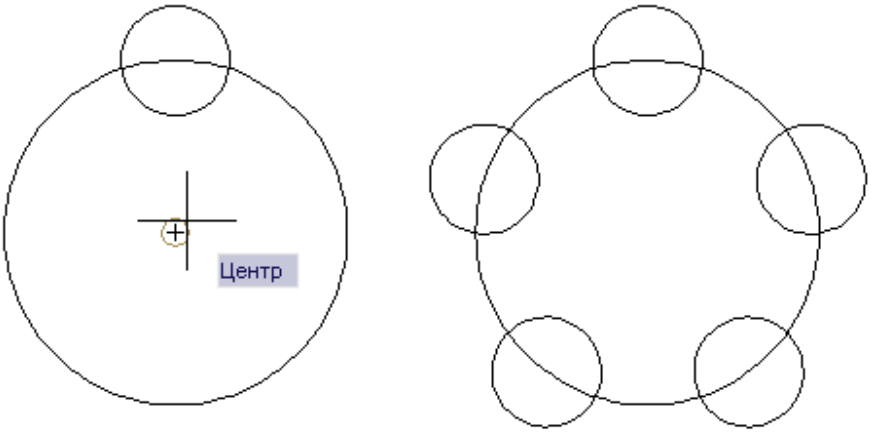


Рис.3.3.2. ***Команда «Массив» (режим кругового массива)***

Команда **«Offset» (Подобие)** предназначена для создания подобных или, как принято говорить в инженерной графике, эквидистантных контуров.

В результате вызова команды программа предлагает указать способ ввода смещения подобного контура относительно исходного. Можно ввести величину смещения – в форме числа или пары точек. Параметр <Trough> (Через) позволяет задать транзитную точку, через которую должен проходить подобный контур. Затем программа просит указать исходный контур и сторону его смещения, установив перекрестие курсора мыши по ту или иную сторону исходного контура.

Команда **«Scale» («Масштаб»)** предназначена для увеличения или уменьшения выбранных геометрических элементов с сохранения пропорций редактируемого изображения. После вызова команды следует указать базовую точку (центр масштабирования, неподвижную точку) и значение масштабного коэффициента. Если масштабный коэффициент больше единицы, объект увеличивается. Значения в пределах от 0 до 1 уменьшают объект. На рис 3.3.3 показана схема работы команды.

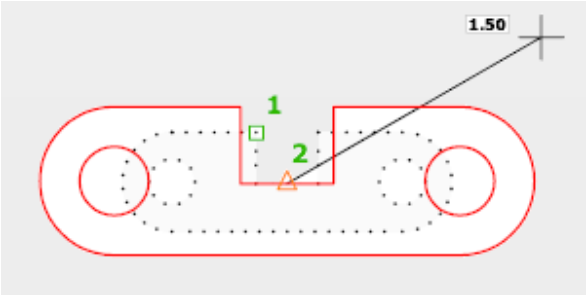


Рис.3.3.3. ***Команда «Масштаб» (2 – база; пунктиром показан исходный объект, сплошной линией – результат)***

3.4. Нанесение надписей

Текст – одна из основных составляющих чертежа. Элементы текста можно встретить в пояснительных записках, примечаниях, в составе размерных компонентов и гиперсвязей.

Текстовый стиль представляет собой именованный неграфический объект, содержащий набор описаний свойств текста – название шрифта, его высота, угол наклона и коэффициент сжатия/растяжения символов, различные эффекты начертания и т.п., сохраняемые в чертеже.

Для создания объекта, представляющего строку текста, предназначена команда **«Text» («Текст»)**, носящая наименование «Текст однострочный». После вызова команды программа предлагает, по умолчанию, указать начальную точку текста или воспользоваться опциями «Выравнивание» или «Стиль».

ЗАПОЛНЕНИЕ ГРАФЫ «РАЗРАБ.» ОСНОВНОЙ НАДПИСИ ЧЕРТЕЖА

Пусть требуется нанести надпись «Иваницкий И.И.». Выбираем опцию «по ширине» из контекстного меню, отображаемого в результате нажатия правой клавиши мыши. Выбор опции можно осуществить из командной строки, набрав букву «П» (заглавная буква в названии опции «**П**о ширине»).

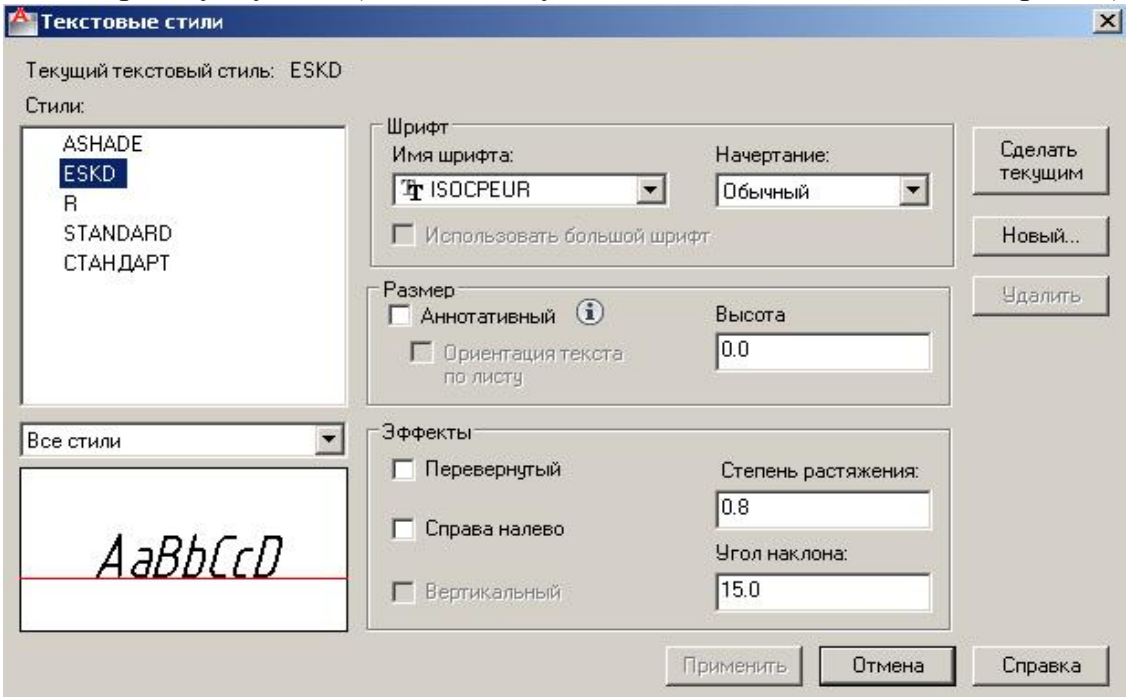


Рис. 3.4.1. ***Диалоговое окно «Текстовые стили», в котором назначен наклонный чертежный шрифт типа Б***

Затем последуют вопросы о местонахождении начальной и конечной точек чертежа, указание которых предпочтительнее выполнить с помощью объектной привязки с функцией «ближайшая». На вопрос: «Высота» следует задать значение **3.5**. После завершения набора текста программа переводит курсор на вторую строку, предлагая ввести в нее элементы текста. Если следует закончить работу команды, нажмите правую клавишу мыши, <Enter> или <Esc> на клавиатуре. Ниже приведен протокол программы и результат ее выполнения (рис.3.4.2).

Команда: _text

Начальная точка текста или [Выравнивание/Стиль]: В

Задайте параметр [впИсанный/Поширине/Центр/сЕредина/впРаво/ВЛ/ВЦ/ВП/СЛ/СЦ/СП/НЛ/НЦ/НП]: П

Первая конечная точка базовой линии текста:

Вторая конечная точка базовой линии текста:

Высота <3.0>: 3.5

В задачу данного пособия не входит рассмотрение работы всех опций команды **«Текст однострочный»**. С ними можно познакомиться самостоятельно в рамках.

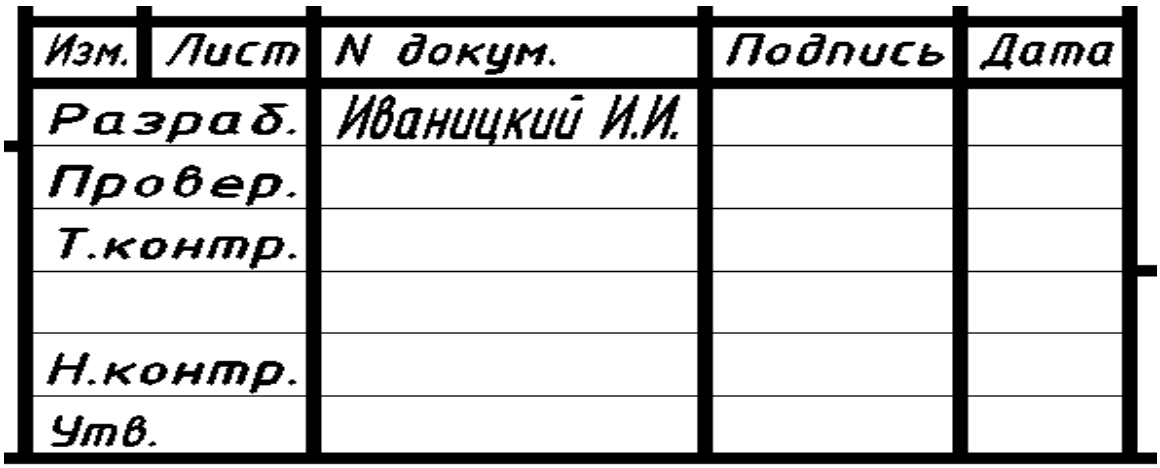


Рис.3.4.2. ***Нанесение надписи по ширине прямоугольного окна***

3.5. Нанесение размеров

AutoCAD предлагает широкий набор инструментов для простановки размеров и поддерживает огромное количество государственных стандартов и отраслевых норм. Размерный компонент представляет собой составной объект-блок специальной разновидности, которым можно управлять как единым целым.

Несмотря на обилие всевозможных видов и типов размерных компонентов, в большинстве случаев они включают в себя ряд общих частей.

Размерное число, которое сообщает информацию о реальном значении геометрического элемента.

Размерная линия, над которой размещается размерное число, а концы этой линии помечаются размерными стрелками или засечками.

Выносные линии служат для указания точек объекта, расстояние или угол между которыми обозначаются размерной линией и числом.

После завершения рисования контуров соответствующей детали, плана здания или узла, приступая к нанесению размеров целесообразно предпринять определенные действия подготовительного характера:

создать слой «размеры»;

задать текстовые стили (рис.3.4.1), которые должны использоваться для форматирования размерных чисел;

сконструировать размерные стили (рис.3.5.1, 3.5.2);

убедиться в том, что свойство ассоциативности размеров действительно установлено;

сохранить результаты настройки в шаблоне (например, файлы A4.dwg и A3.dwg) для удобства их дальнейшего многократного применения.

Между размером и описываемым элементом чертежа обычно устанавливается ***ассоциативная*** связь: при изменении геометрических свойств элемента значение размера надлежащим образом корректируется.

ЛИНЕЙНЫЕ РАЗМЕРЫ

Для создания линейного размера используется команда «DimLinear», которую можно вызвать из падающего меню, раздел «Размеры» (рис. 3.4.3) или из плавающей панели «Размер». После вызова команды «Линейный» следуют запросы о начале первой выносной линии, затем – о начале второй. Эти точки

указываются с помощью режима объектной привязки. Затем устанавливается местоположение размерной линии. Приведем пример протокола выполнения команды:

Команда: _dimlinear

Начало первой выносной линии или <выбрать объект>:

Начало второй выносной линии:

Положение размерной линии или

[Мтекст/Текст/Угол/Горизонтальный/Вертикальный/Повернутый]:

Размерный текст = 76

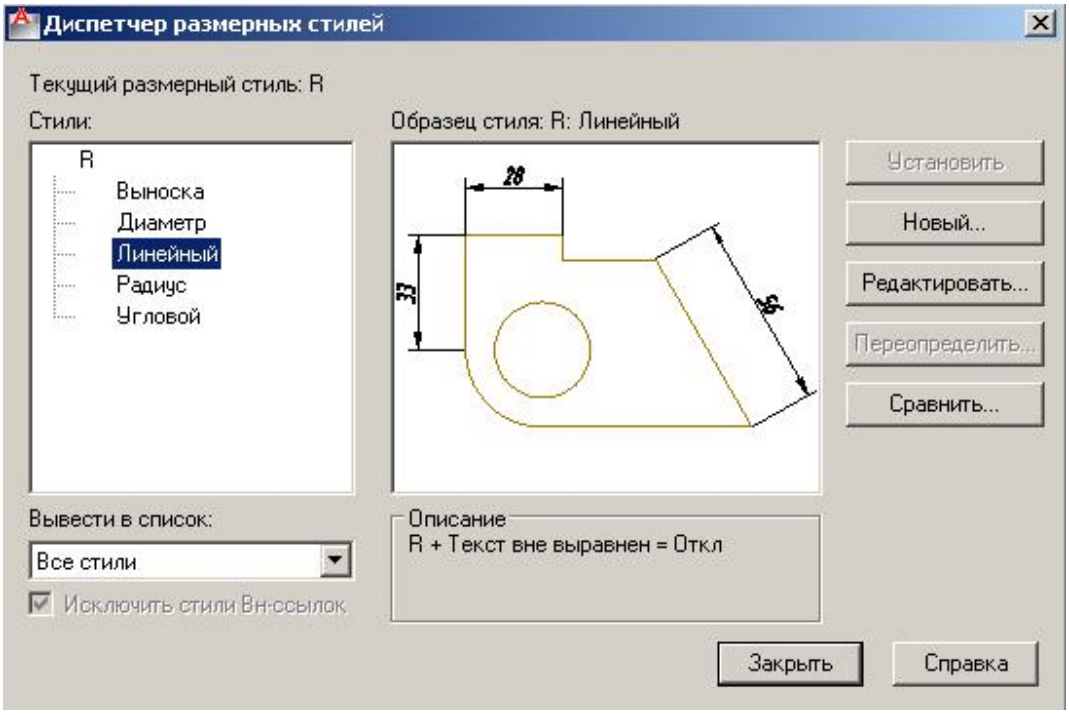


Рис.3.5.1. ***Диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей»***

Включение в чертеж хотя бы одного размерного компонента сопровождается автоматическим созданием специального слоя «DefPoints» со служебной информацией о точках определения размеров.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Для создания параллельного размера используется команда «DimAligned», которую можно вызвать из падающего меню из раздела «Раз-

меры» (рис. 3.5.3). Диалог с пользователем практически совпадает с тем, который происходит при команде «DimLinear».

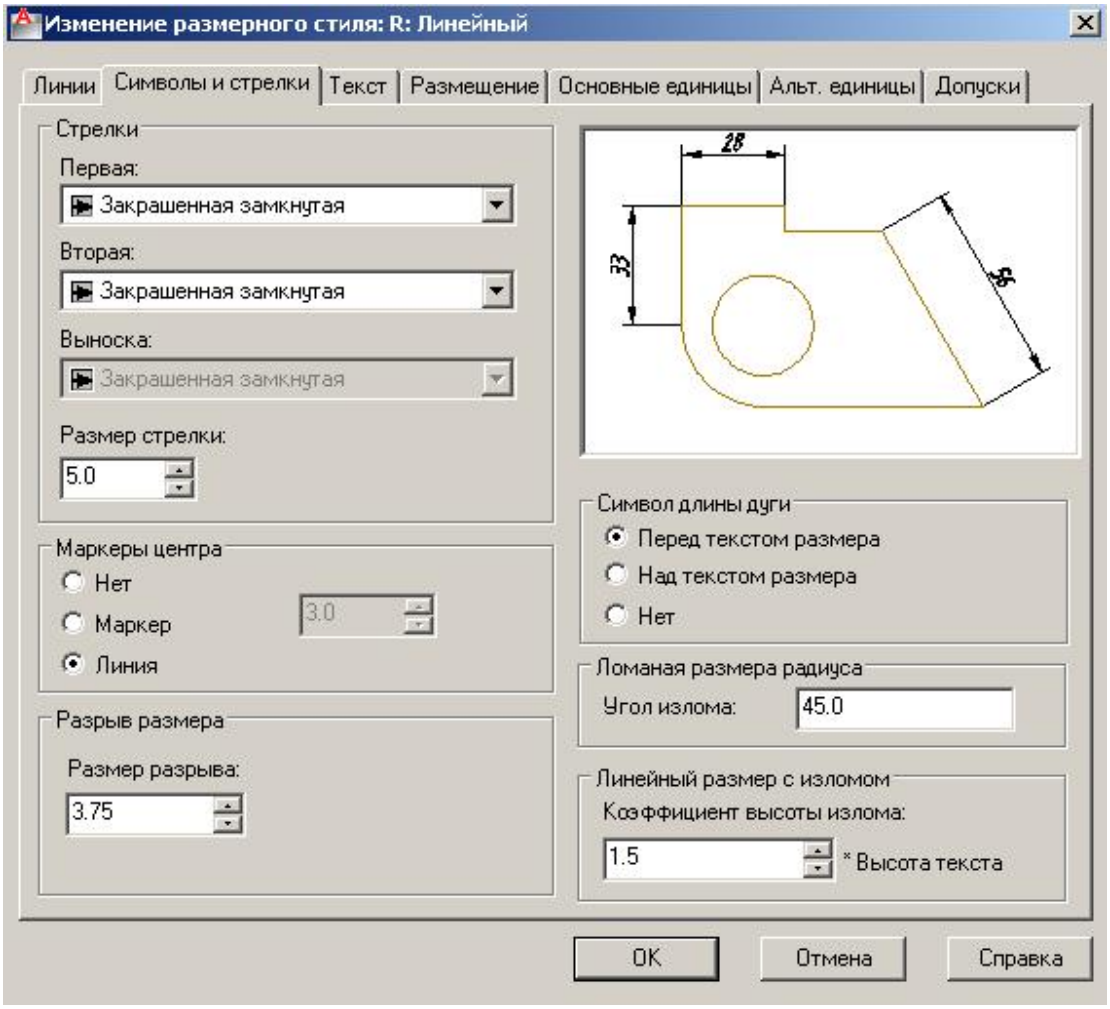


Рис.3.5.2. ***Диалоговое окно «Изменение размерного стиля: R: Линейный»***

РАЗМЕРЫ С ОБЩЕЙ БАЗОЙ

Команда «DimBaseLine» («Базовый» – рис. 3.5.3) предназначена для нанесения размеров с общей базой, т.е. когда несколько размерных линий «привязаны» к одной выносной. Однако прежде чем ею воспользоваться, необходимо нанести на чертеж «Линейный», «Параллельный», «Угловой» либо «Координатный» размер, который должен выполнять функцию базового.

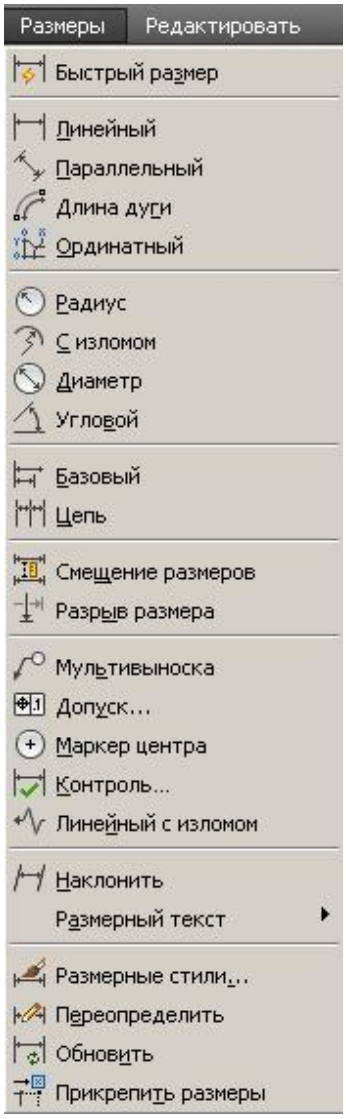


Рис. 3.5.3. ***Каскадное меню «Размеры»***

РАЗМЕРНЫЕ ЦЕПИ

Команда «DimContinue» («Цепь» – рис.3.5.3) предназначена для нанесения размеров в виде цепей, располагающихся на одной линии. Диалог с командой схож с командой «DimBaseLine». Прежде чем ею воспользоваться, необходимо нанести на чертеж «Линейный», «Параллельный», «Угловой» либо «Координатный» размер, который должен выполнять функцию базового.

РАЗМЕРЫ ДУГ И ОКРУЖНОСТЕЙ

Команда «DimDiameter» («Диаметр» – рис. 3.5.3) предназначена для нанесения размеров окружностей. После вызова команды она просит пользователя указать окружность. Курсор в виде квадратика следует навести до пересечения с дугой и нажать левую клавишу мыши, т.е. выбрать объект. Затем указать положение размерной линии. По мере перемещения курсора мыши программа динамически перемещает отображаемый размерный объект на экране, автоматически добавляя к размерному числу префикс **ø** – признак диаметра.

Команда «DimRadius» («Радиус», рис. 3.5.3) предназначена для нанесения размеров дуг окружностей. После вызова команды она просит пользователя указать дугу или окружность. Курсор в виде квадратика следует навести до пересечения с дугой и нажать левую клавишу мыши, т.е. выбрать объект. Затем указать положение размерной линии. По мере перемещения курсора мыши программа динамически перемещает отображаемый размерный объект на экране, автоматически добавляя к размерному числу префикс **R** – признак радиуса.

НАНЕСЕНИЕ ОСЕВЫХ ЛИНИЙ НА ДУГАХ ОКРУЖНОСТЕЙ

Команда «DimCenter» («Маркер центра» – рис. 3.5.3) предназначена для нанесения осевых линий на дуги окружностей. После вызова команды она просит пользователя указать окружность. Курсор в виде квадратика следует навести его до пересечения с дугой и нажать левую клавишу мыши, т.е. выбрать объект. Маркер способен отображаться в виде крестика или крестика и пары пересекающихся осевых линий. Выбор зависит от значений соответствующих параметров, установленных в контексте текущего размерного стиля (рис. 3.5.2).

НАНЕСЕНИЕ ОСЕВЫХ ЛИНИЙ НА ДУГАХ ОКРУЖНОСТЕЙ

Команда «DimCenter» («Маркер центра» – рис. 3.5.3) предназначена для нанесения осевых линий на дуги окружностей. После вызова команды она просит пользователя указать окружность. Курсор в виде квадратика следует навести до пересечения с дугой и нажать левую клавишу мыши, т.е. выбрать объект. Маркер способен отображаться в виде крестика или крестика и пары пересекающихся осевых линий. Выбор зависит от значений соответствующих параметров, установленных в контексте текущего размерного стиля (рис.3.5.2).

УГЛОВЫЕ РАЗМЕРЫ

Команда «DimAngular» («Угловой» – рис. 3.5.3) представляет несколько способов нанесения угловых размеров. После вызова этой команды, если щелкнуть правой клавишей мыши, согласившись с вариантом, предусмотренным по умолчанию, запрашиваются вершина угла и концевые точки его первой и второй сторон. Угол определяется тремя указанными точками.

С остальными вариантами реализации нанесения размеров предлагаем пользователю разобраться самостоятельно с помощью справочника команд AutoCAD (рис.1.2.5).

ГЛАВА 4

ОСНОВЫ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

4.1. Моделирование поверхностей и объемных тел

Твердотельные модели наиболее полно отражают свойства реальных объемных тел и поддерживают целый ряд операций – например, связанных с формированием составных тел, построением сечений и разрезов, а также с тонированием, *которые принципиально недоступны при работе с каркасными и поверхностными конструкциями в* AutoCAD-6. Начиная с версии AutoCAD 11 и «моложе», данная проблема решена посредством создания процедуры преобразования поверхности в тело. На рис. 4.1 представлен результат разворачивания каскада маршрутов падающего меню.

Команда **«Box» (Ящик)** предназначена для создания модели параллелепипеда. После вызова команды, по умолчанию, программа запрашивает одну из восьми вершин параллелепипеда, поэтому следует указать ее и нажать на левую клавишу мыши. На следующий вопрос: «Другой угол» следует указать точку, противоположную указанной первой, самой длинной, диагонали.

Приведем пример создания куба со стороной 100.

Команда: _box

Первый угол или [Центр]:

Другой угол или [Куб/Длина]: @-100,-100,-100 .

В приведенном протоколе применены относительные декартовые координаты, хотя в AutoCAD версии 12 можно задать габариты ящика в режиме «резиновых нитей». Из протокола видно, что пользователь может воспользоваться дополнительными опциями.

Команда **«Sphere» (Шар)** предназначена для создания модели шара. Диалог с системой сводится к ответам на два запроса: «Укажите центр» и «Задайте радиус или диаметр». Центр шара может быть сгенерирован посредством выбора одной из опций: по трем точкам, по двум точкам и из условия наличия двух точек касания и радиуса.

Приведем протокол создания шара радиуса 45.

Команда: _sphere

Центр или [3T/2T/ККР]:

Радиус или [Диаметр] <124.5722>: 45 .

Команда **«Cylinder» (Цилиндр)** предназначена для создания модели цилиндра. Диалог с системой сводится к ответам на три запроса: «Укажите центр», «Задайте радиус или диаметр основания» и «Задайте высоту или ось цилиндра». Приведем протокол создания цилиндра высотой 130, в основании которого круг радиуса 45.

Команда: _cylinder

Центр основания или [3Т/2Т/ККР/Эллиптический]:

Радиус основания или [Диаметр] <45.0000>:

Высота или [2Точки/Конечная точка оси] <-255.0244>: 130 .

Команда **«Cone» («Конус»)** предназначена для создания модели конуса, в том числе и усеченного. Ниже приводится протокол создания усеченного конуса высотой 130, и основаниями, имеющими радиусы 45 и 25.

Команда: _cone

Центр основания или [3Т/2Т/ККР/Эллиптический]:

Радиус основания или [Диаметр] <80.6756>: 45

Высота или [2Точки/Конечная точка оси/Радиус верхнего основания] <130.0000>: Р

Радиус верхнего основания <0.0000>: 25

Высота или [2Точки/Конечная точка оси] <130.0000>:

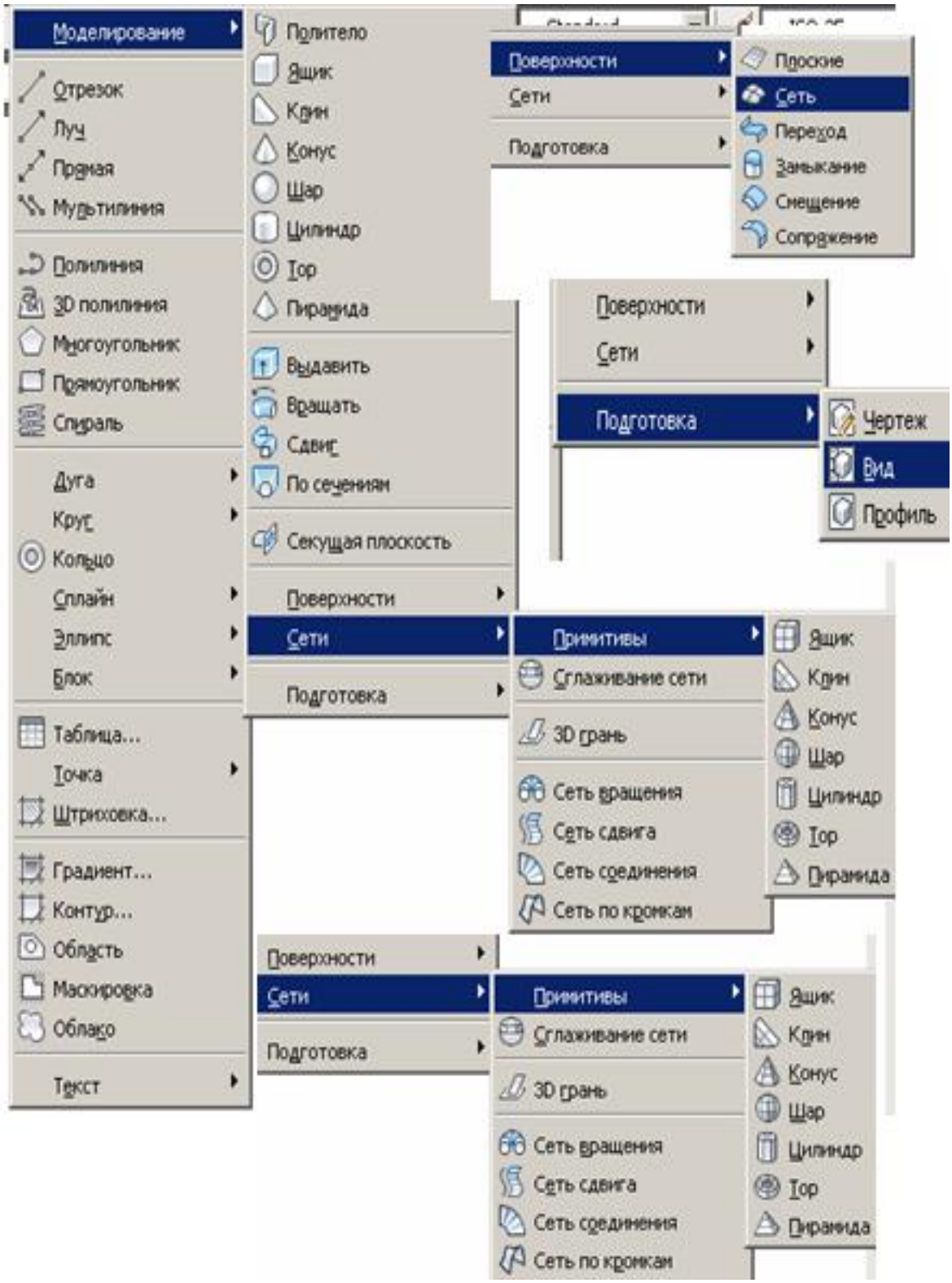


Рис. 4.1.1. ***Вызов команд моделирования поверхностей и объемных тел из падающего (каскадного) меню***

Команда **«Extrude» («Выдавить»)** предназначена для создания модели объемного тела посредством выдавливания (придания толщины, высоты) из *замкнутого* контура. Благодаря принципу преемственности, реализованному в AutoCAD, сохранена технология всех его версий. Ниже приводится протокол создания составного тела, представленного на рис. 4.1.2.

Команда: _extrude

Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4, Режим создания замкнутых профилей = Тело

Выберите объекты для выдавливания или [РЕжим]: _MO Режим создания замкнутых профилей [Тело/Поверхность] <Тело>: _SO

Выберите объекты для выдавливания или [РЕжим]: найдено: 1

Выберите объекты для выдавливания или [РЕжим]:

Высота выдавливания или [Направление/Траектория/Угол конусности/Выражение]

<161.7332>: Т *применена опция «Траектория»*

Выберите траекторию выдавливания или [Угол сужения]:

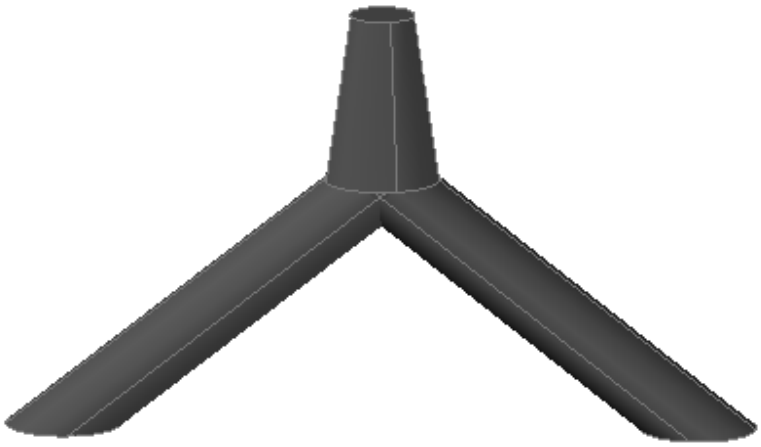


Рис. 4.1.2. ***Команда «Выдавить» (режим «траектория»)***

Команда **«Revolve» (Вращать)** предназначена для создания модели емного тела посредством вращения замкнутого контура (образующей) вокруг заданной пространственной оси. Ниже приведен протокол моделирования тела вращения, в котором приведены дополнительные опции, которыми пользователь может воспользоваться.

Команда: _revolve

Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4, Режим создания замкнутых профилей = Тело

Выберите объекты для вращения или [РЕжим]: _MO Режим создания замкнутых профилей [Тело/Поверхность] <Тело>: _SO

Выберите объекты для вращения или [РЕжим]: найдено: 1

Выберите объекты для вращения или [РЕжим]:

Начальная точка оси вращения или [оБъект/X/Y/Z] <Объект>:

Конечная точка оси:

Угол вращения или [Начальный угол/оБратить/ВЫражение] <360>:

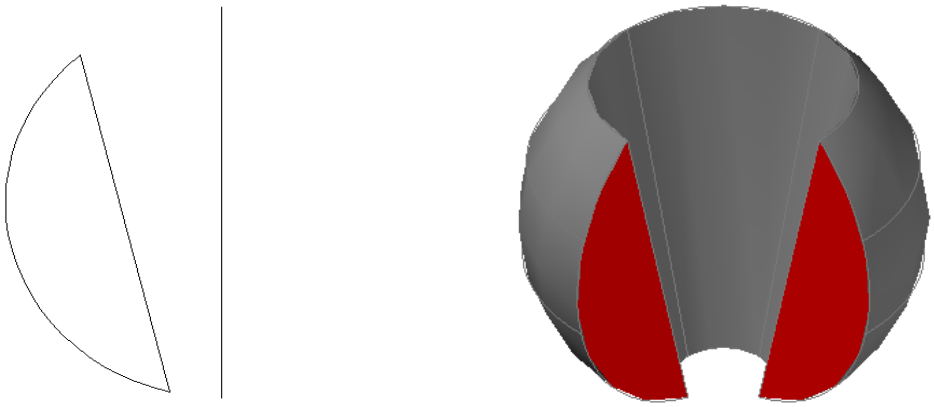


Рис .4.1.3. ***Команда «Вращать»(образующая и ось – слева; 3D модель с четвертным вырезом – справа)***

4.2. Моделирование составных тел

В любом инженерном проекте возникает потребность создания комбинированного тела, составленного из простых тел. В арсенале AutoCAD имеется три команды, выполняющих логические (булевы) операции объединения, вычитания и пересечения.

Команда **«Union» (Объединение)** обеспечивает объединение исходных тел в одно целое. Диалог ограничивается выбором объектов, подлежащих объединению. Команда **«Subtract» (Вычитание)** предназначена для моделирования отверстий, ниш, пазов и выемок. Диалог ведется в три этапа. Сначала запрашиваются объекты, из которых требуется вырезать отверстия, выбор ведется левой клавишей мыши, затем нажимается правая клавиша – следует запрос: «Укажите тела или области для вычитания». Выбираем их левой кла-

вишей, по завершению нажимаем <Enter>. Команда **«Intersect» (Пересечение)** предназначена для моделирования фрагмента пространства, общего для нескольких исходных тел и являющегося результатом их пересечения. Диалог ограничивается выбором объектов, подлежащих объединению. Ниже приведен протокол моделирования тела вращения, в котором размещены результаты работы этих трех команд.

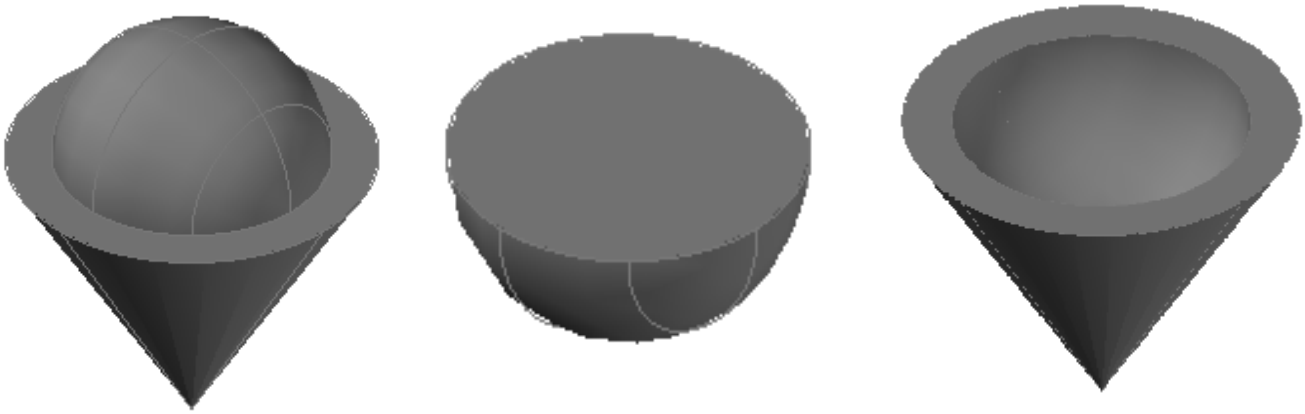


Рис.4.2.1. ***Три логические операции «Объединение» (слева), «Вычитание» (справа) и «Пересечение» (посередине) конуса и шара***

Команда **«Slice» (Сечение)** предназначена для моделирования сечения. Команда предлагает несколько вариантов создания сечения: плоский объект, поверхность, Zось, Вид, XY, YZ, ZX, 3 точки. Особое внимание следует обратить на опцию <3 точки>. Приведем протокол работы программы:

Команда: _slice

Выберите объекты для разрезания: найдено: 1

Выберите объекты для разрезания:

Начальная точка режущей плоскости или [плоский

Объект/Поверхность/Zось/Вид/XY/YZ/ZX/3точки] <3точки>: 3

Первая точка на плоскости:

Вторая точка на плоскости:

Третья точка на плоскости:

Укажите точку с нужной стороны или [выберите Обе стороны] <Обе>:

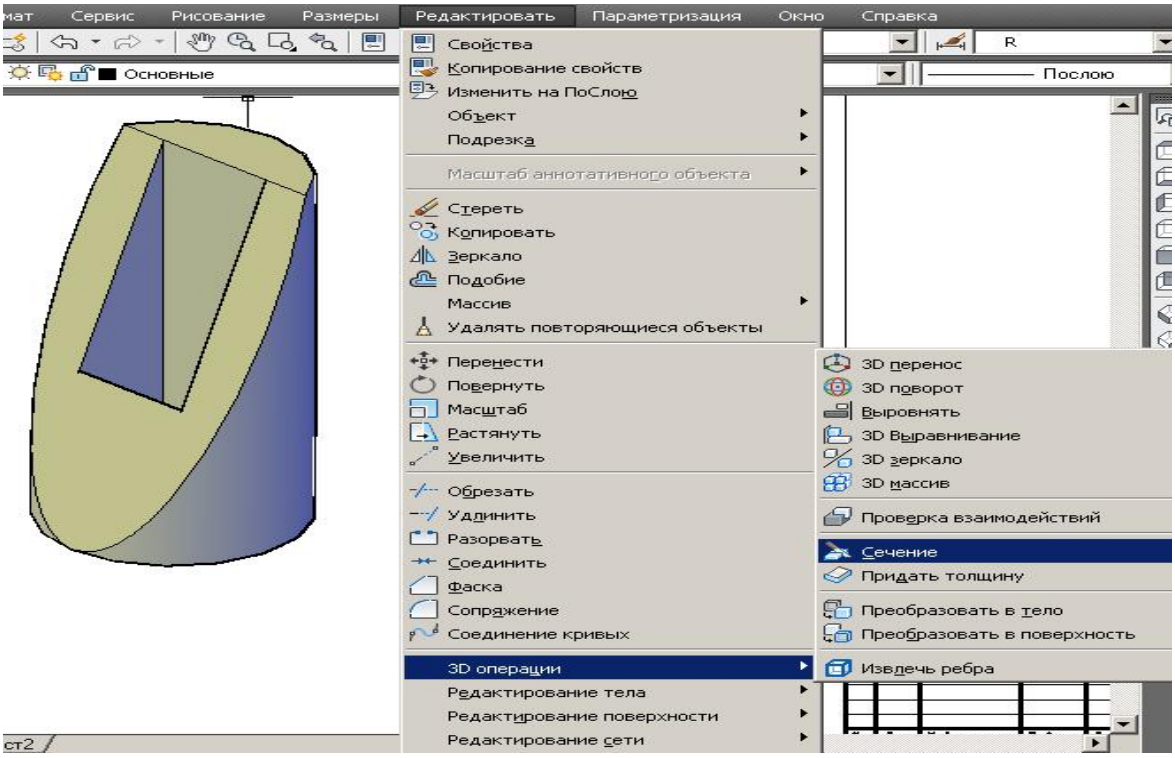


Рис.4.2.2. ***Моделирование сечения тела произвольной плоскостью***

В данном протоколе реализуется создание чертежа сечения цилиндра, внутри которого имеется отверстие с прямоугольным основанием. Сечение проходит через две точки верхнего основания отверстия и квадрант нижнего основания цилиндра. Эти точки указываются с помощью режима объектной привязки. В версии 6 AutoCAD сечение генерируется непосредственно в виде графического примитива. В версии 12 создается 3D модель тела, включающая в себя сечение и само тело. Для создания только одного сечения необходимо применить команду «Расчленить» меню «Редактирование» и затем удалить ненужные элементы, оставив только сечение. Для того чтобы создать натуральную величину сечения, необходимо сменить систему координат с помощью опции «Объект». Затем «Копировать в буфер», перейти на нужный лист чертежа и применить команду «Вставить».

4.3. Сечения и разрезы

В процессе трехмерного моделирования многие чертежи реальных объектов изобилуют сечениями и разрезами.

Команда «Сечение» (Section), которую можно вызвать с помощью вкладки панели инструментов «Тела» (Solids, AutoCAD-2006), обеспечивает построение набора плоских областей, представляющих результат рассечения твердотельных моделей посредством заданной наклонной плоскости.

Вначале программа просит выбрать тела, которые требуется рассечь, а затем предлагает определить секущую плоскость одним из перечисленных способов. Выбор первой точки равнозначен заданию предлагаемого по умолчанию параметра «Три точки» (<3 points>), предусматривающего построения по трем точкам. Поэтому далее придется выбрать вторую и третью точки.

Секущие плоскости определяются посредством полилиний. Области сечений обозначены утолщенными линиями.

В AutoCAD-2012 формирование сечения реализуется по маршруту: «Редактировать» → «3D операции» → «Сечение».

Команда «Ломтик» (**Slice**) позволяет разрезать объемное тело на части с помощью заданной плоскости. Можно оставить обе «части» либо удалить любую из них, указав ту или иную сторону от плоскости сечения.

В командной строке записывается следующий протокол программы:

Команда: _slice

Выберите объекты для разрезания: найдено: 1

Выберите объекты для разрезания:

Начальная точка режущей плоскости или [плоский

Объект/Поверхность/Zось/Вид/XY/YZ/ZX/3точки] <3точки>: 3

Первая точка на плоскости: указывается с помощью объектной привязки

Вторая точка на плоскости: указывается с помощью объектной привязки

Третья точка на плоскости: указывается с помощью объектной привязки

Укажите точку с нужной стороны или [выберите Обе стороны] <Обе>:

4.4. Визуализация трехмерных объектов

В процессе трехмерного моделирования можно задавать и менять виды, а также делить в пространстве модели зону окна рисования на части (видовые экраны), в каждой из которых можно устанавливать свою точку зрения или проекцию. Вид – это изображение, наблюдаемое в видовом экране (ВЭ).

Операции с ВЭ выполняются, как правило, с помощью диалогового окна «Видовые экраны» (Viewports), которое появится на экране, если вызвать команду VPORTS, отыскиваемую по маршруту: «Вид» → «Видовые экраны…» → «Новые ВЭ…». Представленная на рис. 4.4.1 вкладка окна дает возмож-

ность создавать именованные виды. В правой части вкладки расположена область предварительного просмотра, в которой располагается выбранный вариант. В поле «Новое имя» можно внести название конфигурации (схемы разбиения). Список «Стандартные конфигурации» (Standard Viewports) предлагает образцы разбиения окна. На рис. 4.4.1 выбрана опция «Три справа». Раскрывающийся список «Применить» (Apply to) позволяет применить конфигурацию к графической зоне в целом либо к активному (текущему) ВЭ. При выборе опции «2D» раскрывающегося списка «Режим» (Setup) в соседний список включаются все определенные в чертеже именованные виды.

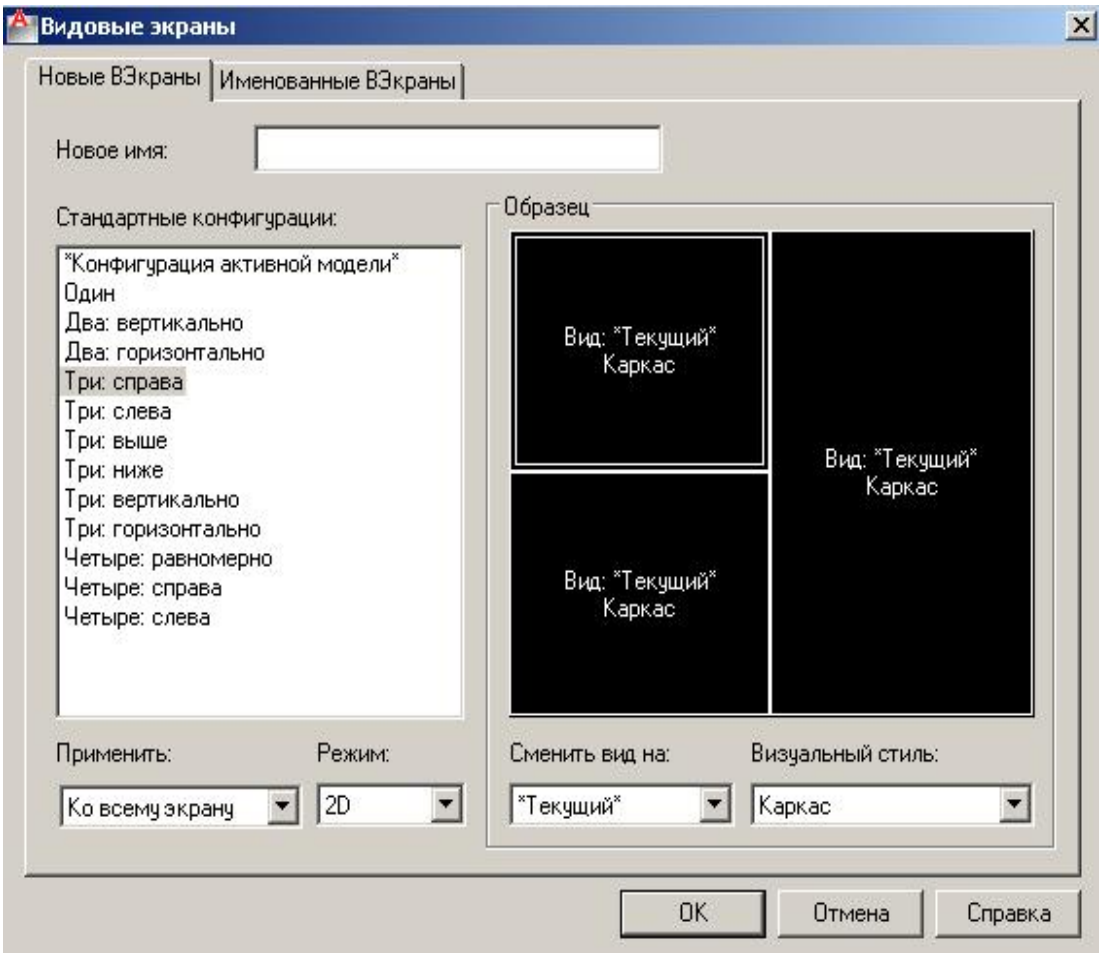


Рис.4.4.1. ***Диалоговое окно «Видовые экраны»***

ТИПОВЫЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВИДЫ

Команда «Вид» («View») предлагает *шесть кнопок* установки стандартных ортогональных проекций объекта («Сверху», «Снизу», «Слева», «Справа», «Спереди», «Сзади») и *четыре кнопки* установки стандартных изометрических видов («Юго-западная изометрия», «Юго-восточная изометрия», «Се-

веро-восточная изометрия», «Северо-западная изометрия»), перечисленных на рис.4.4.2.

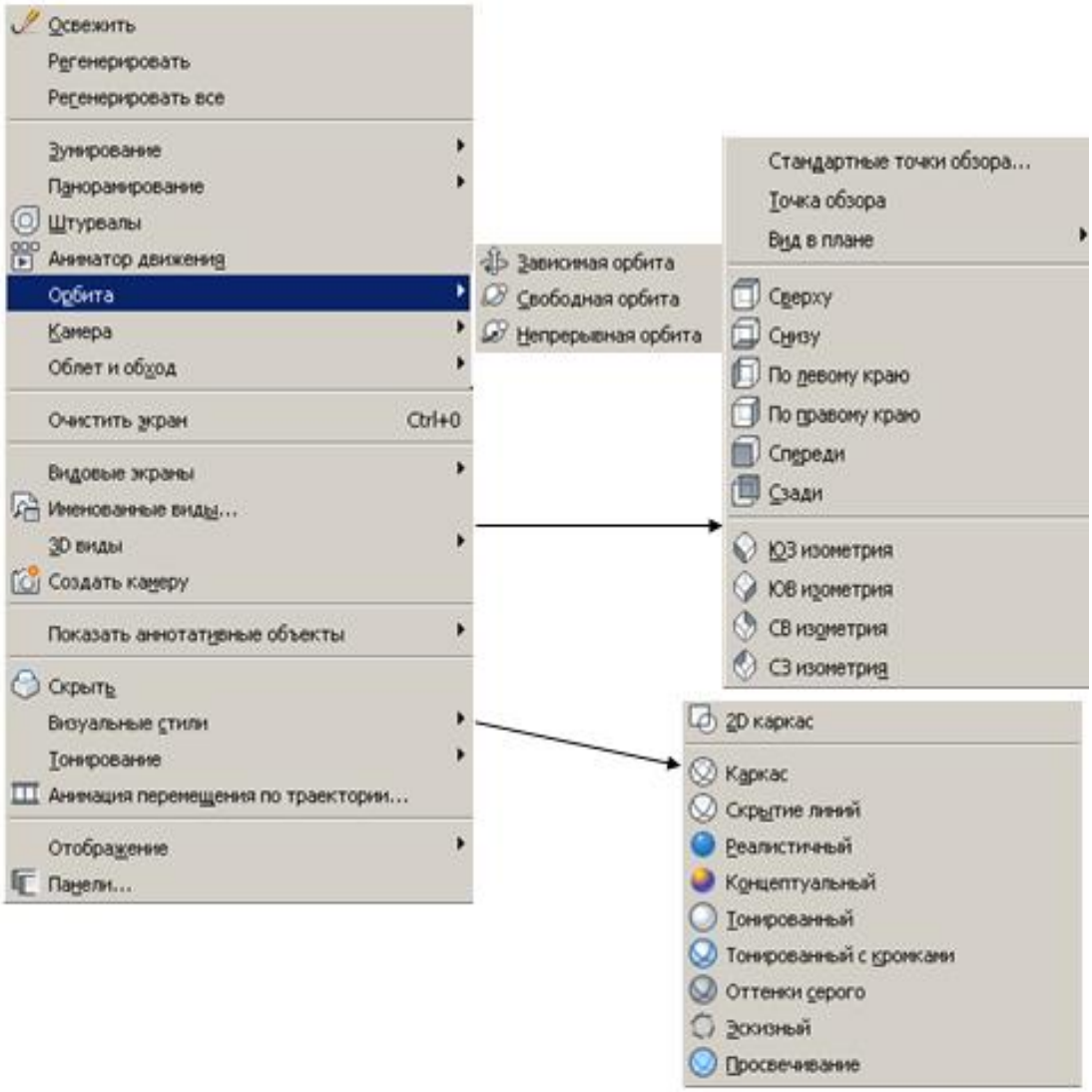


Рис. 4.4.2. ***Вкладка падающего меню «Вид»:***
вызов и опции команд «Орбита», «3D виды» и «Визуальные стили»

РАСКРАШИВАНИЕ. ВИЗУАЛЬНЫЕ СТИЛИ

Команда «Раскрашивание» («Shading Modes») предлагает несколько вариантов (опций) отображения объекта:

- «Каркас» (Wireframe) – объекты отображаются в виде проволочной модели («скелета») в виде совокупности отрезков и линий (кромок граней и тел), раскрашивание отсутствует (рис. 4.4.3, 1).
- «Скрытие линий» (Hidden) – то же, что и каркас, но линии невидимых задних граней не отображаются (рис. 4.4.3, 2).
- «Реалистичный» (Gouraud Shaded, по Гуро) – грани раскрашиваются цветом; переходы граней сглаживаются с помощью оттенков; плавность раскраски – высокая (рис. 4.4.3, 4).
- «Концептуальный» – грани раскрашиваются цветом, но с низкой плавностью раскраски (рис. 4.4.3, 3).
- «Тонированный» (рис. 4.4.3, 7).
- «Оттенки серого цвета» (рис. 4.4.3, 5).
- «Эскизный» (рис. 4.4.3, 6).
- «Просвечиваемый» (рис. 4.4.3, 8).

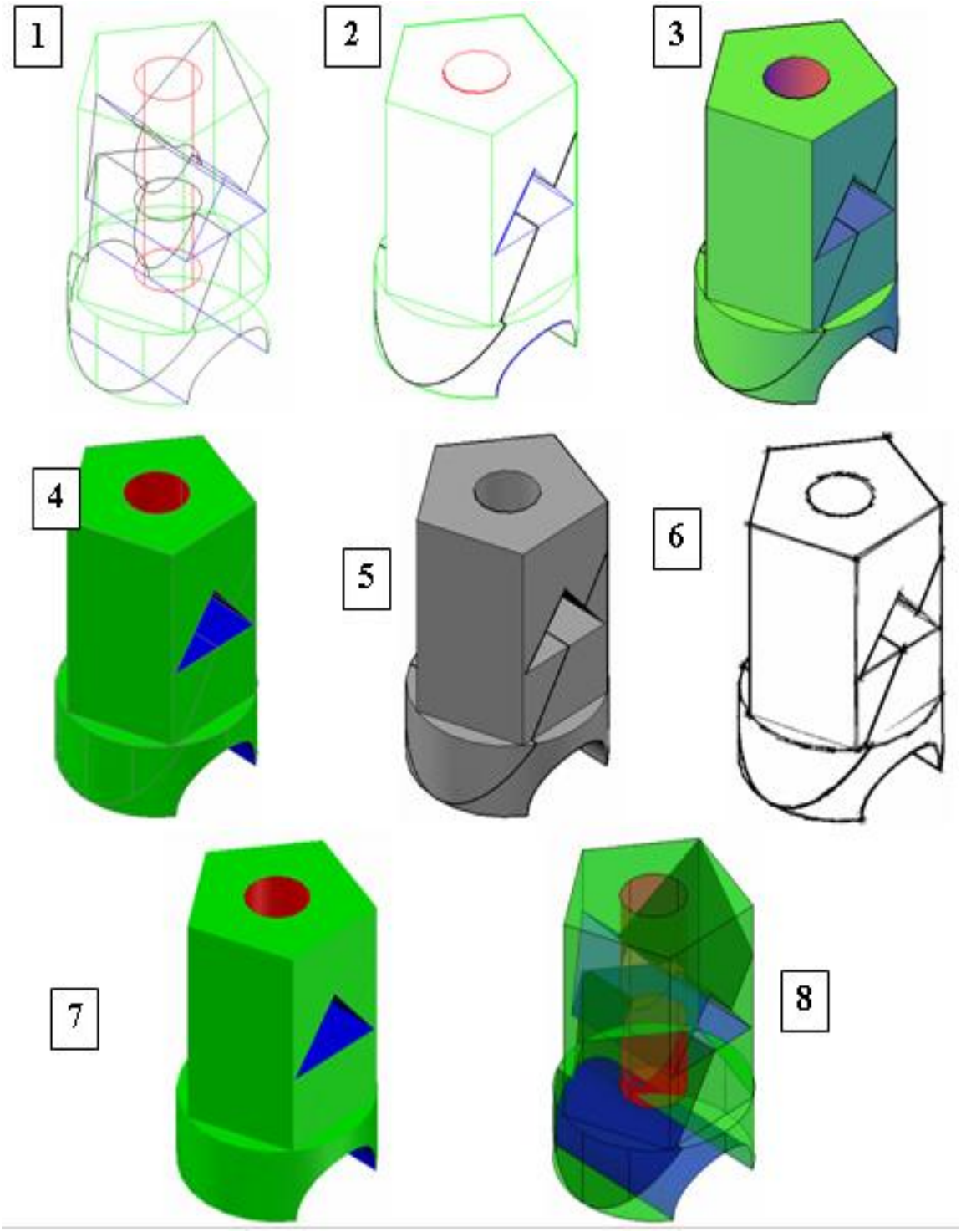


Рис. 4.4.3. ***Варианты раскраски объектов «Визуальные стили»):***
1– каркас; 2 – скрытый; 3 – концептуальный; 4 – реалистичный;
5 – с оттенками серого; 6 – эскиз; 7 – тонированный; 8 – просвечиваемый

ОНА ВЕРТИТСЯ!!!

Еще одна интересная возможность динамического управления видом – это команда «Орбита» («**3DORBIT**»), опции которой удобно выбирать из плавающей панели «Орбита» или из падающего меню по маршруту: «Вид» → «Орбита». Команда предлагает три опции (рис. 4.4.2).

- «Зависимая орбита» – динамическое вращение объекта относительно вертикальной или горизонтальной оси.

- «Свободная орбита» – динамическое вращение объекта относительно произвольной оси.

- «Непрерывная орбита» (Continuous Orbit) – позволяет перевести рисунок в режим постоянного вращения, для чего движением мыши с нажатой левой кнопкой надо указать направление вращения и отпустить кнопку.

Выбор одного или нескольких объектов перед вызовом опций «Свободная орбита» или «Непрерывная орбита» ограничивает отображением только выбранных объектов. На период работы команды «Орбита» в режиме «Свободная орбита» пиктограмма курсора меняется, знак ПСК меняется на цветной знак трехмерных осей, а на экране появляется орбитальное кольцо.

Центр орбитального кольца совпадает с автоматически выбранным центром вида, вокруг которого пользователь может перемещать камеру. При движении курсор (перекрестие) изменяет свою форму.

- Если курсор находится внутри орбитального кольца, он имеет форму сферы с двумя эллипсами-орбитами. В этом случае нажатие левой кнопки мыши и перемещение курсора внутри кольца вращает объект вокруг точки цели.

- Если курсор находится вне орбитального кольца, он имеет форму окружности со стрелкой на ней. В этом случае нажатие левой кнопки мыши и

перемещение курсора вращает объект вокруг оси, проходящей через центр орбитального кольца перпендикулярно экрану монитора.

- Если курсор находится на левом или правом малых кругах, расположенных в точках левого и правого квадрантов орбитального кольца, то он имеет форму горизонтального эллипса со стрелкой на нем. В этом случае нажатие левой кнопки мыши и перемещение курсора из этих точек вызывает вращение объекта вокруг вертикальной оси, проходящей через центр орбитального кольца.

- Если курсор находится на верхнем или нижнем малых кругах (квадрантах) орбитального кольца, то он имеет форму вертикального эллипса со стрелкой на нем. В этом случае нажатие левой кнопки мыши и перемещение курсора из этих точек вызывает вращение объекта вокруг горизонтальной оси, проходящей через центр орбитального кольца.

Потрясающим средством мультимедиа является команда «**3dcorbit**», которая задает параметры записи анимации 3D навигации и позволяет создать анимационный файл презентации движения (рис. 4.4.4).

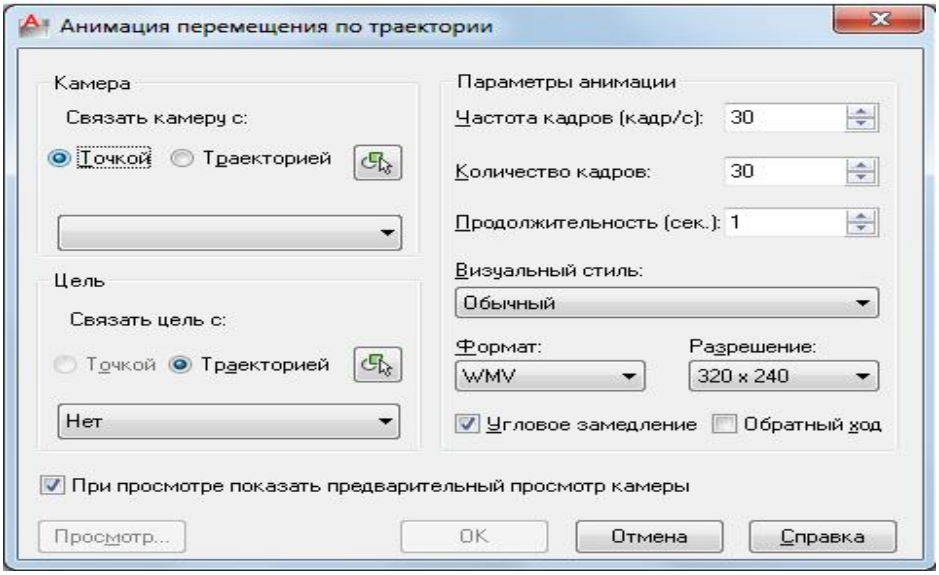


Рис. 4.4.4. ***Диалоговое окно «Анимация перемещения по траектории»***

ГЛАВА 5

Печать изображений и создание основных видов на листе чертежа

Этап моделирования любого изделия завершается печатью чертежей на бумаге. О том, как добиться качественных печатных оттисков, вы узнаете, познакомившись с материалом этой главы.

5.1. Компоновка в пространстве листа

Помимо пространства модели, предлагается в распоряжение пользователя альтернативная рабочая среда – пространство листа, организованное в виде множества независимых вкладок компоновок (**LayoutNN**). Наименование текущей вкладки хранится в системной переменной **ctab**. Каждая компоновка представляет собой воображаемый лист бумаги, на котором располагаются плавающие видовые экраны с теми или иными видами объектов.

Выбрать команду «Печать…» («PLOT…»), которую можно вызвать с помощью кнопки из плавающей панели «Стандартная» или из падающего меню по маршруту: «Файл» → «Печать…». В появившемся диалоговом окне (рис. 5.1.2) раскрыть окно «Принтер/плоттер», установить имя устройства.

Например, имя плоттера «HP Laser Jet 1020». Раскрывающийся список области «Формат листа» («Paper Size») позволяет выбрать формат и размеры листа бумаги, например, А4 (рис. 5.1.2).

Объем печати текущего рисунка определяется в области «Печатаемая область» («Plot Area»). Возможные варианты выбора области рисунка собраны в раскрывающийся список «Что печатать» («What to plot»). В случае выбора опции «Рамка» («Window») система «AutoCAD» временно закрывает диалоговое окно «Печать» и цветом фона демонстрирует предыдущие границы рамки.

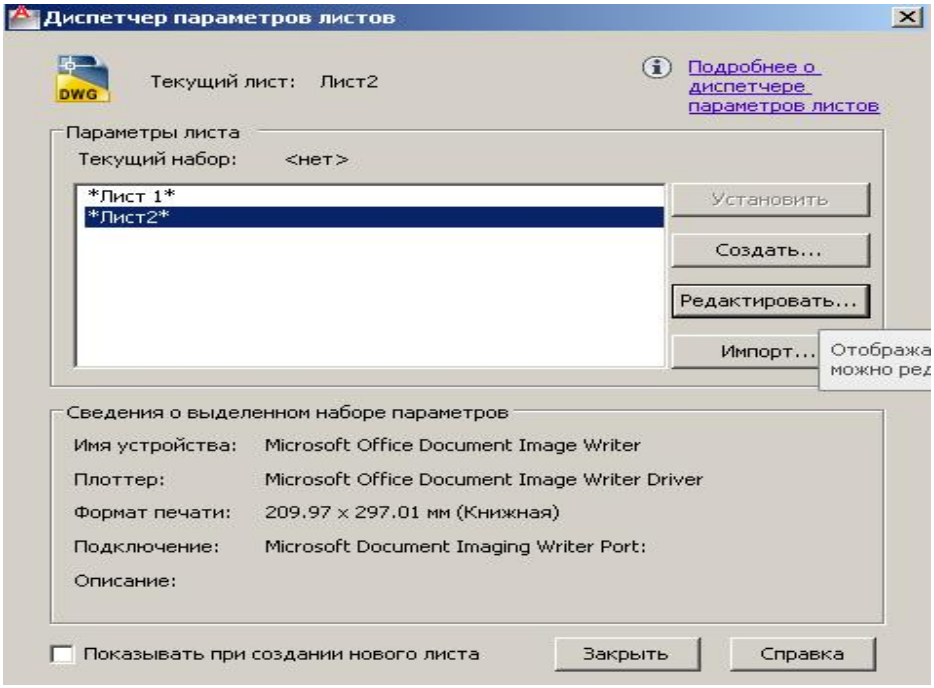


Рис .5.1.1. ***Диалоговое окно «Диспетчер параметров листов»***

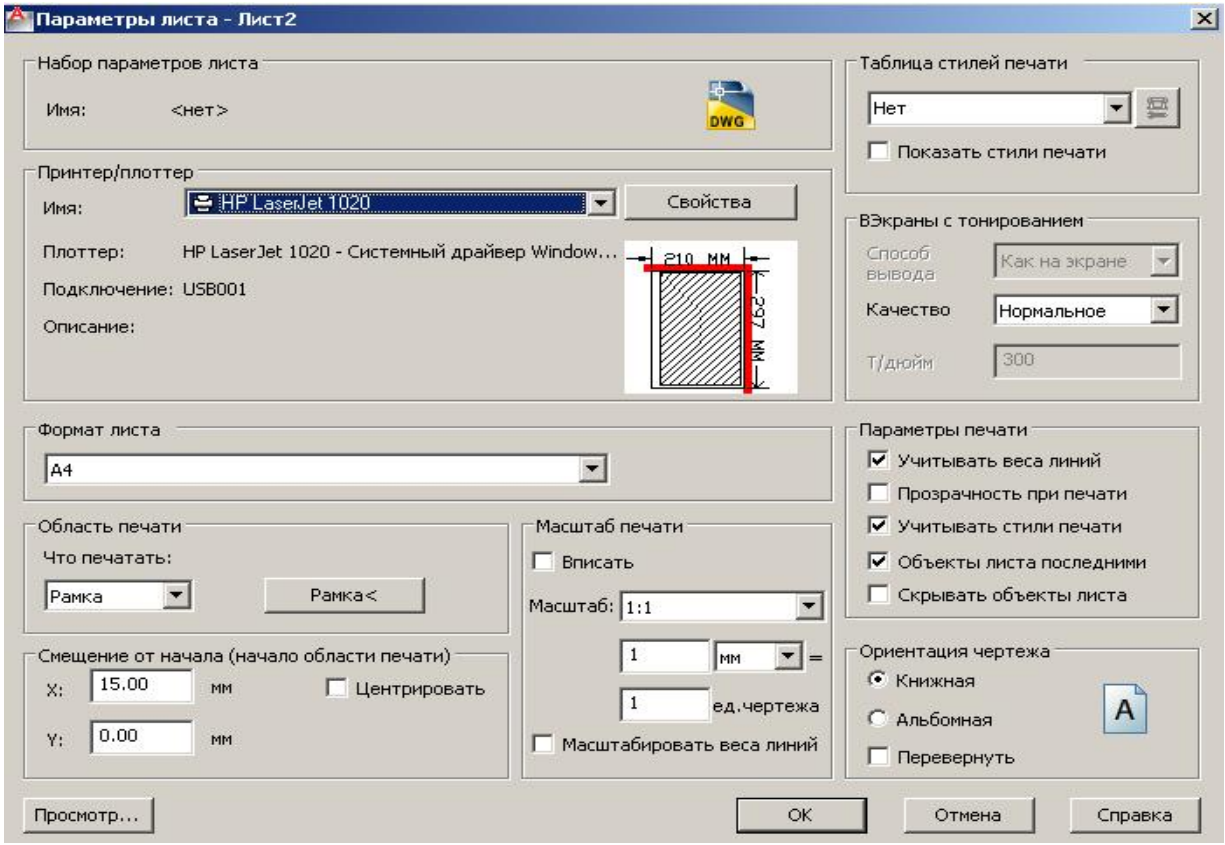


Рис. 5.1.2. ***Диалоговое окно «Параметры листа»***

Программа выдает следующие сообщения:

Specify window for printing

Specify first corner:

(Укажите окно для вывода на печать

Первый угол:)

Необходимо задать с помощью клавиатуры или указать мышью точку первого угла рамки. Далее программа запрашивает: «Укажите противоположный угол:» («Specify opposite corner:»). В ответ на этот вопрос следует указать точку второго угла рамки, который расположен по диагонали относительно первого угла. Указание окна для вывода на печать следует выполнять при выключенной объектной привязке. В окно должна войти внутренняя рамка чертежа вместе с границами. На экран возвращается диалоговое окно «Печать» с указанными в нем параметрами рамки.

Область «Смещение от начала (начало в печатаемой области)» («Plot offset (origin set to printable area)») предназначена для управления размещением печатаемого изображения на листе бумаги. Если флажок «Центрировать» («Center the plot») установлен, то программа сама расположит изображение точно по центру листа бумаги. При печати каждого из листов лабораторной работы № 1, рекомендуется сбросить флажок «Центрировать» и установить дополнительный сдвиг от левого нижнего угла доступной области печати на листе. А именно: « X=15 Y=0 » (рис. 5.1.2).

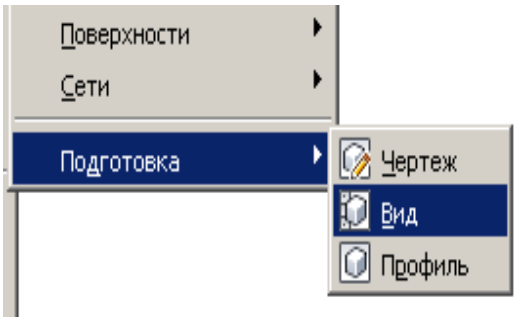
В окне «Ориентация чертежа» следует указать «Книжная» для формата А4 и «Альбомная» для формата А3.

Свойства компоновки листов, предлагаемые перед выводом данных на печать, обычно нуждаются в дополнительной настройке. Команда «Диспетчер параметров листов» (Page Setup Manager) открывает одноименное диалоговое окно, изображенное на рис. 5.1.1. При вызове опции «Редактировать» появляется диалоговое окно «Параметры листа», представленное на рис. 5.1.2.

5.2. Создание основных видов на листе чертежа Команды Т-ВИД и Т–ЧЕРТЕЖ

Команда «**Т-ВИД**» («**Solview**») из падающего меню: «Рисование»→«Тела»→«Подготовка»→«Вид», позволяет автоматически создавать

любые проекции любого тела. В AutoCAD-2012 «Моделирование»→«Подготовка»→«Вид».



Пусть требуется создать три основных вида детали – вид сверху (план), вид спереди (фасад) и вид слева (профиль). Для этого включаем пространство листа и организуем создание листа формата А3 с заполненной основной надписью. Далее вызываем команду «Т-ВИД».

Задайте опцию [ПСК/Орто/Дополнительный/Сечение]

Если нажать клавишу «Enter», то команда просто завершится. Для продолжения работы предлагаются следующие опции:

ПСК – создание ВЭ с видом по заданной ПСК (Пользовательская Система Координат);

ОРТО – создание ВЭ с видом, ортогональным к виду указанного ВЭ.

Дополнительный – создание ВЭ с видом по линии дополнительного сечения.

Сечение – создание ВЭ с сечением.

Если нажать клавишу «Enter», то команда просто завершится. Для продолжения работы предлагаются следующие опции.

Итак, протокол работы:

Задайте опцию [ПСК/Орто/Дополнительный/Сечение]: ПСК

Задайте опцию [Имя/МСК/?/Текущая]: Текущая

Масштаб вида <1.0>:1

Центр вида:

Укажите точку центра вида в левой нижней четверти листа. Программа выполнит первое приближение по размещению вида (рис. 5.3). С первого раза вид может расположиться неудачно. Поэтому следует повторяющийся запрос до тех пор, пока центр вида не расположится нормально. Нажатием клавиши «Enter» можно его зафиксировать и перейти к заданию границ ВЭ. Первоначально в качестве границ ВЭ принимается рабочая область листа. Программа запрашивает первый угол окна, содержащего вид и имеющего границы, почти вплотную касающиеся изображения вида.

Первый угол видового экрана:

Далее:

Противоположный угол видового экрана:

После того, как границы ВЭ заданы, следует ввести имя ВЭ, которое будет связано в дальнейшей работе со слоями:

Имя вида:

Введите имя (например, 1 – номер горизонтальной плоскости проекций). Программа завершила построение первого ВЭ.

Затем повторяется самый первый запрос «Т-ВИД»:

Задайте опцию [ПСК/Орто/Дополнительный/Сечение]:ОРТО

Выбрана опция **ОРТО** для того, чтобы построить вид спереди, связанный с видом сверху и расположить его на листе выше построенного. Следует запрос: **Укажите сторону ВЭ для проекции:**

Наведите курсор с помощью «мыши» на нижнюю сторону первого ВЭ. Автоматически появляется точка объектной привязки «Середина». Затем программа спрашивает о центре второго вида, укажите его. Затем укажите границы второго ВЭ и дайте ему имя, например, 2.

Снова повторяется самый первый запрос «Т-ВИД»:

Задайте опцию [ПСК/Орто/Дополнительный/Сечение]: ОРТО

Выбрана опция **ОРТО** для того, чтобы построить вид слева, связанный с видом спереди, и расположить его на листе правее построенного. Следует запрос:

Укажите сторону ВЭ для проекции:

Для завершения выполнения команды «**Т-ВИД**» следует нажать <Esc>. На экране монитора появляются изображения видов объекта (рис. 5.2.1).

Командой «**Т-ВИД**» автоматически генерируются слои, которые можно увидеть, открыв окно «Слои». На этом рисунке видно, что создан слой «VPORTS», на котором размещены границы ВЭ. По имени каждого из трех видов (1, 2, 3), которые мы задавали, созданы слои с окончаниями: DIM, HID и VIS. Слои с окончанием DIM должны хранить размерные примитивы соответствующего вида, слои с окончанием VIS – видимые линии вида, а слои с окончанием HID – невидимые линии вида (рис. 5.2.2).

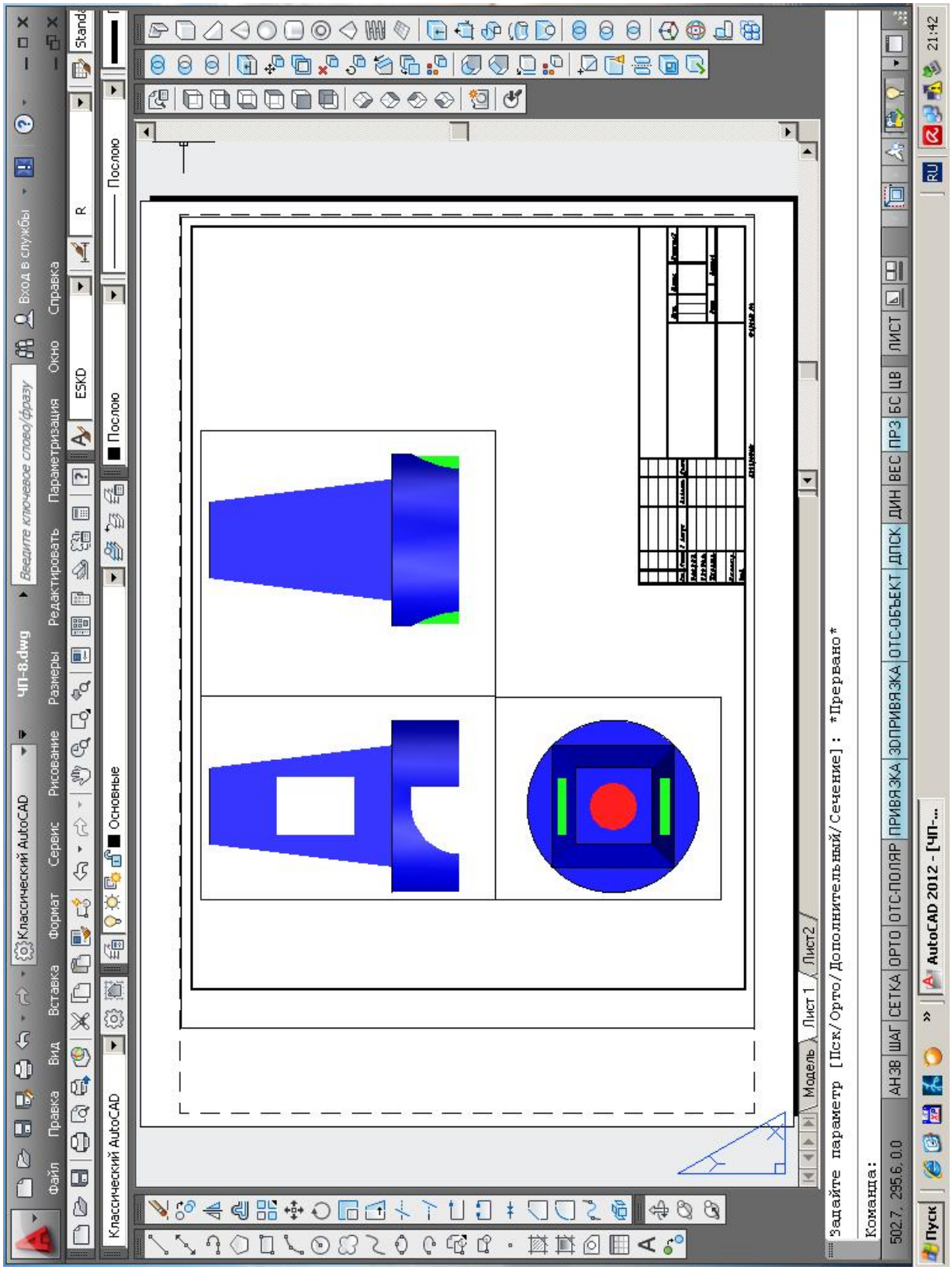


Рис .5.2.1. ***Результат выполнения команды Т-ВИД(AtoCAD-2012)***

Для **изображения невидимых линий в виде штриховой линии** необходимо обратиться к команде «Диспетчер слоев» (падающее меню «Слои…»). В раскрывшемся диалоговом окне в слоях с расширением ***.HID***, сменить тип линии «Continue (сплошная)» на «Dashed (невидимая)» (рис.5.2.2).

Команда «Т-Рисунок (Чертеж)» (SolDraw) из падающего меню:

«Рисование» → «Тела» → «Подготовка» → «Рисунок»

создает видимые и невидимые линии, которые являются копиями существующих линий объекта и которые разносятся по слоям, соответствующим именам видов, сформированных командой **Т-ВИД**. Отметим, что сечения штрихуются.

В AutoCAD-2012 эта команда находится по маршруту «Моделирование»→«Подготовка»→«Чертеж». Следует запрос:

Выберите ВЭ для построений:

Укажите курсором на границы тех ВЭ, в которых необходимо разделять видимые и невидимые линии. На экране появляется изображение чертежа (рис. 5.2.3).

Далее следует отключить границы видовых экранов, погасив «лампочку» слоя «VPORTS». Окончательный результат оформления чертежей показан на рисунках 5.2.5 и 5.2.6.

Подробнее о процедуре создания изображений сечения А-А, нанесения размеров и штриховки можно узнать в работе [10].

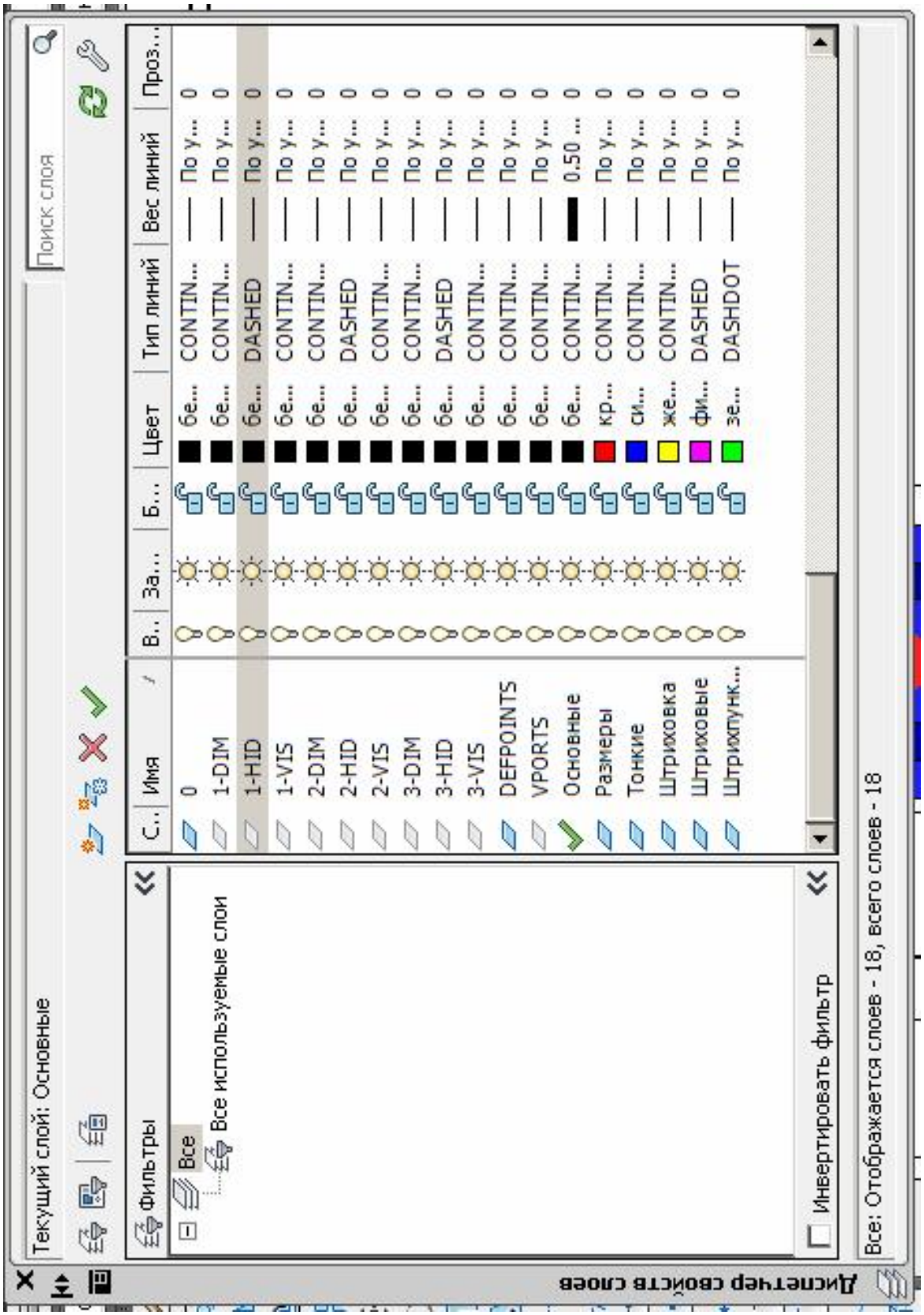


Рис. 5.2.2. ***Задание типа линии в слоях с расширением .HID***

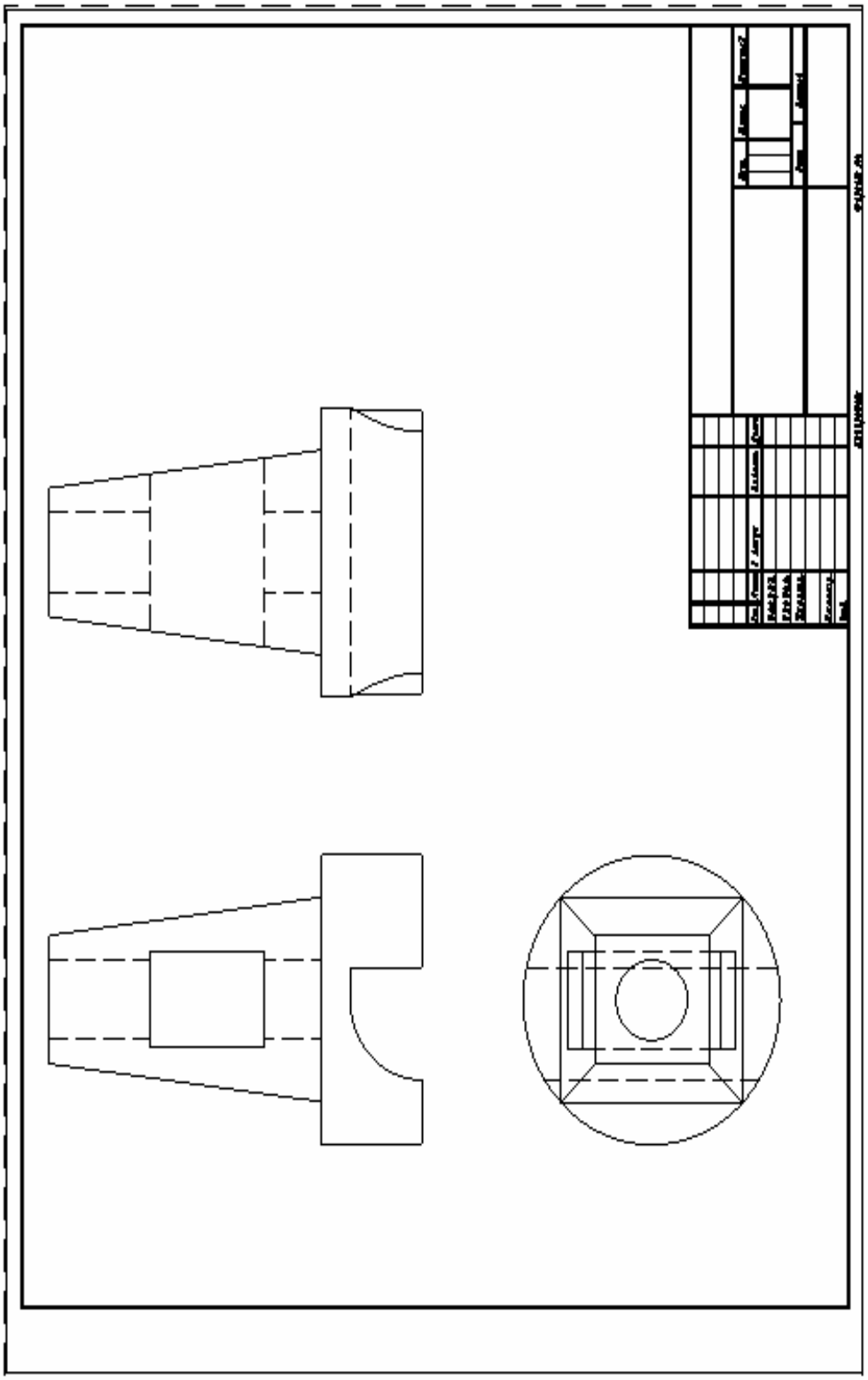


Рис.5.2.3. ***Результат выполнения команды Т-чертеж (рисунок) из AutoCAD-2012***

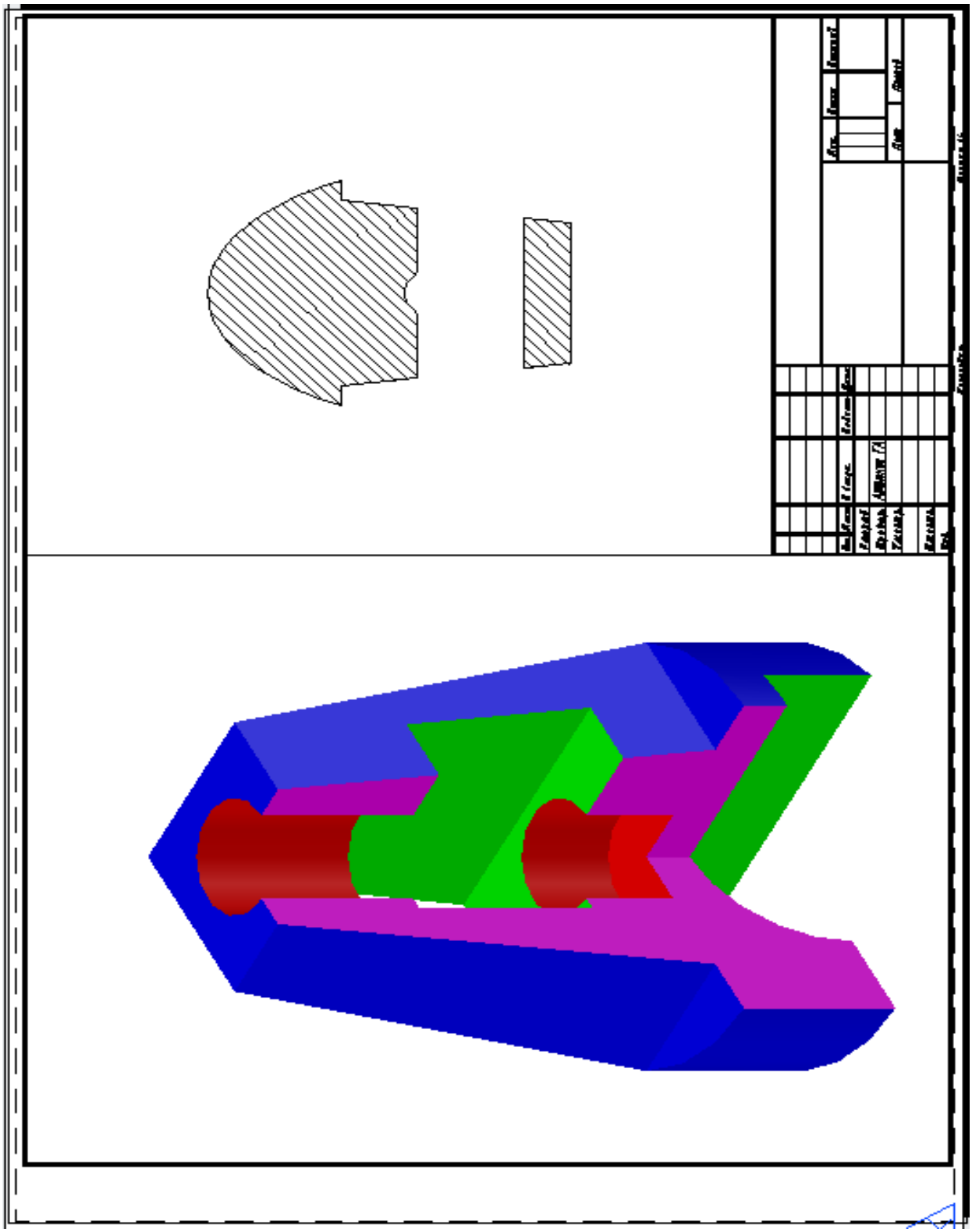


Рис. 5.2.4. ***Создание изображений на листе № 2(AutoCAD-2012)***
(3D деталь с четвертным вырезом и сечение А-А)

Контрольные вопросы

1. Какой клавишей устройства «мышь» выполняется выбор элемента изображения, выбор команды или выбор места перемещения?
2. Каково назначение правой клавиши локаторного устройства «мышь»?
3. Каково назначение режима «ОРТО»?
4. С чем связано отключение и включение режима объектной привязки?
5. Сколько этапов проходит любая команда редактирования?
6. Какими средствами обеспечивается точность геометрических построений в программной среде AutoCAD?
7. Чем отличаются команды «Обрезать» и «Стереть»?
8. Чем отличаются команды «Вырезать в буфер» и «Копировать в буфер»?
9. Каково назначение пространства модели и пространства листа?
10. Как вписать текст «Фамилия И.О.» в графу «Разраб.» основной надписи чертежного листа стандартного формата?
11. Чем отличаются команды «Копировать («Вставка») в буфер памяти» от команды «Копировать» («Редактирование»)?
12. Каково назначение команд «Контур» и «Область»?
13. Что означает термин «опция» команды?
14. Как организовать сквозное отверстие, например, в форме параллелепипеда в трехмерном геометрическом теле, в усеченном конусе?
15. Как организовать четвертной вырез в трехмерной детали?

16. Как получить изображение сечения трехмерного тела проецирующей плоскостью?
17. Как организовать штриховку плоскостей разреза трехмерного тела, представленного в аксонометрии или перспективе?
18. Как получить изображения основных проекций пространственной детали?
19. Как создать трехмерное тело вращения в программной среде AutoCAD?
20. Каково назначение команды «ПСК»(«UCS»)?
21. Каково направление осей в мировой системе координат «МСК»(«WCS»)?
22. Как на чертеже (пространстве листа) организовать видовой экран?
23. Как создать прямую пирамиду высотой 130 мм, основание которой представляет собой правильный треугольник со стороной 45 мм?
24. Как создать прямой усеченный конус высотой 130 мм и основаниями Ø90 мм и Ø30 мм?
25. Как создать прямую усеченную пирамиду высотой 130, верхнее основание которой – квадрат 24х24, а нижнее основание – квадрат 64х64?

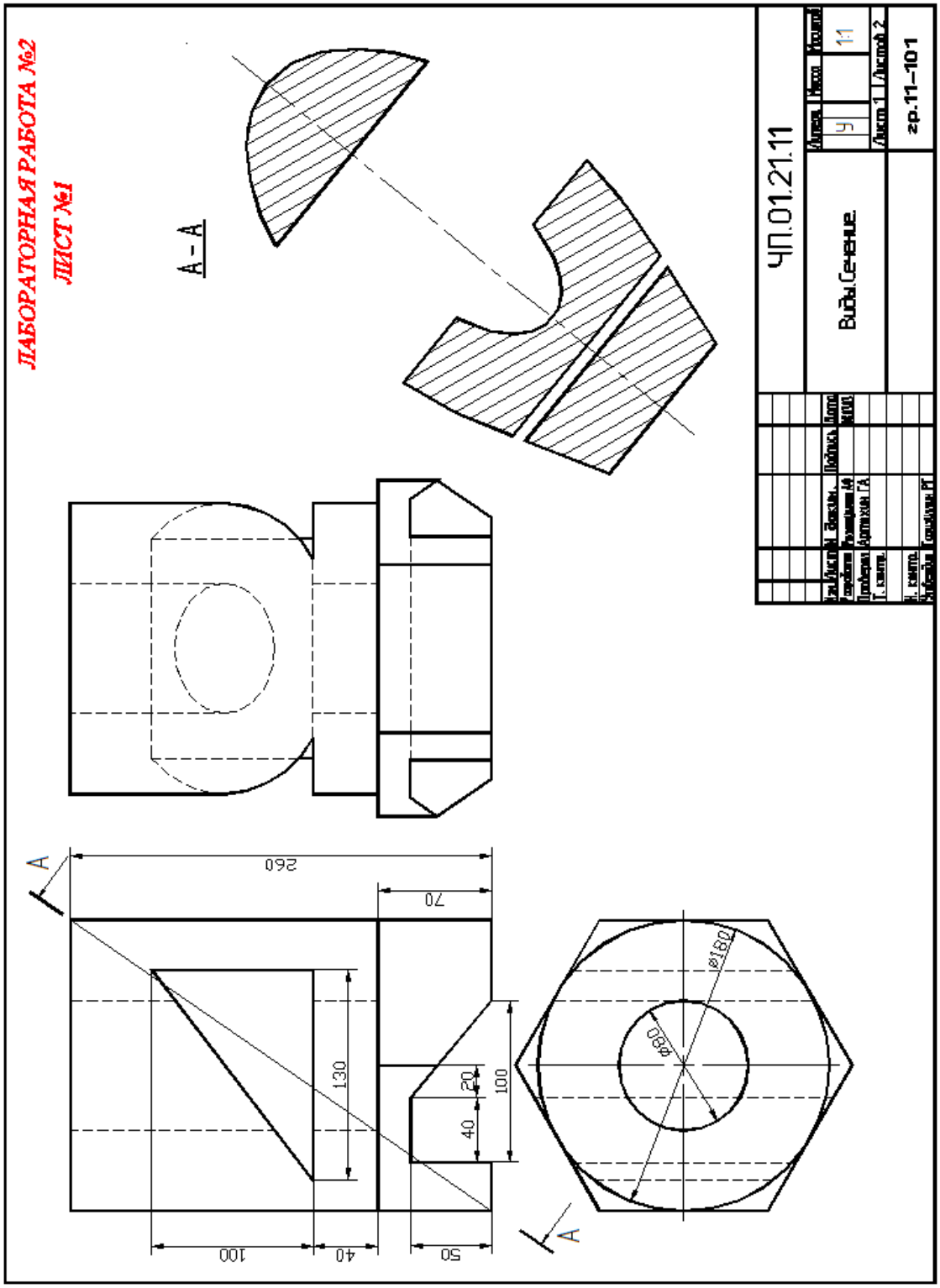


Рис. 5.2.5. ***Пример оформления первого листа чертежа***

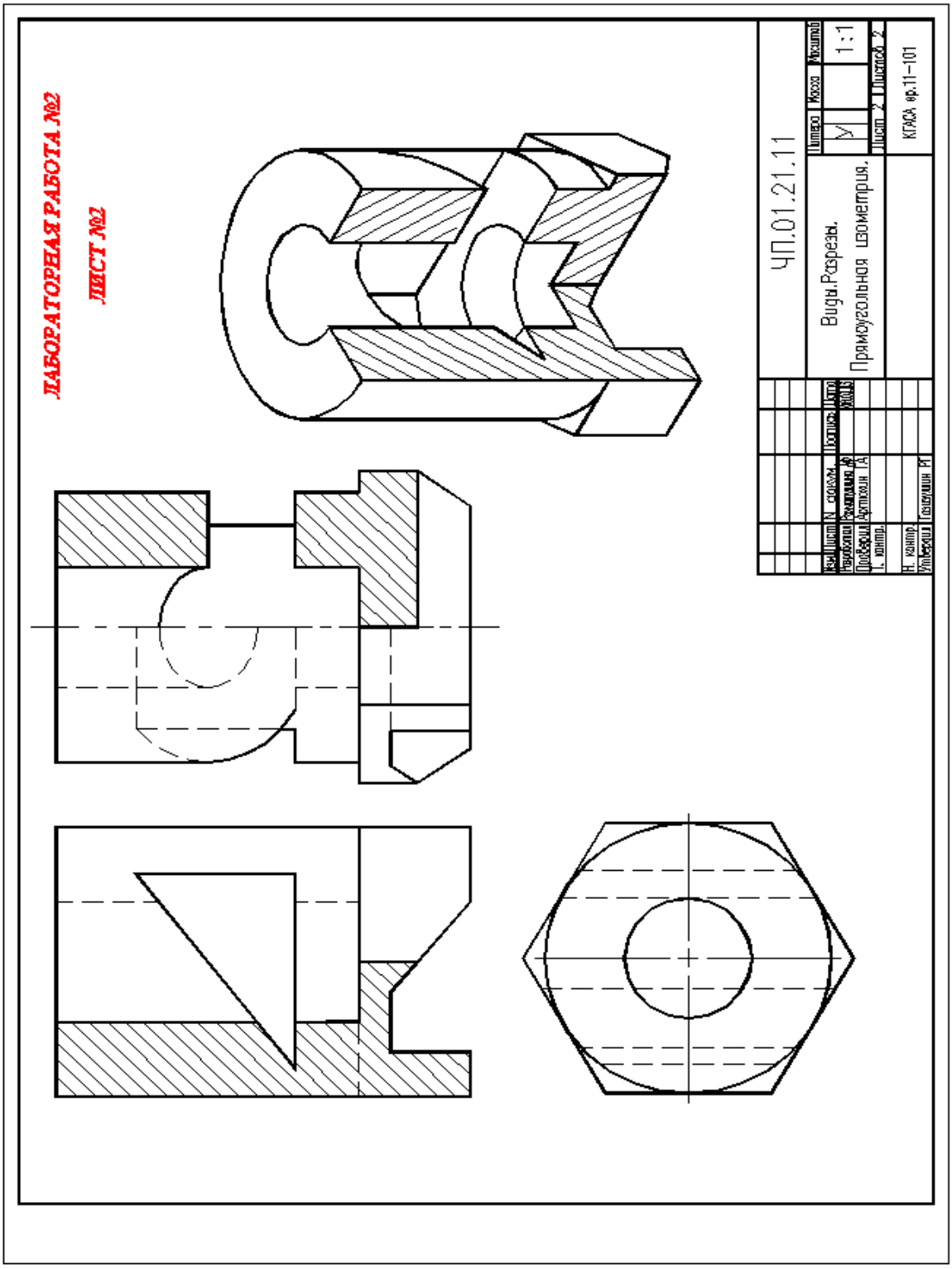


Рис. 5.2.6. ***Пример оформления второго листа чертежа***

Ответы на контрольные вопросы

1. Левой.

2. Подтверждение выбора, выполненного левой клавишей, вызов контекстного меню.

3. Проведение вертикальных и горизонтальных прямых линий.

4. Отказ от предлагаемых характерных точек, например, при заполнении граф основной надписи в момент указания границ текста.

5. Три: выбор редактируемого изображения, его изменение и подтверждение внесенных изменений.

6. Объектная привязка, отслеживание, сетка, «орто», навигаторы и т.п.

7. Последняя уничтожает всё изображение, а «Обрезать» стирает только его часть.

8. Первая стирает оригинал, вторая сохраняет его.

9. Либо создаем тело, либо рисуем на плоскости.

10. Применяем команду «Текст, однострочный» и используем опцию «по ширине».

11. «Копировать («Вставка») в буфер памяти» работает с примитивами и сохраняет информацию о нем на протяжении всего сеанса работы.

12. Общая задача – проверить изображение на наличие замкнутых областей (колец, островов) с целью последующего создания из них трехмерных тел. Различие – «Контур» работает в автоматическом режиме анализа островов. В этой программе нельзя учесть все возможные варианты, которые возникают

на практике. «Область» ориентирована на задание последовательности линий, собираемых в цепь.

13. Именованный параметр в списке команды, находящийся в круглых скобках, например «три точки» в команде «Круг».

14. С помощью команды «Ящик» создать удаляемый объект. С помощью команды «Перенести» установить его по месту нахождения. Посредством команды «Вычитание» организовать отверстие.

15. С помощью команды «Ящик» создать параллелепипед, основание которого превосходит габариты проекции «Вид сверху», а высота превышает или равна высоте детали. Сначала следует указать одну из вершин ящика, расположенную на самой большой диагонали. Затем сформировать «резиновый» ящик. Посредством команды «Вычитание» удалить параллелепипед из тела.

16. С помощью команды «Сечение» из меню «Рисование. Тела» указать на любые три разные точки сечения.

17. Сначала требуется обвести контуры разреза, например, с помощью команд «Отрезок» или «Полилиния». Затем применить команду «Штриховка».

18. С помощью команды «Т-ВИД».

19. Необходимо построить замкнутый контур вращения и задать ось полного или неполного вращения, применив команду «Вращать» из меню «Рисование. Тела».

20. Команда «ПСК»(«UCS») предназначена для объявления удобной или необходимой для пользователя ориентации тройки осей координат.

21. Ось X направлена вправо от наблюдателя, ось Y – вверх, ось Z направлена в сторону направления взгляда наблюдателя.

22. Включить пространство листа, из меню «Вид» открыть «Видовые экраны», а именно: один видовой экран, указав два его угла.

23. Установить пространство модели и организовать три видовых экрана: «три справа». Объявить нижний левый ВЭ видом сверху, верхний левый – видом спереди, а видовой экран (ВЭ) справа – юго-западной изометрией. Установить МСК. Включить ВЭ «Вид сверху» и применить команду «Многоугольник» («Полигон»). Указать размерность многоугольника – 3. Выбрать опцию «по стороне» и указать мышью на первую точку стороны, затем на запрос «Вторая» с клавиатуры набрать: **@45<0** . Далее следует команда «Выдавить». На запрос «Глубина выдавливания» с клавиатуры набираем: **130**. На запрос «Угол сужения» с клавиатуры набираем: **‘cal** . На запрос «Выражение» следует набрать: **ATAN((45/SQRT(2))/130)**

24. Установить пространство модели и организовать три видовых экрана: «три справа». Объявить нижний левый ВЭ видом сверху, верхний левый – видом спереди, а видовой экран (ВЭ) справа – юго-западной изометрией. Установить МСК. Включить ВЭ «Вид сверху» и применить команду «Круг». Далее следует команда «Выдавить». На запрос «Глубина выдавливания» с клавиатуры набираем: **130**. На запрос «Угол сужения» с клавиатуры набираем: **‘cal** . На запрос «Выражение» следует набрать: **ATAN(29/130)**

25. Установить пространство модели и организовать три видовых экрана: «три справа». Объявить нижний левый ВЭ видом сверху, верхний левый – видом спереди, а видовой экран (ВЭ) справа – юго-западной изометрией. Установить МСК. Включить ВЭ «Вид сверху» и применить команду «Многоугольник» («Полигон»). Указать размерность многоугольника – 4. Выбрать опцию «по стороне» и указать мышью на первую точку стороны, затем на за-

прос «Вторая» с клавиатуры набрать: **@64<0** . Далее следует команда «Выдавить». На запрос «Глубина выдавливания» с клавиатуры набираем: **130**. На запрос «Угол сужения» с клавиатуры набираем: **‘cal** . На запрос «Выражение» следует набрать: **ATAN(20/130)**

Литература и краткая аннотация

1. Жарков Н.В., Прокди Р.Г., Финков М.В. AutoCAD 2012. Изд-во « Наука и техника», 2012. – 624 с., ил.

Эта книга – превосходное руководство по AutoCAD 2012. Лучший выбор для всех, кто хочет с нуля освоить работу с данной программой и научиться проектированию на компьютере, созданию чертежей. Книга написана простым и доступным языком авторами-профессионалами, чьи книги по AutoCAD пользуются неизменной популярностью как хорошие учебные пособия.

Данное издание основывается на официальной русской версии AutoCAD 2012, но подходит для изучения и английской версии. Все иллюстрации сделаны на основе русской версии, что является несомненным преимуществом книги. В книге вы найдете подробное описание всех стадий работы: от начальной настройки параметров чертежа, выполнения построений и их редактирования до нанесения размеров и штриховок, использования параметризации, вывода чертежа на печать. В конце каждой темы приводятся практические упражнения и примеры. Завершает книгу удобный справочник команд.

2. Аббасов И.Б. Черчение на компьютере в AutoCAD. Изд-во «ДМК Пресс», 2010. – 302 с., ил.

Книга предназначена для освоения графической системы AutoCAD в рамках изучения курса «Инженерная и компьютерная графика» студентами машиностроительных специальностей и дизайнерами. Содержит методические материалы для выполнения чертежей по стандартам ЕСКД в графиче-

ском редакторе AutoCAD. Описана технология создания, редактирования и оформления чертежей.

3. Соколова Т. Ю. AutoCAD 2012 на 100% (+CD с интерактивной тренинг-системой). Изд-во « Питер», 2012. – 576 с., ил.

Эта книга – практическое справочное руководство для самостоятельного изучения и освоения новой англоязычной версии самой популярной и мощной универсальной среды проектирования AutoCAD 2012, разработанной компанией Autodesk.

4. Autodesk. AutoCAD. Architecture 2012. Руководство пользователя Изд-во Autodesk, 2011. – 4414 с., цв.ил.

Это русскоязычное руководство пользователя AutoCAD Architecture, включающее в себя подробный обзор и описание функций программы, иллюстрации, справку по программе.

5. Полещук Н.Н., Карпушкина Н.Г. AutoCAD в инженерной графике.– СПб.: Издательский дом «Питер», 2005. – 494 с., ил.

6. Варакин А.С. AutoCAD. Профессиональная работа. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1040 с., ил.

7. Начало выполнения чертежа в графической системе AutoCAD-14. Методические указания. Сост.: А.Р.Альтапов, Г.А.Артюхин., В.А. Рукавишников, Р.Г. Газизуллин.– Казань: КГАСА, 1999. – 32 с.

8. Примеры и задания для выполнения графической работы «Основы геометрического моделирования» в рамках графического редактора AutoCAD-14. Методические указания. Сост.: Г.А. Артюхин.: Казань, КГАСА, 1999. – 32 с.

9. Примеры и задания для выполнения контрольных работ на тему: «Геометрическое моделирование на ЭВМ» в рамках графического редактора

AutoCAD-2006. Методические указания для студентов 2 курса дневного и заочного обучения всех специальностей / Сост.: Г.А.Артюхин.– Казань: КГАСУ, 2009. – 100 с., ил.

10. Компьютерная геометрия и инженерная графика. Варианты и примеры выполнения заданий. Учебно-методические указания / Сост.: Г.А.Артюхин.– Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит.ун-та, 2014. – 104 с.: ил.

11. Основы машинной графики: моделирование и построение наглядных изображений пространственных объектов на ЕС-ЭВМ. Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу «Машинная графика» / Сост.: Г.А. Артюхин .– Казань: КИСИ, офсетная лаборатория, 1989. – 32 с., ил.

Артюхин Георгий Алексеевич

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Учебное пособие