

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

---

Кафедра «Детали машин, путевые и строительные машины»

# Компьютерное и программное обеспечение инженерных расчетов

*Учебно-методическое пособие для студентов*

Гомель 2010

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

---

Кафедра «Детали машин, путевые и строительные машины»

# Компьютерное и программное обеспечение инженерных расчетов

*Учебно-методическое пособие для студентов*

*Одобрено методической комиссией механического факультета*

Гомель 2010

УДК 004.4(075.8)  
ББК 32.973–018  
К

Авторы: Масловская Е. М., Ташбаев В.А., Котлобай А.А., Котлобай А.Я.

Рецензенты – канд. техн. наук, доцент кафедры «Графика» В.А. Лодня;  
канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническая физика и  
теоретическая механика» А.О. Шимановский (УО «БелГУТ»)

**К Компьютерное и программное обеспечение инженерных расчетов :**  
учеб.-метод. пособие/ Е.М. Масловская [и др.] ; М-во образования Респ.  
Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2010. – с.

ISBN 978-985-468-704-9

Приведено поэтапное описание основных возможностей программы AutoDesk AutoCAD 2004, приемов работы с ней, подобраны варианты индивидуальных заданий для студентов, а также даны методические рекомендации по выполнению данных заданий. В приложениях приведен перевод основных элементов интерфейса программы AutoCAD с английского на русский язык, а также описаны основные отличия версий программы AutoCAD. Предназначено для студентов специальности 1-37.02.03 «Техническая эксплуатация погрузочно-разгрузочных, путевых, дорожно-строительных машин и оборудования».

**УДК 004.4(075.8)**  
**ББК 32.973–018**

**ISBN 978-985-468-704-9**

© Оформление. УО «БелГУТ», 2010

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
1 Знакомство с AutoCAD. Настройка рабочего места. Просмотр готового чертежа. Создание рабочего шаблона.....	9
Главное окно программы AutoCAD.....	111
Командная строка AutoCAD.....	13
Системные переменные.....	14
Панели инструментов AutoCAD.....	14
Масштабирование и панорамирование чертежа.....	15
Отображение координат в строке состояния.....	18
Границы чертежа.....	18
Привязка и сетка.....	19
Слои.....	20
Типы линий и их загрузка.....	22
Толщина (вес) линий.....	23
Цвет.....	24
Выбор типа линии, толщины линии и цвета объекта.....	25
2 Рисование простейших изображений.....	27
Режим ортогонального черчения.....	29
Полярная трассировка.....	29
Вспомогательные линии (линии построения).....	30
Выделение, удаление и ручное изменение объектов.....	32
Рисование объектов.....	33
Преобразования объектов.....	37
Отмена ошибочных действий.....	44
3 Черчение с использованием ввода координат и объектной привязки ..	45
Ввод координат.....	46
Системы координат.....	48
Объектная привязка.....	55
Автоматическая объектная трассировка.....	58
Ручной режим объектной трассировки.....	59
Обновление чертежа.....	59
4 Нанесение штриховки. Рисование полилиний, мультилиний, блоков, атрибутов.....	61
Нанесение штриховки.....	61
Рисование полилиний.....	65
Редактирование полилиний.....	67
Рисование мультилиний.....	69
Стиль мультилинии.....	70
Редактирование мультилинии.....	72
Кольца и регионы. Выделение исправлений. Рисование «от руки»	73

Операции построения, связанные с точками.....	76
Блоки.....	77
Ссылки XRef.....	79
Атрибуты.....	80
5 Нанесение текста и простановка размеров.....	83
Виды текста.....	84
Многостроковый текст.....	85
Специальные символы.....	87
Редактирование введенного текста.....	87
Стили текста.....	88
Быстрое редактирование свойств объекта.....	89
Быстрый выбор объектов.....	91
Нанесение размеров.....	92
Редактирование размеров.....	99
Стиль размера.....	100
Быстрые измерения и свойства чертежа.....	103
6 Рисование аксонометрий. Рисование в трехмерном пространстве.....	106
Рисование изометрических проекций.....	107
Изменение экранной проекции.....	108
Изменение экранной проекции в реальном времени.....	113
Построение чертежей в трехмерном пространстве вводом координат.....	114
Использование высоты и поднятости объектов.....	114
Пространственные полилинии.....	115
Видовые порты.....	115
Пространство модели и пространство листа.....	117
Управление видовыми портами в пространстве листа.....	119
7 Поверхностное и твердотельное моделирование в трехмерном пространстве. Визуализация.....	121
Построение трехмерных поверхностей.....	122
Создание твердотельных моделей.....	127
Дополнительные функции редактирования твердотельных объектов.....	132
Визуализация трехмерных моделей.....	136
Рендеринг.....	138
Список использованной литературы.....	140
Приложение А Соответствие англоязычных элементов интерфейса AutoCAD русским аналогам.....	141
Команды и их ключи.....	141
Пункты меню программы AutoCAD.....	151
Элементы диалоговых окон программы.....	161
Приложение Б Основные отличия последующих версий AutoCAD.....	173

Приложение В Индивидуальные задания.....	187
Задание №1.....	187
Задание №2.....	190
Задание №3.....	193
Задание №4.....	19295
Задание №5.....	198

## ВВЕДЕНИЕ

САПР как явление в современной промышленности появилось более 40 лет назад. По мере роста объемов производства, расширения модельных рядов выпускаемой продукции, обострения конкуренции за счет появления на рынке новых «игроков» производительность труда разработчиков, конструкторов, проектировщиков становилась все более важным критерием успешности промышленного предприятия на мировом рынке.

Первые САПР ставили перед собой задачи облегчения и упрощения создания конструкторами чертежей будущей продукции. Применение компьютерной техники в этом отношении имело неоспоримые преимущества: высокую точность построений, возможность бесконечное количество раз исправлять ошибки на чертеже и оптимизировать их, улучшая конструкцию машины, автоматизацию ряда примитивных, но трудоемких операций (проставка размеров, штриховка, перемещение и масштабирование изображения относительно листа), возможность интерактивной работы с электронными справочниками и базами знаний.

Созданные в начале 80-х годов XX в. системы автоматизированного проектирования, несмотря на их значительную стоимость, сильно ускорили процесс разработки машин и оказались настолько перспективными, что процесс совершенствования и усложнения САПР не останавливается ни на день. Наряду с системами так называемого «тяжелого» класса (имеющими высокую стоимость и серверную архитектуру, что делает экономически выгодным установку таких систем минимум на 20-50 рабочих мест) появляются «легкие» системы, устанавливаемые на один персональный компьютер и имеющие невысокую стоимость (но и меньшую, по сравнению с «тяжелыми» системами, функциональность).

Владение базовыми навыками работы в САПР для будущих специалистов машиностроительной отрасли очень актуально. Бумажные технологии черчения прошлого века безнадежно устарели, а их применение не позволяет быстро и качественно разработать конкурентоспособную продукцию. Навык работы в САПР не приходит мгновенно, поэтому студентам машиностроительных специальностей следует начинать изучать методы автоматизированного проектирования с использованием компьютеров как можно раньше. Полученные знания и навыки могут быть закреплены по мере выполнения студентами курсовых проектов на последующих годах обучения.

В пособии описывается программа AutoCAD 2004 американской компании Autodesk. Это программа не самая удобная (особенно это

касается оформления чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД) в своем «легком» классе, однако она – наиболее старая и распространенная на территории постсоветского пространства. Многие вещи, которые в других программах автоматизированы, в AutoCAD приходится делать вручную посредством более сложных манипуляций. Однако данные недостатки компенсируются улучшенным пониманием студентами основ создания чертежей, что впоследствии позволит им самостоятельно адаптировать полученные знания и быстро начать эффективно работать в других САПР.

Пособие состоит из семи разделов. В каждом из них содержатся последовательность заданий, которые предстоит выполнить студентам, краткие пояснения по выполнению пунктов задания, а также сведения о работе тех или иных функций программы AutoCAD, имеющих отношение к теме проводимого занятия.

Первые пять разделов посвящены созданию в AutoCAD двухмерных машиностроительных чертежей, так как именно компьютеризация черчения является первым шагом на пути повышения производительности труда разработчиков и проектировщиков машин. Последние два раздела посвящены пространственному моделированию. Несмотря на то, что встроенные средства AutoCAD не позволяют трансформировать трехмерную модель в три плоские проекции, построенные по всем требованиям ЕСКД, трехмерное моделирование является весьма перспективной технологией, так как трехмерная модель детали может быть экспортирована в пакет инженерного анализа либо в программу автоматизированного построения техпроцесса производства.

Изначально программа AutoCAD оснащена англоязычным интерфейсом, что может значительно осложнить восприятие информации студентами, не владеющими английским языком. На рынке распространено множество русских локализаций программы, отличающихся как объемом (только меню, меню и справка, меню, справка и командная строка) переведенных элементов интерфейса, так и качеством перевода. Низкое качество перевода делает неочевидным значение многих функций и способно серьезно затруднить работу.

Особенность перевода командной строки заключается в том, что русские синонимы англоязычных команд в ряде случаев оказываются значительно длиннее, интуитивно понятные сокращения трансформируются в сложные аббревиатуры, а в качестве буквы, активизирующей команду, указывается буква в середине слова. По мнению автора, для студентов, более-менее владеющих английским языком, предпочтительнее будет все-таки русский перевод меню, но английская командная строка.

Тем не менее, команды, пункты меню и элементы интерфейса в тексте будут писаться на языке оригинала. Перевод данных элементов интерфейса программы на русский язык приведен в приложении А.

В приложении Б указаны некоторые ключевые особенности программы AutoCAD более поздних версий по сравнению с 2004 г., а также приемы, позволяющие применять полученные навыки в программах более поздних версий. Там же содержится краткое описание новых функций программы.

В приложении В даны индивидуальные задания для студентов (по вариантам).

При проведении занятий преподавателю следует поощрять работу студентов в других программах (T-Flex, Компас), однако студент в изучении не должен ограничиваться лишь теми функциями программы, которые необходимы для выполнения вариантов заданий; в других программах следует искать аналоги всех функций, описанных в данном пособии.

При изучении программы AutoCAD предполагается, что студент освоил основы компьютерной грамотности в курсе «Информатика», умеет обращаться с компьютером, устанавливать и запускать программы, работать с окнами и элементами интерфейса Windows-приложений, работать с файлами и накопителями информации, а также пользоваться встроенной справкой Windows-программ.

# 1 ЗНАКОМСТВО С AUTOCAD. НАСТРОЙКА РАБОЧЕГО МЕСТА. ПРОСМОТР ГОТОВОГО ЧЕРТЕЖА. СОЗДАНИЕ РАБОЧЕГО ШАБЛОНА

## ЗАДАНИЕ

- 1 Запустить программу AutoCAD. По всплывающей подсказке ознакомиться с элементами интерфейса программы.
- 2 Настроить белый цвет рабочего пространства.
- 3 Расположить на экране следующие панели инструментов: сверху – Стандартная; ниже – Слои, Стили, Свойства, слева вертикально – Рисование и Редактирование.
- 4 Открыть предложенный чертеж. Отобразить его на экране целиком.
- 5 Вне рамки чертежа лежит фрагмент изображения. В выданном бланке описать его.
- 6 Ответить на вопросы в бланке касательно деталей конструкции, изображенной на предложенном чертеже.
- 7 Создать новый чертеж.
- 8 Настроить единицы измерения (миллиметры с точностью 3 знака после запятой и градусы угла с точностью до целого).
- 9 Настроить границы чертежа (в соответствии с размером листа формата A4).
- 10 Настроить отображение сетки с шагом 5 мм.
- 11 Настроить привязку курсора мыши шагом 2 мм.
- 12 Выбрать масштаб отображения так, чтобы экран захватывал чуть больше, чем заданные границы чертежа.
- 13 Создать следующие слои для черчения:
  - a) *Main* – синяя сплошная линия толщиной 0,5 мм;
  - b) *Tonk* – черная сплошная линия толщиной 0,15 мм;
  - c) *Axis* – зеленая осевая штрихпунктирная линия толщиной 0,15 мм;
  - d) *Hidden* – голубая пунктирная линия толщиной 0,2 мм;
  - e) *Dimens* – красная сплошная линия толщиной 0,15 мм;
  - f) *Text* – серая сплошная линия толщиной 0,25 мм.
- 14 Создавая слои, загрузить также линии двойного и половинного масштабов.
- 15 Сделать текущим слой *Main*.
- 16 Настроить и включить отображение толщины линий.
- 17 Сохранить чертеж под предложенным именем.
- 18 Сохранить его же в качестве шаблона.
- 19 Создать на базе шаблона новый чертеж, убедиться, что слои, сетка, привязка и другие параметры сохранились.

20 Попробовать нарисовать в документе несколько фигур, экспериментируя слоями, цветами, толщиной и типом линии. Ознакомиться с работой сетки и привязки. Результат можно не сохранять. По окончании работы выйти из программы.

*Методические указания к выполнению задания*

1 Ярлык для запуска программы находится в меню «Пуск» в программной группе «Autodesk» или на рабочем столе.

2 Воспользоваться меню: Tools – Options... – вкладка Display – кнопка Colors

3 Воспользоваться меню: Tools – Customize – Toolbars. Включить необходимые панели, затем расположить их на экране.

4 Воспользоваться меню: File – Open..

5 Для отображения содержимого файла использовать Tools «Масштаб» и «Панорамирование» (см. ниже).

6 Щелкнув мышью по строке состояния с координатами или введя команду **Coords 2**, задействовать постоянное отображение координат. Произвести измерения посредством поля отображения координат.

7 Воспользоваться меню: File – New, в качестве основы выбрать предложенный по умолчанию шаблон «Acadiso».

8 Воспользоваться меню: Format – Units или ввести команду **Units**. В открывшемся диалоговом окне выставить необходимые значения.

9 Воспользоваться меню: Format – Drawing Limits или командой **Limits**. Для листа А4 ввести координаты 0,0 и затем 210,297.

10 Воспользоваться меню: Tools – Drafting settings – вкладка Snap and Grid, область управления «Grid» или командой **Grid**.

11 Воспользоваться меню: Tools – Drafting settings – вкладка Snap and Grid, область управления «Snap» или командой **Snap**.

12 Снова воспользоваться инструментами масштабирования и панорамирования.

13 Воспользоваться диалоговым окном «Layer Properties Manager».

14 Лучше всего часть задания выполнить через список в диалоговом окне «Слой», а часть – через меню: Format – Linetype или командой **Linetype**.

15 Воспользоваться панелью инструментов «Layers».

16 Воспользоваться меню: Format – Lineweight или командой **Lweight**.

17 Воспользоваться меню: File – Save или кнопкой панели инструментов «Standard».

18 Воспользоваться меню: File – Save as.

19 Воспользоваться меню: File – Open.

20 Воспользоваться панелями инструментов «Draw», «Layers», «Properties».

### *Главное окно программы AutoCAD*

С точки зрения элементов управления AutoCAD является типичным Windows-приложением. Рабочее окно программы показано на рисунке 1.1.

Черчение в AutoCAD производится путем создания в рабочей области объектов и манипуляций с ними. Более подробно процесс черчения будет рассмотрен в разделе 2.

Курсор мыши, когда он находится в рабочей области, по умолчанию имеет вид перекрестия с квадратом в центре. Он применяется для выделения нарисованных объектов. Для создания объекта следует задать команду, введя ее из командной строки, воспользовавшись главным меню или нажав мышью кнопку панели инструментов. Курсор мыши примет вид перекрестия без квадрата. Нажатие левой кнопки мыши в этом случае приведет к вводу координаты точки, над которой находится курсор. Вместо этого координаты можно ввести непосредственно с клавиатуры.

Если выбрана команда, осуществляющая преобразование объектов, а объекты не выделены, она попросит их выделить. Курсор в этом случае примет вид квадрата. После выделения объектов для перехода к следующему этапу работы команды следует нажать Enter или щелкнуть правой кнопкой мыши.

Щелчок правой кнопкой мыши в остальных случаях вызовет контекстное меню. В нем содержатся наиболее полезные, по мнению программы, функции в данный момент. В частности, в меню содержится повторение последней введенной команды, отмена последнего действия, все возможные опции выполняющейся команды, команды работы с буфером обмена, команды управления масштабом, а также возможность войти в настройки AutoCAD.

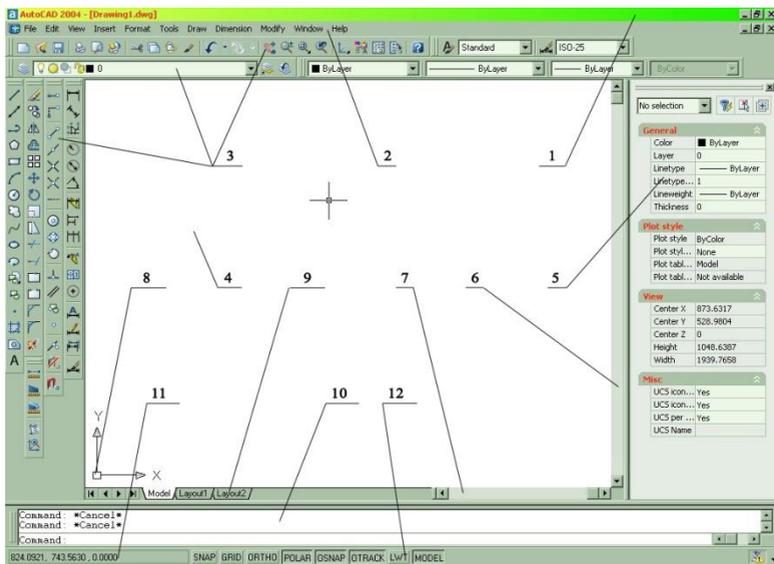


Рисунок 1.1– Главное окно программы AutoCAD:

- 1 – строка заголовка; 2 – главное меню; 3 – панели инструментов; 4 – рабочая область черчения; 5 – дерево свойств объекта (см. разд. 4); 6 – полоса вертикальной прокрутки; 7 – полоса горизонтальной прокрутки; 8 – иконка системы координат (см. разд. 3); 9 – вкладки листов (см. разд. 6); 10 – командная строка; 11 – поле координат строки состояния; 12 – переключатели строки состояния

Любая выполняющаяся команда может быть остановлена нажатием клавиши Esc.

Главное меню программы AutoCAD состоит из следующих пунктов: File – операции с файлами; Edit – операции удаления, отмены ошибочных действий, работы с буфером обмена, выделения объектов; View – операции, связанные с отображением чертежа и служебной информации на экране; Insert – операции вставки в чертеж различных объектов; Format – настройка всевозможных стилей объектов и свойств чертежа; Tools – управление расширенными возможностями программы AutoCAD; Draw – рисование всевозможных объектов; Dimension – настройка и простановка размеров на чертеже; Modify – редактирование ранее нарисованных объектов AutoCAD, а также операции геометрического преобразования; Window – сортировка окон чертежей на экране; Help – вход в справочную систему AutoCAD, а также просмотр сведений о программе и рекламной информации от фирмы Autodesk.

AutoCAD обладает исчерпывающей справочной системой, в которой можно найти детальное описание команд системы, нюансов их поведения, основных понятий, определений и концепций, принятых в программе, а также полезные советы по эффективному их использованию. Справочная система содержит множество иллюстраций. Структура справки – типичная для Windows-приложений. Для вызова справки следует воспользоваться

меню: Help – Help либо нажать клавишу F1, кнопку  панели инструментов «Standard», ввести команду **Help** (см. ниже).

AutoCAD комплектуется набором библиотек блоков «Design Center» для построения схем, планов, строительных и машиностроительных чертежей, а также системой программирования на языке AutoLISP для автоматизации процесса проектирования. «Design Center» и «AutoLISP» в данном пособии не рассматриваются.

### ***Командная строка AutoCAD***

Особенностью AutoCAD является наличие у него специальной командной строки. Появление командной строки связано с почтенным возрастом программы AutoCAD. Первые версии программы были разработаны задолго до появления графической системы Windows, и устройство указания использовалось лишь для выбора объектов. Появление графического интерфейса с меню и панелями инструментов, активируемыми мышкой, дало более удобный способ работы с программой, нежели ввод команд с клавиатуры, однако старый способ часто оказывается быстрее, по крайней мере когда речь идет о двух-трех десятках наиболее распространенных команд.

Работа с командной строкой ведется в диалоговом режиме. В нижней части командной строки осуществляется ввод команд, в строках выше отображается результат их действия и различные запросы, а также сообщения об ошибках.

Щелчком мыши курсор можно перенести в командную строку, но делать это необязательно: любые набираемые с клавиатуры данные автоматически появляются в командной строке.

Некоторые команды выводят в командную строку целый список данных. Поместив мышкой курсор в верхнюю часть командной строки, можно прокручивать ее содержимое клавишами «Вверх» и «Вниз» на клавиатуре. Однако это очень неудобно. Можно увеличить область командной строки, потянув мышкой границу между ней и рабочей областью вверх. А можно вызвать текстовое окно командной строки, воспользовавшись меню: View – Display – Text Window либо нажать клавишу F2. На экране будет создано отдельное окно, являющееся копией командной строки. Его можно закрыть в любой момент.

Для ввода команды следует напечатать ее имя и нажать Enter. Вместо этого можно воспользоваться меню или кнопкой панели инструментов, контекстным меню. Введенная команда автоматически отобразится в командной строке. Если команда ждет каких-то действий (ввод координат или указание объектов), развернутый запрос будет отображен там же, в командной строке. Если требуется ввод координат, можно щелкнуть в нужном месте рабочего поля левой кнопкой мыши либо напечатать координаты (они будут введены в командную строку; подробнее ввод координат описан в разд. 3).

Если команда требует ввода какого-либо значения, после запроса в треугольных скобках (<>) может быть отображено значение по умолчанию. Нажатие Enter без ввода чего-либо приведет к использованию этих значений.

Также в запросе команды может появиться несколько слов в квадратных скобках, разделенных дробью. Это ключи. Ввод ключа изменяет поведение команды определенным образом. Использование ключей делает команды очень гибкими и функциональными. Для ввода ключа следует напечатать одну или несколько букв, выделенных в слове ключа. Также можно щелкнуть правой кнопкой мыши по рабочему полю чертежа: все ключи команды также перечислены в контекстном меню.

### ***Системные переменные***

Большинство нюансов поведения AutoCAD управляется так называемыми системными переменными. Настройки интерфейса программы, стилей, функций и т.д. влияют на значения системных переменных, те же, в свою очередь, определяют поведение программы. В AutoCAD более сотни системных переменных. Список их и объяснение их значений можно найти в справочной системе AutoCAD.

Для просмотра текущего значения системной переменной следует ввести ее имя в командной строке. Значение будет выведено в треугольных скобках как новое значение по умолчанию. При желании можно ввести новое значение либо нажать Enter, оставив значение без изменений.

### ***Панели инструментов AutoCAD***

Как и любое другое Windows-приложение, AutoCAD оснащен множеством панелей инструментов. Все панели могут быть как плавающими (занимать произвольное место в центре рабочей области), так и закрепленными вдоль ее краев. Перемещение панелей инструментов осуществляется мышкой.

Плавающую панель инструментов можно закрыть, убрав с экрана.

В дальнейшем на иллюстрациях пособия будут отображаться в плавающем виде.

Для вызова на экран панели инструментов следует воспользоваться меню: Tools – Customize – Toolbars и выбрать нужную панель из списка в диалоговом окне Customize. Также можно щелкнуть правой кнопкой мыши по любой кнопке любой панели инструментов. Появится аналогичный список, позволяющий отображать и удалять панели.

Имеется возможность настроить панель, добавив или убрав кнопки. Для этого служит вкладка Commands диалогового окна Customize. Когда открыта эта вкладка, любую кнопку с панели инструментов можно схватить мышкой и выбросить с панели, а любую кнопку из списка в диалоговом окне – перетащить на панель.

Панель инструментов «Standard» показана на рисунке 1.2. В первую группу входят кнопки «Создать», «Открыть» и «Сохранить» для работы с файлами, во вторую – «Печатать», «Просмотр перед печатью» и «Опубликовать в Интернете» для вывода готового чертежа. Далее идут кнопки работы с буфером обмена и кнопка «Копировать формат», кнопки отмены ошибочного действия и возврата ошибочной отмены. В следующей категории находятся кнопки панорамирования и масштабирования. Далее идут кнопки вызова окна свойств объекта, окна библиотеки «Design Center» и окна пользовательских библиотек блоков. Наконец, панель замыкается кнопкой вызова справки.



Рисунок 1.2– Стандартная панель инструментов

### ***Масштабирование и панорамирование чертежа***

При черчении постоянно возникают ситуации, когда необходимо рассмотреть какие-то мелкие детали вблизи и, наоборот, когда хочется увидеть большой чертеж (формата A1...A0) на экране монитора целиком. Выбрать, какая именно из частей чертежа будет видна на экране в данный момент, позволяют Tools масштабирования и панорамирования.

Функции масштабирования и панорамирования подробно описаны в таблице 1.1. Панорамирование также осуществляется вращением колесика мыши (если есть) и использованием полос прокрутки. Масштабирование также осуществляется колесиком мыши, если установить курсор между вкладками листов и горизонтальной полосой прокрутки.

Кнопки функций масштабирования можно найти на стандартной панели инструментов (Standard) рядом с кнопкой панорамирования. Черный треугольник в правом нижнем углу кнопки показывает, что если нажать кнопку мышкой и подержать более 2 с, из кнопки выпадет панель, позволяющая быстро заменить эту кнопку другой. Также можно поместить

на экране отдельную панель инструментов Zoom (внешний вид панели представлен на рисунке 1.3).

Таблица 1.1

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
<i>Панорамирование</i>			
Pan	View – Pan – Realtime		Схватить мышью за любую точку чертежа и тащить при нажатой левой кнопке в необходимое место
–	View – Pan – Point	–*	Ввести координаты точки, за которую схватить, и затем точки, куда оттащить. Вводить можно как с клавиатуры, так и указав точки мышью
–	View – Pan – Left, Right, Up, Down	–*	Скачком сместить чертеж примерно на 1/5 экрана влево, вправо, вверх, вниз
<i>Масштабирование</i>			
Zoom – #**	View – Zoom – Realtime		Вести мышшь с зажатой левой кнопкой вверх для увеличения и вниз – для уменьшения масштаба
Zoom – Previous	View – Zoom – Previous		Отобразить предыдущий масштаб
Zoom – Window <i>либо просто ввести значение после Zoom</i>	View – Zoom – Window		Задать мышью или указанием координат прямоугольник – он будет помещен в экран

Продолжение таблицы 1.1

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
Zoom – Dynamic	View – Zoom – Dynamic		Задается минимальный масштаб и создается динамический прямоугольник масштабирования, который перемещается мышью по экрану. Левая кнопка мыши меняет режим (перемещение и растягивание прямоугольника). После нажатия правой кнопки мыши захваченное прямоугольником изображение будет вписано в экран
Zoom – Scale <i>либо просто вести значение после Zoom</i>	View – Zoom – Scale		Изменение масштаба в заданное число раз. Число вводится в командной строке. Указать после числа букву «x» – относительно текущего масштаба, «xр» – относительно масштаба 1:1 и ничего не указывать – относительно масштаба, при котором в экране отображаются границы изображения
Zoom – Center	View – Zoom – Center		Сначала вводится координата точки (мышью или через командную строку), которая станет центром экрана. Далее в командной строке выводится значение высоты текущего экрана и предлагается ввести новое или множитель (с буквой «x»)

	View – Zoom – In, Out		Скачком увеличить или уменьшить масштаб примерно на 30 %
--	-----------------------	---	--

#### Окончание таблицы 1.1

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
Zoom – All	View – Zoom – All		Установить такой масштаб, чтобы на экране отобразились границы чертежа или все начерченное (если оно выступает за границы)
Zoom – Extents	View – Zoom – Extents		Установить такой масштаб, чтобы на экране максимально крупно отобразилось все начерченное.

\* Соответствующие кнопки можно найти в окне настройки панелей инструментов и вынести на панель.  
 \*\* Здесь и далее символом # будем обозначать пустой ввод – в ответ на запрос просто нажать Enter



Рисунок 1.3– Панель инструментов масштабирования

#### *Отображение координат в строке состояния*

Отображение регулируется системной переменной **Coords**. 0 – строка координат серая, значения обновляются лишь при указании координат мышью, режим позволяет экономить производительность на слабых машинах; 1 – координаты курсора обновляются постоянно; 2 – координаты курсора обновляются постоянно, при рисовании линий и т.д. вместо координат курсора отображается длина линии и угол ее наклона. После ввода имени переменной можно указать ее новое значение.

Также можно быстро переключаться между значениями 0 и 2 путем щелчка мышью на строке координат, нажатия клавиши F6 или комбинации клавиш Ctrl-D.

### *Границы чертежа*

Границы чертежа – это координаты прямоугольника, в пределах которого должно вестись черчение. Границы вводятся через команду **Limits** или меню: **Format – Drawing Limits**, после чего следует ввести координаты левого нижнего и правого верхнего углов. По умолчанию пространство границ чертежа соответствует листу при печати чертежа, только в пределах границ отображается сетка. Если вместо ввода границ в команде активировать ключ **ON**, то рисование вне границ (мышью или через координаты) станет невозможным, будет выдаваться предупреждение **\*\*Outside limits**. Ключ **OFF** выключает эту проверку. Обычно данная проверка выключена, однако рисованием вне границ чертежа злоупотреблять не следует.

### *Привязка и сетка*

Сетка представляет собой совокупность точек с определенным шагом и упрощает визуальное восприятие размеров при черчении. Шаг сетки по вертикали и горизонтали может не совпадать. Быстрое включение сетки осуществляется клавишей **F7** или щелчком по переключателю «Grid» в строке состояния. Для установки параметров сетки следует воспользоваться командой **Grid**. Ключи **ON/OFF** включают/выключают отображение сетки, непосредственный ввод значения устанавливает шаг сетки – по вертикали и горизонтали. Буква «X» после числа задает его в виде множителя шага привязки (если ведется привязка шагом 2 мм, то ввод 5x задаст сетку шагом 10 мм). Ключ **Snap** задает шаг сетки равным шагу привязки, ключ **Aspect** позволяет ввести шаги по вертикали и горизонтали раздельно.

Отображение сетки может сильно замедлить работу даже на не слишком слабой машине.

Привязка облегчает точное черчение при использовании мыши. При включении привязки курсор (перекрестье) мыши перемещается по рабочей области скачками с определенным шагом – прыгая по узлам невидимой сетки привязки. Как и у видимой сетки, шаг привязки по горизонтали и вертикали может не совпадать. Привязка может осуществляться как в прямоугольной системе координат (по  $X$  и  $Y$ ), так и в полярной (по  $r$  и  $\theta$ ). По умолчанию горизонталь и вертикаль сетки привязки параллельны осям координат черчения, однако сетку привязки можно повернуть на произвольный угол. Наконец, можно включить режим черчения изометрической проекции, тогда привязка будет автоматически настроена на нужную грань с соблюдением углов и коэффициентов пересчета (см. разд. 6).

Быстрое включение привязки осуществляется клавишей **F9** или щелчком по переключателю «Snap» в строке состояния. Для установки

параметров привязки следует воспользоваться командой **Snap**. Ключи **ON/OFF** включают/выключают привязку, непосредственный ввод значения устанавливает шаг сетки – по вертикали и горизонтали. Ключ **Aspect** позволяет ввести шаги по вертикали и горизонтали отдельно, ключ **Rotate** позволяет ввести начальную точку (центр) и угол поворота относительно этого центра сетки (-90...+90°). Ключ **Style** устанавливает стандартную (**Standard**) или изометрическую (**Isometric**) работу привязки, а ключ **Type** – прямоугольный (**Grid**) или полярный (**Polar**) тип привязки.

Настройка сетки и привязки также может осуществляться на вкладке «Snap and Grid» диалогового окна «Drafting Settings» ( рисунок 1.4). Для вызова окна используется команда Tools – Drafting Settings.

Флажки вверху окна включают и выключают привязку (слева) и сетку (справа), для привязки можно ввести шаги по X и Y, угол поворота привязки, а также координаты точки начала привязки. Для полярной привязки вводится угловой шаг. Для сетки (справа) вводится шаг по X и Y. Кнопка внизу окна слева вызывает диалоговое окно основных настроек AutoCAD.



Рисунок 1.4– Диалоговое окно настроек черчения, вкладка сетки и привязки

### *Слой*

Слой в Автокаде представляет собой нечто среднее между слоем в Adobe Photoshop и стилем в MS Word. С одной стороны, слой – это как бы прозрачный лист стекла, на котором нанесены некоторые объекты и который можно вложить в стопку с другими слоями, а можно убрать, и объекты исчезнут. С другой стороны, для слоя можно задать настройки

цвета, типа линии и ее толщины, в результате чего все объекты, рисуемые в слое, по умолчанию будут иметь данные параметры. Изменив соответствующий параметр слоя, мы заставляем AutoCAD автоматически изменить этот параметр у всех объектов, лежащих в этом слое.

В простых чертежах слои обычно создают под типы линий, в более сложных – в различные слои выносят отдельные узлы и агрегаты машины (изготавливаемые разными цехами или покупные), изменения, вносимые различными конструкторами, разные варианты одной и той же конструкции и пр.

Чтобы изменения параметра слоя приводили к изменению этого параметра у всех объектов, цвет, толщина каждой отдельной линии и ее тип должны иметь значение ByLayer (по Слою). Если принудительно задать линии другой параметр, она перестанет реагировать на редактирование параметров слоев. В каких-то случаях это件 полезно, в каких-то этого следует избегать.

Слой может находиться в разных состояниях. Выключенный слой не отображается на экране и не печатается. Замороженный слой отображается, но не регенерируется, окружности на нем постепенно упрощаются до многоугольников, на нем нельзя выделять и редактировать объекты. Заморозка слоев в сложных чертежах значительно ускоряет работу программы на не слишком мощных процессорах (выключенный слой не отображается, но обсчитывается, съедая вычислительную мощность). Заблокированный слой отображается, однако редактирование объектов на нем запрещено, т.е. начерченное в нем нельзя испортить или стереть. Также можно отдельно запретить распечатку слоя (при этом он будет нормально отображаться на экране).

Рисование всегда выполняется в текущем слое.

Операции со слоями осуществляются через диалоговое окно «Layer Properties Manager», которое вызывается через меню: Format – Layer... или командой **Layer**. В этом окне можно просмотреть список слоев (непосредственно или добавив фильтр, если список очень большой), создать и удалить слои, назначать их свойства и сделать любой слой текущим.

При построении изображения часто удобнее работать с панелью инструментов «Layers». Список этой панели позволяет просмотреть доступные слои, изменить слой для выделенного объекта, выбрать слой,

который станет текущим, либо при помощи кнопки  сделать текущим слой, в котором лежит выбранный объект. Также щелчком на иконках в списке можно выключать, замораживать и блокировать слои. Кнопка  на этой панели вызывает диалоговое окно «Layer Properties Manager», а

кнопка  делает текущим предыдущей слой. Внешний вид диалогового окна «Layer Properties Manager» показан на рисунке 1.5, а панели инструментов «Layers» – на рисунке 1.6.

В левом верхнем углу диалогового окна «Layer Properties Manager» расположены элементы управления фильтром отображения слоев, в верхнем правом – кнопки, позволяющие создать новый слой, удалить выделенный слой, сделать выделенный слой текущим, отобразить (или скрыть) свойства выделенного слоя в нижней части окна для облегчения их редактирования. Ниже расположены кнопки, позволяющие сохранить текущий набор и состояние всех слоев в чертеже, присвоив набору имя, а также отобразить менеджер состояний для удаления, редактирования, загрузки, экспорта и импорта наборов слоев.

Основную площадь диалогового окна занимает список слоев, где их можно выделять, переименовывать, выключать, замораживать, блокировать и менять их свойства. Если из списка это делать неудобно, можно вызвать дублирующую панель свойств в нижнюю часть экрана.



Рисунок 1.5– Диалоговое окно менеджера слоев

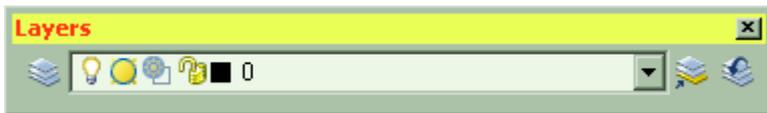


Рисунок 1.6– Панель управления слоями

### ***Типы линий и их загрузка***

Изначально все типы линий в Автокаде хранятся в специальном файле «acadiso.lin», который входит в комплект программы. Также можно найти альтернативные библиотеки с типами линий. Однако по умолчанию все эти типы линий не доступны для черчения.

Черчение возможно лишь теми линиями, которые хранятся в самом файле чертежа. Благодаря этому файл правильно откроется даже на тех компьютерах, где дополнительных библиотек линий не установлено. Поэтому нужные линии из библиотеки необходимо загрузить в файл чертежа. Щелкнув на типе линии слоя в диалоговом окне «Слои», мы попадаем в список линий, загруженных в файл чертежа, из которых можно выбрать. Там же есть кнопка «Load», позволяющая загрузить линии из библиотеки в чертеж.

Вместо этого можно воспользоваться меню: Format – Linetype... или командой **Linetype**, которые вызовут диалоговое окно «Linetype Manager» ( рисунок 1.7), по структуре аналогичное окну «Layer Properties Manager». В этом окне можно загружать линии в чертеж и удалять неиспользуемые линии из чертежа, выбирать текущий тип линии для рисования (хотя лучше рисовать линией ByLayer и менять их тип выбором правильного текущего слоя), а также вводить масштаб для данного типа линии (начального масштаба может быть недостаточно для отображения очень крупных или очень мелких деталей на чертежах).

### *Толщина (вес) линий*

При черчении и анализе чертежей обилие на экране мелких деталей, вычерченных толстыми линиями, может сильно отвлекать и затруднять работу. Поэтому в Автокаде имеется возможность быстро выключить (при этом все линии отображаются как самые тонкие) или включить отображение толщины линий. Для этого следует щелкнуть мышью по кнопке «LWT» в строке состояния. Также можно воспользоваться меню: Format – Lineweight... или командой **Lweight** для вызова диалогового окна «Lineweight Settings» ( рисунок 1.7). В нем можно задать толщину выделенной линии и единицы ее измерения, включить или выключить отображение толщины, а включив – настроить масштаб отображения на экране. Для мониторов с разрешением 1024x768 рекомендуется ставить второе слева деление, для 24-дюймовых жидкокристаллических мониторов – чуть правее середины.

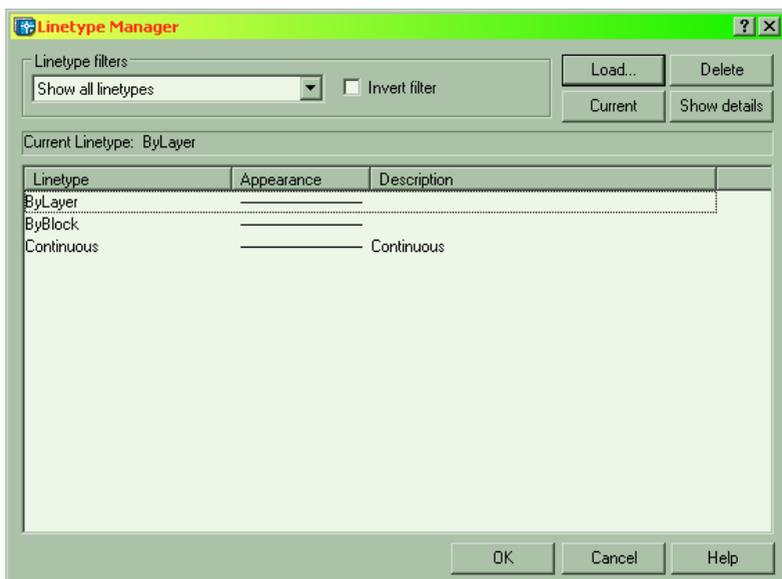


Рисунок 1.7– Диалоговое окно менеджера типов линий

### *Цвет*

Для удобства структурирования чертежа можно рисовать объекты различными цветами. Цвет можно указать как для слоя, так и для отдельного объекта. Для выбора цвета используется диалоговое окно (рисунок 1.9), которое вызывается командой **Format – Color...** или командой **Color**.

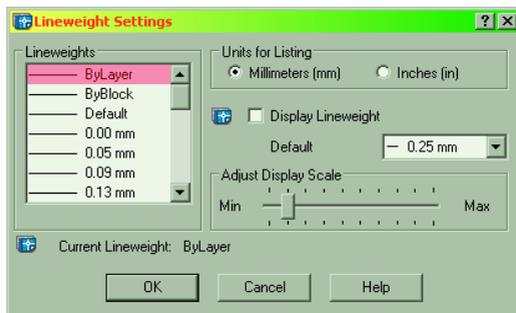


Рисунок 1.8– Диалоговое окно настройки толщины линий



Рисунок 1.9– Диалоговое окно выбора цвета

Первая вкладка диалогового окна позволяет выбрать один из 256 цветов (либо из 8 цветов, либо из 6 оттенков серого), вторая – из 16 миллионов (True Color), третья – из стандартных промышленных наборов цветов. Строка внизу отображает имя цвета, а поле справа – пример выбранного цвета рядом с предыдущим.

### ***Выбор типа линии, толщины линии и цвета объекта***

Вызов диалоговых окон для смены типа линии, толщины линии и цвета каждый раз – крайне неудобный метод. Гораздо легче непосредственно на экране выбирать соответствующие характеристики объекта. Это делается при помощи панели инструментов «Properties» ( рисунок 1.10).

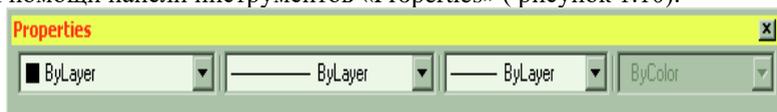


Рисунок 1.10– Панель свойств объекта

Эта панель позволяет выбрать цвет, тип и толщину линии, а также плоттерный стиль (для перьевых плоттеров) для выделенного объекта, или назначить параметр текущим, если ничего не выбрано. Все последующие объекты будут создаваться с текущим значением параметров.

Вместо явного значения каждому параметру можно присвоить значение «ByLayer» (по Слою – будет выбран параметр, указанный для слоя, в котором лежит объект) или ByBlock (по Блоку – будет выбран параметр блока, в образовании которого участвует объект) ( см. разд. 4).

## 2 РИСОВАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

### ЗАДАНИЕ

1 Запустить AutoCAD. Создать новый чертеж, используя шаблон с первого раздела.

2 Перенастроить шаг привязки – 1 мм.

3 Для выполнения чертежа включить режим ортогонального черчения. При возникновении необходимости отключить и снова включить режим.

4 Пользуясь сеткой, разместить на листе вспомогательные линии.

5 Соблюдая указанные размеры, вычертить предложенную деталь (Приложение В, задание №1), используя слои. Образмеривать деталь не нужно.

6 При выполнении задания №1 стремитесь максимально использовать преобразования (копирование, зеркальное отражение и пр.).

7 В нижней части чертежа написать свою фамилию, имя и номер группы (выровняв по центру). Строчкой ниже по правому краю написать дату выполнения задания.

8 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p21\_ZZZZZZ.dwg, где XXX – три цифры номера группы, YY – номер варианта задания, ZZZZZZ – фамилия учащегося.

9 Создать новый чертеж, повторив пункты 2 и 3.

10 Отметить вспомогательными линиями центр будущей детали.

11 Используя отмеченный центр, настроить полярную привязку шагом 5°.

12 Соблюдая указанные размеры, вычертить предложенную деталь (Приложение В, задание №2), также используя слои.

13 При выполнении задания №2 стремитесь максимально использовать команды преобразования (вращение, массив, а также удлинение и обрезание).

14 Скопировать свою фамилию, имя, номер группы и дату из предыдущего чертежа и разместить их на новом чертеже в том же месте.

15 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p22\_ZZZZZZ.dwg.

16 Создать новый чертеж, снова повторив пункты 2 и 3.

17 Соблюдая указанные размеры, вычертить предложенную деталь (Приложение В, задание №3).

18 При выполнении задания №3 стремитесь максимально использовать команды преобразования (фаска, скругление).

19 Повторить пункт 12 и для этого чертежа.

20 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p23\_ZZZZZZ.dwg.

*Методические указания к выполнению задания*

- 1 Запустите программу Автокад, как было описано в разд. 1. Воспользуйтесь меню: File – New, или клавишей  на панели инструментов «Standard», или командой **New**. В появившемся диалоговом окне вместо шаблона acadiso.dwt выберите созданный в разд. 1.
- 2 См. пункт 11 задания раздела 1.
- 3 Воспользуйтесь командой **Ortho** или переключателем Ortho в панели состояния.
- 4 Создайте слой DefPoints. Далее воспользуйтесь командами **Xline** и **Ray** или соответствующими пунктами меню Draw. Количество и расположение вспомогательных линий определите самостоятельно исходя из целесообразности.
- 5 Воспользуйтесь командами **Line**, **Rectangle**, **Circle**, **Arc** или соответствующими пунктами меню Draw. При черчении точно соблюдайте размеры, пользуясь сеткой и привязкой. При необходимости отменяйте ошибочные действия.
- 6 Изучите работу команд **Move**, **Copy**, **Mirror**, **Extend**, **Trim** или соответствующих пунктов меню Modyfy.
- 7 Воспользуйтесь командой **Text** или меню: Draw – Text – Single Line Text. Размер шрифта 5 мм, вертикальное выравнивание – по низу, горизонтальное – по центру чертежа.
- 8 Воспользуйтесь командой **Save** или меню: File – Save.
- 9 См. пункты 2, 3.
- 10 См. пункт 4.
- 11 См. пункт 11 задания раздела 1.
- 12 См. пункт 5. При необходимости воспользуйтесь командой **Polygon** или соответствующим пунктом меню Draw. Начните с вычерчивания одного из повторяющихся по окружности элементов.
- 13 Изучите работу команд **Array**, **Rotate**, **Offset** или соответствующих пунктов меню Modyfy.
- 14 Воспользуйтесь командами работы с буфером обмена. Изучите роль базовой точки при копировании.
- 15 См. пункт 8.
- 16 См. пункты 2, 3, 4. Верните режим работы привязки в ортогональный (см. пункт 11 задания раздела 1).
- 17 См. пункты 5, 12.
- 18 Изучите работу команд **Chamfer**, **Fillet** или соответствующих пунктов меню Modyfy.
- 19 См. пункт 12.
- 20 См. пункт 8.

### *Режим ортогонального черчения*

При активации данного режима независимо от траектории перемещения указателя мыши черчение осуществляется лишь вертикальными и горизонтальными линиями (в общем случае – линиями, параллельными осям координат).

Для включения режима воспользоваться командой **Ortho** с ключом **ON**, для выключения – с ключом **OFF**. Также включение режима производится щелчком по переключателю «Ortho» в строке состояния или нажатием на клавишу F8.

### *Полярная трассировка*

Инструмент полярной трассировки упрощает черчение линий из данной точки под определенным углом к оси координат. Если курсор мыши смещен относительно первой точки в направлении, близком к базовому углу, из точки прочерчивается луч трассировки (мелкая пунктирная линия). Курсор в этот момент «примагничивается» к линии трассировки, а вводимые точки оказываются точно на ней. Если курсор увести на некоторое расстояние (около 3 мм) от линии трассировки, она исчезнет. Лучи трассировки вычерчиваются с определенным угловым шагом. Внешний вид луча трассировки показан на рисунке 2.1.

Для включения полярной трассировки следует щелкнуть мышью по переключателю «Polar» в строку состояния либо нажать клавишу F10. Также можно вызвать диалоговое окно «Drafting settings» и открыть вкладку «Polar Tracking» ( рисунок 2.2). Флажок в левой верхней части окна включает и выключает полярную трассировку, блок ниже позволяет задать равномерный угловой шаг лучей, либо неравномерный, введя дополнительные углы. Переключатель справа снизу выбирает, отсчитывать ли углы относительно системы координат или относительно последнего введенного объекта. Переключатель справа сверху управляет объектной трассировкой .

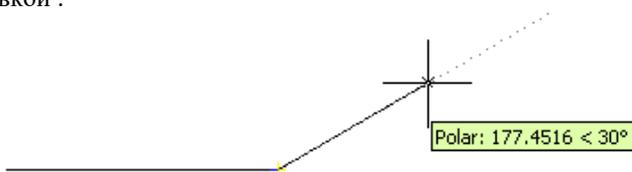


Рисунок 2.1– Построение отрезка при помощи линии трассировки

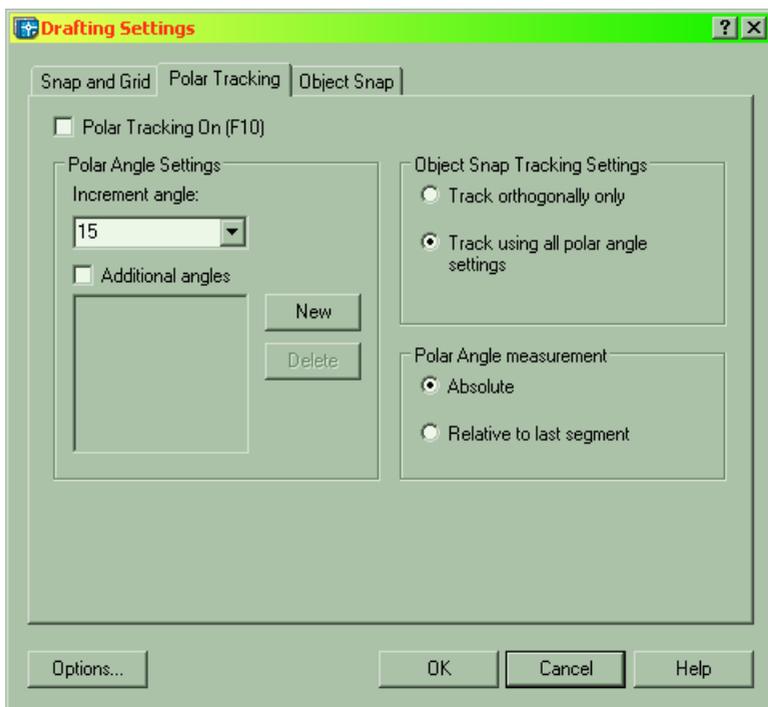


Рисунок 2.2– Диалоговое окно настройки черчения, вкладка полярной трассировки

### ***Вспомогательные линии (линии построения)***

#### 1 Линии построения

*Линии построения* – специальные линии, которые могут рисоваться для облегчения геометрических построений. В отличие от других САД-приложений в AutoCAD линии построения – это обычные линии, отрезки и окружности, которые видимы и выводятся на печать, как и любые другие. В связи с этим рекомендуется рисовать их на отдельном, непечатаемом слое (часто его называют DefPoints). Линии имеют бесконечную длину, однако эта бесконечность игнорируется командами **Zoom All**, **Zoom Extents** и любыми другими, вычисляющими размер области черчения.

Для построения бесконечной линии пользуются командой **Xline** или меню: Draw – Construction Line, а также кнопкой  панели инструментов «Draw». Сама панель инструментов показана на рисунке 2.3. Изначально линии строятся по двум точкам, при этом после указания первой точки программа предлагает провести через нее необходимое количество линий, для выбора направления которых служат вторые точки. Для проведения

линий через другую точку следует прекратить выполнение команды клавишей Esc или щелчком правой кнопки мыши, после чего повторить ее, указав в качестве первой другую точку.

Ключи **Hor** и **Ver** позволяют строить горизонтальные и вертикальные линии соответственно. В этом случае для построения линии достаточно указать одну точку. Ключ **Ang** позволяет проводить линию под заданным углом к горизонтали. Значение угла вводится в командную строку после ввода ключа. Ввод ключа **Reference** вместо значения угла позволяет указать существующий угол на чертеже щелчком мыши последовательно на его вершине и двух сторонах. Ключ **Bisect** позволяет построить линию, которая является биссектрисой угла. После ввода ключа сначала задается точка его вершины, а затем точки, лежащие на его сторонах. Ключ **Offset** позволяет строить линию, параллельную заданной и отстоящую от нее на необходимое расстояние.

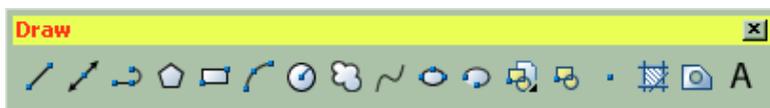


Рисунок 2.3– Панель инструментов рисования

## 2 Луч

*Луч* отличается от линии построения тем, что он бесконечен лишь в одну сторону, т.е. имеет начало. Для рисования луча следует воспользоваться командой **Ray** или меню: Draw – Ray. Рисование луча всегда ведется по двумя точкам, других вариантов не предусмотрено.

## 3 Точка

*Точки* также являются вспомогательными и служат для дальнейшей геометрической привязки к ним других объектов. Для построения точки следует выполнить команду **Point**, воспользоваться меню: Draw – Point – Single Point / Multiple Point либо кнопкой  панели инструментов «Draw». Пункт меню «Одиночная точка» прерывает выполнение команды после первой точки.

По умолчанию точка на открытом месте малозаметна, на линии – не видна. Для настройки стиля отображения точки следует вызвать диалоговое окно «Point Style» ( рисунок 2.4). Для вызова окна следует воспользоваться командой **Ddptype** либо меню: Format – Point Style. В диалоговом окне можно выбрать стиль отображения точки и ее размер (в миллиметрах или процентах от размера экрана).

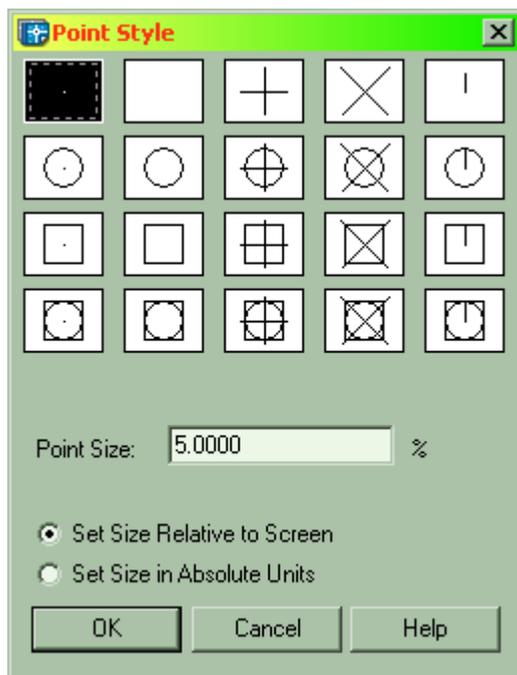


Рисунок 2.4– Диалоговое окно стиля точки

### ***Выделение, удаление и ручное изменение объектов***

Любой объект (линию, окружность, дугу, штриховку и пр.) можно выделить для дальнейшего редактирования. При преобразованиях (поворот, отражение, копирование и пр.) можно сначала выделить нужные объекты, а затем дать команду преобразования либо сначала дать команду. В этом случае программа попросит выделить объекты, а курсор примет вид квадрата. Для завершения выделения достаточно нажать клавишу Enter или правую кнопку мыши.

Объекты выделяются последовательно. Щелчком мыши по объекту он добавляется к уже выделенным. Щелчком мыши при нажатой клавише Shift можно снять выделение с объекта, оставив остальные объекты выделенными. Для снятия выделения со всех объектов необходимо нажать клавишу Esc.

Также группу объектов можно выделить, обведя ее рамкой. Для этого следует щелкнуть левой кнопкой мыши, провести мышью по диагонали будущей прямоугольной рамки, затем щелкнуть еще раз. При этом, если вести рамку слева направо, она будет отрисована на экране сплошной линией и будут выделены все объекты, целиком попавшие внутрь этой

рамки. Если же вести рамку справа налево, она будет отрисована штриховой линией (т.н. секущая рамка) и будут выделены все объекты, хотя бы часть которых попадет внутрь этой рамки. Комбинируя приемы, можно довольно быстро выделить любое количество объектов.

Выделив объекты, можно удалить их, нажав клавишу Del либо выполнив команду **Erase**, воспользоваться меню: Modyfy – Erase или

кнопкой  панели инструментов «Modyfy». Если ввести команду **Erase** без выделенных объектов, программа попросит их выделить.

Каждый выделенный объект помимо всего прочего характеризуется несколькими квадратными маркерами. При щелчке мышкой по маркеру он меняет цвет и начинает перемещаться вместе с курсором. После повторного щелчка цвет возвращается и маркер фиксируется на новом месте. Обычно один маркер (в середине объекта) отвечает за его перемещение, а другие – за изменение формы и размеров. Если в одной точке сходятся несколько маркеров разных выделенных объектов, то они выделяются и перемещаются вместе, синхронно.

### *Рисование объектов*

#### 1 Линия

Для рисования отрезка линии необходимо ввести команду **Line**, воспользоваться меню: Draw – Line или кнопкой  панели инструментов «Draw». Далее мышкой или координатами вводится первая точка, затем вторая, затем, при необходимости, третья и т.д. Автокад рисует ломаную линию, соединяющую последовательно все введенные точки. Для прекращения построения следует нажать правую кнопку мыши или клавишу Esc. Также после ввода третьей точки становится доступным ключ **Close**, который заставляет «замкнуть» линию, т.е. соединить последнюю введенную точку с самой первой.

#### 2 Прямоугольник

Для рисования прямоугольника следует воспользоваться командой **Rectangle**, меню: Draw – Rectangle или кнопкой  панели инструментов «Draw». Далее вводятся точки, лежащие на диагонали прямоугольника. Перед вводом первой точки можно добавить следующие ключи: **Width** – будет предложено ввести толщину линий, которыми будет нарисован прямоугольник (при этом толщина линии, описанная в слое или в свойствах линии, будет проигнорирована); **Thickness** и **Elevation** – в 3-мерном пространстве прямоугольник представляет собой боковые стенки параллелепипеда, данные ключи вводят высоту этих боковых стенок и их поднятость над горизонтальной плоскостью, в 2-мерном черчении они бесполезны (см. разд. 6); **Chamfer** и **Fillet** – снять фаски в углах

прямоугольника либо скруглить углы (ключи действуют аналогично одноименным командам, описанным ниже по тексту). После ввода точки первого угла прямоугольника следует указать второй (по диагонали) либо ввести ключ **Dimensions**, после чего ввести отдельно длину и ширину прямоугольника. После ввода длины и ширины следует указать мышью, в какую сторону от первого угла следует построить прямоугольник.

Следует отметить, что все числовые величины, введенные при работе команды (толщина линии прямоугольника, радиус скругления и т.д.), сохраняются, и при последующем выполнении этой же команды они будут предложены по умолчанию (в треугольных скобках). Можно ввести новые величины, либо принять предложенные, просто нажав клавишу Enter.

### 3 Многоугольник

Для построения правильного многоугольника следует воспользоваться командой **Polygon**, меню: Draw – Polygon или кнопкой  панели инструментов «Draw». Далее на запрос программы следует ввести число вершин многоугольника, затем указать его геометрический центр. Размер задается радиусом окружности, вписанной в него (ключ **Inscribed**) или описанной около него (ключ **Circumscribed**).

Также после ввода числа сторон многоугольника можно ввести ключ **Edge**, после чего построить одну из его граней. Остальные будут построены автоматически исходя из направления обхода многогранника против часовой стрелки.

### 4 Окружность

Для построения окружности следует воспользоваться командой **Circle**, меню: Draw – Circle – (необходимый способ построения) или кнопкой  панели инструментов «Draw». Для удобства в Автокаде предусмотрено множество способов построения окружности:

- *Center, radius*. Способ по умолчанию. Сначала указывается центр окружности, затем (мышкой или непосредственным вводом) – ее радиус;

- *Center, diameter*. Позволяет избавить пользователя от необходимости делить диаметр на два. Активируется через пункт меню или ключом **Diameter** после указания точки центра. Далее вводится значение диаметра;

- *2 points*. Окружность строится по двум точкам, лежащим на концах ее диаметра. Активируется через пункт меню или ключом **2P**, после чего вводятся точки;

- *3 points*. Окружность строится таким образом, чтобы она проходила через три указанные точки. Активируется через пункт меню или ключом **3P**, после чего вводятся точки;

– *Tan, tan, radius*. Окружность заданного радиуса строится так, чтобы касаться двух заданных прямых. Активируется через пункт меню или ключом **Ttr**, после чего мышкой указываются прямые, которых окружность должна касаться, затем вводится ее радиус;

– *Tan, tan, tan*. Окружность строится таким образом, чтобы касаться трех заданных прямых. Активируется через пункт меню или ключом **3P**, однако для вычисления точек пользуются средствами ручной объектной привязки (см. разд. 3). Далее мышкой указываются прямые, которых должна касаться данная окружность.

#### 4 Эллипс

Для построения эллипса следует воспользоваться командой **Ellipse**, меню: Draw – Ellipse – (необходимый способ построения) или кнопкой  панели инструментов «Draw». Для удобства в Автокаде также предусмотрено несколько способов построения эллипса:

– *Axis, end*. Эллипс строится по трем точкам: двум вершинам одной из его осей и вершине второй оси. Это способ по умолчанию. Сначала следует указать точки, образующие первую ось, а затем указать конец второй оси (или ввести значение половины ее длины);

– *Center*. Эллипс строится по трем точкам: центр и концы двух его осей. Активируется через пункт меню или ключом **Center**, после чего указывается центр эллипса, затем точки на концах его осей. Также вместо указания точки на конце оси можно непосредственно ввести ее длину.

Вместо ввода последней точки можно указать ключ **Rotation**. В этом случае эллипс строится как проекция окружности, повернутой на некоторый угол к плоскости чертежа. После ввода ключа следует ввести угол. При вводе 0 эллипс превращается в круг, а 90 – вырождается в линию;

– *Arc*. Также может быть активирована ключом **Arc** после ввода команды или нажатием на кнопку  вместо кнопки . Особенности построения эллиптических дуг здесь рассматриваться не будут.

#### 5 Дуга

Для построения дуги окружности следует воспользоваться командой **Arc**, меню: Draw – Arc – (необходимый способ построения) или кнопкой  панели инструментов «Draw». Для удобства в Автокаде также предусмотрено множество способов построения дуги окружности:

– *3 points*. Способ по умолчанию. Последовательно вводятся три точки, образующие дугу;

– *Start, center, end*. Активируется через пункт меню или ключом **Center** после ввода первой точки. Затем вводится точка центра дуги, затем ее конец. В случае указания центра дуга всегда строится в положительном

направлении, т.е. против часовой стрелки, кроме случаев указания отрицательного значения угла;

– *Start, center, angle*. Активируется через пункт меню или ключом **Center** после ввода первой точки и ключом **Angle** после ввода точки центра. Затем вводится или указывается мышкой угол дуги. При указании мышкой угол отсчитывается в положительном направлении;

– *Start, center, length*. Активируется через пункт меню или ключом **Center** после ввода первой точки и ключом **Chord Length** после ввода точки центра. Далее следует указать мышкой или ввести с клавиатуры длину хорды дуги. Длина не может превышать удвоенное значение радиуса;

– *Start, end, angle*. Активируется через пункт меню или ключом **End** после ввода первой точки и ключом **Angle** после ввода точки конца. Далее следует ввести внутренний угол дуги;

– *Start, end, direction*. Активируется через пункт меню или ключом **End** после ввода первой точки и ключом **Direction** после ввода точки конца. Далее следует указать мышкой направление из начальной точки, касательно которому будет построена дуга;

– *Start, end, radius*. Активируется через пункт меню или ключом **End** после ввода первой точки и ключом **Radius** после ввода точки конца. Далее следует ввести или указать радиус дуги;

– *Center, start, end*. Активируется через пункт меню или ключом **Center** после ввода команды. Затем вводится точка центра дуги, затем ее начало и конец;

– *Center, start, angle*. Активируется через пункт меню или ключом **Center** после ввода команды. Затем вводится точка центра дуги, затем ее начало и ключ **Angle**, после чего вводится или указывается мышкой угол дуги;

– *Center, start, length*. Активируется через пункт меню или ключом **Center** после ввода команды. Затем вводится точка центра дуги, затем ее начало и ключ **Length**, после чего вводится или указывается мышкой длина хорды дуги;

– *Continue*. Активируется через пункт меню или нажатием на клавишу Enter в ответ на запрос ввести начальную точку дуги. В этом случае дуга строится из последней точки последнего введенного объекта типа линии или дуги. При этом начало дуги совпадает с концом линии, а направление касательной в начале дуги – с направлением этой линии. Остается возможность лишь указать конец дуги.

## 6 Простой текст

Для ввода строки (или нескольких строк) текста необходимо ввести команду **Text** или воспользоваться меню: Draw – Text – Single Line Text. Далее следует ввести точку начала текстовой строки, высоту заглавных

букв текста, угол поворота текстовой строки относительно оси X и, наконец, ввести сам текст. Нажатие клавиши Enter начинает новую строку текста, ввод пустой строки завершает выполнение команды.

Ввод ключа **Justify** позволяет изменить способ выравнивания строки текста относительно точки начала. Способ выравнивания задается следующими ключами: **Align** – предлагается при помощи двух точек ввести отрезок, высота и направление текста будут подобраны так, чтобы вся строка уместилась над данным отрезком; **Fit** – предлагается при помощи двух точек ввести отрезок и высоту букв шрифта, после чего программа уместит строку над заданным отрезком, при необходимости растянув или сжав символы; **Center/Middle/Right** – отцентрировать текст относительно точки по горизонтали / по вертикали / выровнять по горизонтали по правому краю. Ключи, состоящие из двух букв, обозначают одновременное выравнивание и по горизонтали, и по вертикали: первая буква значит **Top/Middle/Bottom**, т.е. по верхнему краю / по центру / по нижнему краю, вторая буква – соответственно **Left/Center/Right**, т.е. по левому краю / по центру / по правому краю. После ввода ключей выполнение команды продолжится.

Ввод ключа **Style** позволяет выбрать стиль текста. После ввода ключа следует ввести название стиля. Стили текста будут рассмотрены в разделе 5.

### ***Преобразования объектов***

#### **1 Перемещение и копирование**

Как и любое другое Windows-приложение, Автокад поддерживает работу с буфером обмена. Работа с буфером обмена осуществляется следующими командами меню Edit (или одноименными кнопками стандартной панели инструментов):

– *Вырезать* (команда **CutClip**, клавиши Ctrl-X или Shift-Del,

кнопка  ) – поместить выделенные объекты в буфер обмена и удалить их на чертеже. Следует обратить внимание, что буфер обмена лишь один, и вырезание в него новых объектов уничтожит предыдущие.

– *Копировать* (команда **CopyClip**, клавиши Ctrl-C или Ctrl-Ins,

кнопка  ) – поместить выделенные объекты в буфер обмена. При этом в качестве базовой точки применяется начало координат.

– *Копировать с базовой точкой* (команда **CopyBase**, клавиши Ctrl-Shift-C) – поместить выделенные объекты в буфер обмена. После выделения объектов будет предложено ввести или указать базовую точку.

– *Вставить* (команда **PasteClip**, клавиши Ctrl-V или Shift-Ins,

кнопка  ) – вставить содержимое буфера обмена. При этом курсор-

перекрестье будет держать вставляемые объекты за базовую точку, и будет предложено указать, куда эту точку необходимо поместить.

– *Вставить как блок* (команда **PasteBlock**, клавиши Ctrl-Shift-V) – вставить содержимое буфера обмена, предварительно преобразовав его в неделимый блок (блоки будут подробно рассмотрены в разделе 4).

Буфер обмена помогает переносить и копировать объекты между разными файлами чертежей. Помимо этого, существуют локальные команды перемещения и копирования, действующие в пределах одного чертежа.

*Копирование* (команда **Copy**, меню Modify – Copy, кнопка  панели «Modify»). После выделения объектов программа предлагает ввести или указать базовую точку. Затем предлагается ввести или указать новое положение базовой точки, куда и будут скопированы объекты. Если вместо ввода нового положения нажать Enter, введенные координаты базовой точки будут восприняты как координаты вектора перемещения. Ключ **Multiple** включает режим множества копий. В этом режиме после создания копии объекта будет предложено указать новые положения базовой точки, создавая новые копии, и так далее, пока не будет нажата клавиша Esc или правая кнопка мыши.

*Перемещение* (команда **Move**, меню Modify – Move, кнопка  панели инструментов «Modify»). Применение полностью аналогично команде **Copy**. Ключей нет.

Панель «Modify» показана на рисунке 2.5.

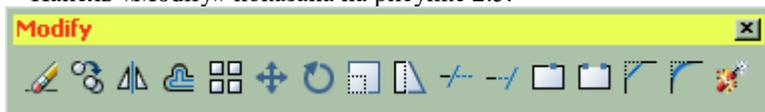


Рисунок 2.5– Панель инструментов преобразования

## 2 Симметричное (зеркальное) отображение

Метод позволяет отображать уже начерченные части симметрично некоторой линии. Осуществляется командой **Mirror**, через меню Modify –

**Mirror** или кнопкой  панели инструментов «Modify». После выделения объектов необходимо ввести две точки, определяющие ось симметрии, затем ответить на вопрос: следует ли стереть исходный объект (**Yes/No**, т.е. Да/Нет). В первом случае будет осуществлено зеркальное отображение, во втором (это действие по умолчанию) – зеркальное копирование.

### 3 Поворот

Осуществляется командой **Rotate**, через меню **Modify – Rotate** или кнопкой  панели инструментов «**Modify**». После выделения объектов следует указать точку, которая будет осью поворота, затем ввести (в градусах с учетом знака) или указать угол поворота. Ключ **Reference** позволяет вместо ввода угла указать его в любом месте на чертеже: сначала задается вершина этого угла, затем точка на одной его стороне, затем на второй. При повороте объект переносится, а не копируется.

### 4 Сдвиг

Операция позволяет быстро проводить линии, параллельные (или дуги и окружности, соосные) существующим и отстоящие от них на заданном расстоянии. Осуществляется командой **Offset**, через меню: **Modify – Offset**

или кнопкой  панели инструментов «**Modify**». Команда применима не ко всем объектам, потому что при ее выполнении созданное ранее выделение снимается. Сначала вводится расстояние (можно ввести с клавиатуры или указать двумя точками отрезок требуемой длины), затем щелчком левой кнопки мыши выбирается исходная линия, затем щелчком выше или ниже определяется направление смещения, после чего можно выбрать и сместить следующую линию. Ввод вместо расстояния ключа **Through** позволяет указать точку, через которую будет проведена смещаемая прямая. При смещении объект копируется, а не переносится.

### 5 Масштабирование

Служит для увеличения или уменьшения объектов на чертеже относительно других объектов. Осуществляется командой **Scale**, через

меню: **Modify – Scale** или кнопкой  панели инструментов «**Modify**». После выбора объектов предлагается указать или ввести базовую точку, относительно которой будут изменены размеры и которая будет неподвижна, затем ввести масштаб (от 0 до 1 – уменьшить, больше 1 – увеличить). Введя вместо значения масштаба ключ **Reference**, можно указать масштаб как соотношение длин двух отрезков. Сначала вводится исходный отрезок (можно любыми двумя точками, но желательно, чтобы первая совпадала с базовой масштабирования), затем новый (первая точка которого является базовой точкой масштабирования).

### 6 Деформация

Является достаточно интересной функцией, позволяющей изменить объект или группу объектов, изменив длину и форму некоторых их частей. Если выделить все объекты какого-либо изображения, то деформация приведет к перемещению выделенных объектов. Если же часть взаимосвязанных (имеющих общие точки) объектов выделена, а часть – нет, деформация переместит объекты, которые выделены и пересекаются с

выделенными, оставит неподвижными те, которые не выделены, а те, которые выделены, но пересекаются с невыделенными – растянет или сожмет, так, чтобы пересечения с невыделенными остались на месте.

Деформация осуществляется командой **Stretch**, меню: **Modify – Stretch** или кнопкой  панели инструментов «**Modify**». После выбора объектов предлагается указать или ввести базовую точку, а затем точку, в которую будет перемещена базовая (аналогично командам **Copy** и **Move**).

#### 7 Размножение массивом

Способ позволяет автоматически повторить один фрагмент множество раз, создав прямоугольный или полярный массив из фрагментов. Преобразование производится через диалоговое окно «**Array**», которое можно вызвать командой **Array**, при помощи меню: **Modify – Array** или кнопкой  панели инструментов «**Modify**». Диалоговое окно в зависимости от положения верхнего переключателя принимает два состояния – прямоугольный массив и полярный массив (показанные, соответственно, на рисунках 2.6 и 2.7).

В правом верхнем углу находится кнопка для выбора объектов, подлежащих размножению. При нажатии кнопки диалоговое окно пропадает, после выбора объектов и нажатия **Enter** возвращается. Объекты можно выбрать и до открытия диалогового окна. Для прямоугольного массива необходимо задать число столбцов и строк, а также величину смещения исходного объекта для образования новой строки и нового столбца (шаг по вертикали и горизонтали; положительные значения дают смещение вправо и вверх). Смещение можно задать как прямым вводом значения в поле, так и указанием на чертеже (вместе или по отдельности). В последнем случае применяются специальные кнопки рядом с полями ввода. Можно задать угол поворота массива относительно оси X. После ввода угла желательно нажать клавишу **Tab**, чтобы обновить изображение в поле примера. При этом сами объекты не поворачиваются.

Для полярного массива следует прежде всего задать его центр – вводом координат или используя специальную кнопку, указать на чертеже. Полярный массив характеризуется тремя величинами: количеством элементов, шагом между ними и углом, который эти элементы заполняют. Угол в  $360^\circ$  соответствует полному кругу. Так как каждая из этих трех величин зависит от двух других, сначала следует из списка выбрать т.н. метод, т.е. какие из величин известны, а затем ввести или указать их. Наконец, поставив нижний флажок, мы укажем программе необходимость поворачивать размножаемые объекты.

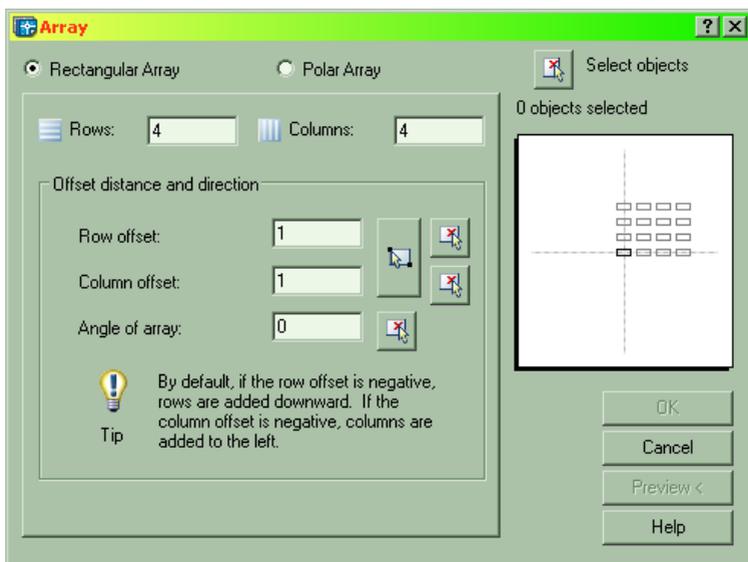


Рисунок 2.6– Диалоговое окно массива, прямоугольный режим

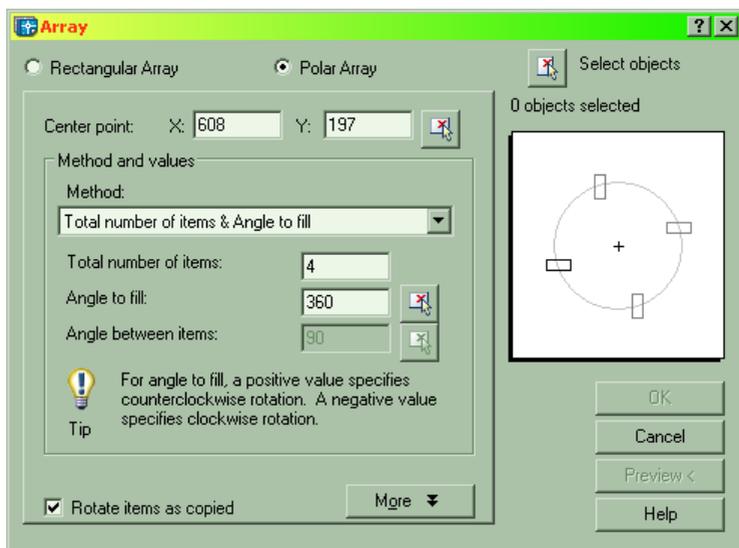


Рисунок 2.7– Диалоговое окно массива, полярный режим

В нижней правой части окна находятся кнопки, позволяющие провести преобразование, отказаться от него и закрыть окно, осуществить

предпросмотр преобразования и вызвать помощь. Предпросмотр закрывает окно, выполняет размножение и предлагает на выбор принять результат преобразования, вернуть окно для корректировки параметров или отказаться от преобразования и закрыть окно.

#### 8 Продление и обрезка объектов

Функция позволяет быстро довести недоведенные линии или, наоборот, обрезать концы переведенных линий для формирования аккуратного и точного пересечения. Преобразование выполняется командами **Extend** и

**Trim**, через меню: Modify – Extend и Modify – Trim или кнопками  и

 панели инструментов «Modify». После активации команды следует указать мышкой граничную линию (до которой продлевать или по которую обрезать). Можно указать сразу несколько линий. Подтвердив выбор (Enter или правая кнопка мыши), следует указать линии, которые продлевать (или обрезать). Если граничных линий несколько, следует щелкать по возможности ближе к ним, это позволит программе точнее определить, в какую сторону и по какую из граничных линий обрезать (или продлевать).

Если после указания граничных линий ввести ключ **Edge**, будет предложено выбрать режим продления граничной линии. В режиме **No extend** (по умолчанию) границей продления и обрезки может выступать только видимый отрезок прямой, в режиме **Extend** можно обрезать или продлевать, в том числе и до мысленных, продолжения отрезков. Режим продления часто оказывается весьма удобен.

Ключ **Project** позволяет выбрать поведение команд в трехмерном пространстве. Ключ **None** приведет к тому, что скрещивающиеся прямые нельзя обрезать, даже если в текущей проекции они видны пересекающимися. Ключ **UCS** (по умолчанию) обрезает и удлиняет все прямые, которые видны пересекающимися в проекции на плоскость XY, независимо от того, скрещиваются они в пространстве или нет. Ключ **View** позволяет отсекал или продлевать прямые, пересечение которых видно в текущей проекции. Как правило, малейший поворот трехмерного объекта относительно экрана делает результат действия команд в этом режиме абсолютно непредсказуемым. Им следует пользоваться лишь при построении каркасных трехмерных моделей (см. раздел 6).

#### 9 Разрыв объектов

Функция позволяет вырезать кусок непрерывного объекта, создав два новых объекта и разрыв. Функция бывает полезной, если нет секущих объектов, чтобы воспользоваться командой **Trim**. Функция активизируется

командой **Break**, меню: Modify – Break или кнопкой  панели инструментов «Modify». После указания команды следует выбрать объект. Точка, в которой курсор мыши щелкнул по объекту, автоматически

воспринимается как первая точка разрыва. Далее следует указать вторую точку. Часть объекта между первой и второй точками будет стерта. Ключ **First Point** поле выбора объекта позволяет еще раз выбрать первую точку.

Кнопка панели инструментов «Modify»  позволяет разорвать объект в одной точке. При этом никакая часть объекта не удаляется, просто он становится двумя независимыми объектами, каждый из которых редактируется по отдельности.

#### 10 Построение фасок и скруглений

В AutoCAD предусмотрены автоматические функции быстрого преобразования пересечений объектов в фаски и скругления. При этом преобразование производится по всем правилам построения сопряжений.

Снятие фасок производится командой **Chamfer**, через меню: Modify – Chamfer или кнопкой  панели инструментов «Modify». После запуска команда выводит текущие значения длин фасок (или длины и угла) и просит указать две линии, в пересечении которых будет сделана фаска. Если линии не пересекаются, они будут продлены до пересечения. Для изменения размеров фаски следует вместо выбора линий ввести ключ **Distance**, затем ввести или указать последовательно длины катетов фаски по горизонтали и вертикали. Если ввести ключ **Angle**, будет предложено ввести длину одного катета фаски и угол. Ключ **Method** изменяет метод (катет и угол или два катета), однако не требует ввода новых значений параметров. Ключ **Trim** позволяет включить (**Trim**) или выключить (**No trim**) обрезку линий, образующих фаску. Ключ **mUltiple** после снятия первой фаски предлагает указать еще две линии для снятия второй и т.д.

Скругление производится командой **Fillet**, через меню: Modify – Fillet или кнопкой  панели инструментов «Modify». Принцип работы команды такой же, как и у команды **Chamfer**, но вместо катета и угла вводится (через ключ **Radius**) радиус скругления. Действие всех прочих ключей аналогичное. Ключ **Polyline** позволяет в одно действие скруглить (или снять фаски) со всех сегментов полилинии (подробнее о полилиниях см. раздел 4).

#### *Отмена ошибочных действий*

Как и любое другое Windows-приложение, AutoCAD поддерживает отмену ошибочных действий, а также возврат ошибочно отмененных действий. Отмена осуществляется кнопкой  на стандартной панели инструментов или через меню: Edit – Undo *действие*, где название последней команды автоматически подставляется в название пункта меню.

Возврат ошибочной отмены осуществляется кнопкой  там же или через меню: Edit – Redo *действие*. Стрелочки справа от кнопок открывают список команд, позволяя отменить и вернуть сразу несколько команд. Также существуют команды **Undo** и **Redo**, позволяющие множеством ключей тонко настраивать работу отмены и количество отменяемых операций, однако работа со списком команд, представленным в виде мини-меню в несколько раз удобнее.

При работе с AutoCAD не следует злоупотреблять прокруткой при помощи колесика мышки или тачпада, так как каждый щелчок колесика записывается в истории как одна операция Scroll (прокрутка). Несколько секунд интенсивного вращения колесика могут дать несколько десятков одинаковых операций, отменить которые будет достаточно трудоемко. Применение встроенных функций панорамирования дает лучший результат.

### 3 ЧЕРЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВВОДА КООРДИНАТ ОБЪЕКТНОЙ ПРИВЯЗКИ

#### ЗАДАНИЕ

1 Запустить программу Автокад. Создать новый чертеж, используя шаблон с первого занятия.

2 Отключить сетку, привязку и режим ортогонального черчения.

3 Построить три вида детали ( Приложение В, задание №4). Образмеривать чертеж не нужно.

4 При выполнении задания стараться не использовать мышь. Команды и координаты вводить с клавиатуры. Где необходимо, использовать относительные координаты.

5 В нижней части чертежа написать свою фамилию, имя и номер группы, ниже – дату выполнения задания. Можно скопировать с предыдущего занятия.

6 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p4\_ZZZZZZ.dwg, где XXX – три цифры номера группы, YY – номер варианта задания, ZZZZZZ – фамилия учащегося.

7 Создать новый чертеж, повторив пункт 2.

8 Настроить сетку и привязку по своему усмотрению. При желании включить режим ортогонального черчения.

9 Настроить слои, как было описано в пункте 1.

10 Настроить автоматическую объектную привязку.

11 Вывести на экран и закрепить в удобном месте (обычно вдоль левого края экрана) панель инструментов «Объектная привязка».

12 Перерисовать деталь (Приложение В, задание №5), особое внимание уделяя пересечениям линий. Штриховать и образмеривать чертеж не нужно.

13 При выполнении задания стремиться максимально использовать средства объектной привязки, как автоматической, так и ручной.

14 Повторить пункт 5 для данного чертежа.

15 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p5\_ZZZZZZ.dwg, где XXX – три цифры номера группы, YY – номер варианта задания, ZZZZZZ – фамилия учащегося.

#### *Методические указания к выполнению задания*

1 См. пункт 1 задания раздела 2.

2 См. занятия к предыдущим разделам.

3 Воспользуйтесь командами рисования, изученными на прошлом занятии.

4 Используйте мышь лишь для выбора объектов команд преобразований (когда курсор становится квадратом). Все команды

рисования активируйте через командную строку (см. методические рекомендации предыдущего раздела), там же вводите координаты. Можно пользоваться калькуляторами. Постарайтесь освоить работу с относительными координатами.

5 См. пункт 7 задания раздела 2.

6 См. пункт 8 задания раздела 2.

7 См. пункт 1. Если вы изменили систему координат, установите мировую кнопкой панели инструментов, командой UCS с ключом **World** либо через меню: Tools – New UCS – World.

8 См. пункты 9-12 задания раздела 1

9 См. пункты 13-16 задания раздела 1

10 Откройте диалоговое окно «Drafting Settings», на вкладке «Polar Tracking» установите шаг 15 градусов, включите полярные углы при объектной трассировке, а отсчет углов оставьте абсолютным. На вкладке «Object Snap» включите типы точек «Endpoint», «Midpoint», «Center», «Quadrant», «Intersection», «Perpendicular», «Tangent», «Parallel».

11 Воспользуйтесь меню: Tools – Custimize – Toolbars, где установите флажок «Object Snap». Закрепите панель в удобном для вас месте. В строке состояния включите полярную трассировку, объектную привязку и объектную трассировку.

12 Воспользуйтесь навыками, полученными на предыдущем занятии. Старайтесь использовать ввод координат, трассировку и ввод длины.

13 По мере усложнения чертежа (переход к резьбовым соединениям) отключите автоматическую объектную привязку и объектную трассировку, переключатели привязки, сетки и ортогонального черчения выставьте по своему усмотрению, а основной упор сделайте на использование кнопок ручной объектной привязки.

14 См. пункт 5.

15 См. пункт 6.

### ***Ввод координат***

Ввод координат является самым старым, но до сих пор востребованным способом построения объектов в программе AutoCAD. При известных размерах объектов ввод их с клавиатуры в виде координат оказывается более быстрым и эффективным, нежели работа мышью.

По умолчанию система работает в 3-мерной декартовой системе координат, оси X и Y отображаются на экране, а ось Z перпендикулярна экрану и «смотрит» в лицо пользователя. О направлении осей напоминает иконка координат (поз.8 рисунок 1.1). При двухмерном черчении обычно вводят лишь две координаты- X и Y, в этом случае AutoCAD по умолчанию считает координату Z равной 0.

При вводе координаты следует разделять *запятой*.

Ввод абсолютных координат

Например, для построения отрезка от точки А(40;15) до точки Б(100;25) следует ввести в командной строке: **Line**, нажать Enter, на запрос ввести первую точку, набрать **40,15**, нажать Enter, на запрос ввести вторую точку, набрать **100,25**, нажать Enter и т.д. Если значение координаты дробное – в качестве разделителя выступает *точка*. Например **1,25,6.25**.

Трехмерные координаты вводятся также: **2.5,5,0**.

Вместо декартовых координат можно вводить полярные координаты. В этом случае сначала задается длина радиус-вектора, а затем угол его поворота относительно оси X. Разделителем вместо запятой в этом случае служит знак <. Например **60<25**.

В трехмерном пространстве цилиндрические координаты вводятся так: **60<25,80**, где 60 – длина радиус-вектора, 25 – угол его поворота относительно оси X, 80 – высота относительно оси Z. Сферические координаты вводятся в виде **60<25<45**, где 60 – длина радиус-вектора, 25 – угол его поворота относительно оси X в плоскости XY, 45 – угол его наклона относительно плоскости XY.

Ввод относительных координат

Относительные координаты, в отличие от абсолютных, характеризуют не положение точки относительно начала системы координат, а ее смещение относительно предыдущей введенной точки. В относительном виде могут вводиться декартовы, полярные, цилиндрические и сферические координаты. Ввод относительных координат обозначается знаком @. Например, для построения прямоугольника размером 25 на 100 с началом в точке 10,10 можно после команды **Rectangle** ввести абсолютные координаты **10,10** и **35,110**, а можно сначала абсолютные, а затем относительные: **10,10** и **@25,100**.

Ввод относительных координат для вычерчивания деталей с известными размерами очень удобен и распространен. Применение координатного ввода позволяет выполнить построения гораздо быстрее, чем при использовании привязки, сетки и мыши.

Ввод направления

Часто, особенно при включенном режиме ортогонального черчения или трассировки, углы бывает удобно задать мышью. При появлении линии трассировки (или при работе в режиме ортогонального черчения) угол уже выбран мышью, и полярные координаты становятся предпочтительными. Для упрощения черчения в AutoCAD реализован метод ввода направления вместо ввода координат. Указав мышью угол, достаточно ввести с клавиатуры расстояние (одно число). Если от предыдущей точки до перекрестия мыши «тянется» тонкая линия (даже если ортогональное черчение и трассировка выключены), ввод одного числа с клавиатуры и

нажатие Enter воспринимается как длина радиус-вектора полярных координат, а угол считается с текущего положения тонкой линии. Во многих случаях метод более удобен, нежели ввод координат, и позволяет строить чертежи очень быстро.

#### Фильтр координат

Если при вводе одну или две ( при трехмерном черчении) координаты заменить обозначениями **.x**, **.y**, **.z**, **.xy**, **.xz**, **.yz**, то вместо ввода значений этих координат можно указать какую-либо точку мышью, а оставшуюся координату ввести вручную с клавиатуры. Этот способ наиболее удобен в комбинации с объектной привязкой.

#### Координатный калькулятор

Часто при вводе координат возникает необходимость определить координату путем вычислений. Конечно, можно воспользоваться карманным калькулятором или стандартным приложением Windows, однако AutoCAD позволяет произвести некоторые вычисления прямо в командной строке. Для этого служит команда **Cal**. После требуется ввести выражение (соблюдая общие правила написания математических выражений) и нажать Enter. Значение выражения будет вычислено и отображено в командной строке, откуда его можно будет скопировать или набрать. Команда **Cal** по вычислительной мощности сравнима со сложными инженерными калькуляторами, определяет тригонометрические функции, производит перевод из одних величин в другие и операции с векторами. Более подробное описание всех возможностей команды **Cal** следует искать в справочной системе AutoCAD.

При желании вычисление можно провести внутри любой команды, ожидающей ввода координат. Для этого следует вместо координат ввести **'Cal** (со знаком «апостроф»). Автокад попросит ввести математическое выражение, результат которого будет автоматически подставлен вместо координат в предыдущую команду. Следует помнить, что если команда требует две координаты, то и вычисление следует задать так, чтобы результат был в виде вектора, либо воспользоваться фильтром координат.

### *Системы координат*

В некоторых случаях бывает удобно рисовать объекты в некоторой части листа, предварительно переместив начало системы координат в то место. Также иногда имеет смысл повернуть систему координат на некоторый угол относительно ее начального положения. В трехмерном черчении часто бывает необходимо совместить плоскость XY с определенной гранью вычерчиваемого объекта.

В программе Автокад существует два вида систем координат: *мировая* (World coordinate system, WCS, MCK) и *пользовательская* (User coordinate

system, UCS, ПСК). При создании нового чертежа всегда активирована работа мировой системы координат.

В практике двухмерного черчения следует рассматривать настройку систем координат как узкоспециализированный инструмент, отдавая предпочтение черчению в мировой системе координат и последующим преобразованиям.

Для управления системами координат следует выполнить команду **UCS**, воспользоваться соответствующими пунктами меню Tools либо кнопками панелей инструментов UCS и UCSII ( рисунки 3.1 и 3.2). По умолчанию эти панели скрыты. Также можно вынести кнопку с раскрывающимся списком



на стандартную панель инструментов (в некоторых версиях программы она не вынесена на панель по умолчанию). Функции управления системами координат рассмотрены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
Ucs			Работа команды определяется последующим вводом ключей
Ucsman*	Tools – Named UCS...		Отображение диалогового окна управления системами координат, открытое на вкладке «Именованные ПСК» (о нем см. ниже)
Ucs – New – #	Tools – New UCS – Origin		Создание новой системы координат с осями, параллельными предыдущей с указанием координат новой начальной точки
Ucs – New – ZAxis	Tools – New UCS – Z Axis Vector		Создание новой систему координат с указанием координат новой начальной точки и положительным направлением оси Z (щелчком мыши)
Ucs – New – 3Points	Tools – New UCS – 3 Points		Создание новой системы координат с указанием координат новой начальной точки и положительным направлением осей X и Y (щелчком мыши)

Продолжение таблицы 3.1

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
----------------	--------------	--------	----------

Ucs – New – Object	Tools – New UCS – Object		Создание новой системы координат с использованием в качестве ориентира характерных точек какого-либо 2-мерного или 3-мерно- го объекта. Программа попросит выделить объект. Поведение команды зависит от типа объекта**
Ucs – New – Face	Tools – New UCS – Face		Создание новой системы координат с использованием в качестве ориентира плоской грани какого-либо 3-мерного твердотельного объекта. После выбора поверхности объекта возможны варианты: <b>Next</b> – перейти с текущей плоскости на противоположную и обратно; <b>Xflip</b> – повернуть на 180° вокруг оси X, <b>Yflip</b> – повернуть на 180° вокруг оси Y, пустой ввод – принять сформированную таким образом систему координат
Ucs – New – View	Tools – New UCS – View		Создание новой системы координат, используя старую начальную точку с расположением осей относительно текущего 3- мерного отображения: ось Z - перпендикулярно экрану, ось X – горизонтально вправо, ось Y – вертикально вверх***
Ucs – New – X (Y,Z)	Tools – New UCS – X (Y,Z)		Создание новой системы координат с поворотом старой системы относительно оси X (Y,Z) на заданный угол. После ввода команды будет запрошено значение угла

Продолжение таблицы 3.1

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
Ucs – Move	Tools – Move UCS		Создание новой системы координат с осями, параллельными предыдущей, указав координаты новой начальной точки. Ввод ключа <b>Zdepth</b> позволяет ввести вместо координат начала смещение вдоль оси Z предыдущей системы координат. Кнопка находится на панели UCSII
Ucs – orthoGraphic	Tools – Orthographic UCS – <i>Нужный вариант</i>		Возможность быстрого выбора из 6 ортографических предустановленных систем координат (соответствующих передней и задней, верхней и нижней, левой и правой граням). Меняется лишь взаимное расположение осей, начальная точка и углы поворота остаются неизменными. Возможен выбор из списка на панели инструментов UCSII
	Tools – Orthographic UCS – Preset...		Отображение диалогового окна управления системами координат, открытое на вкладке «Ортографические ПСК»
Ucs – Prev			Возврат предыдущей системы координат
Ucs – Save			Сохранение системы координат, присвоив ей имя
Ucs – Restore			Загрузка системы координат, которой ранее было присвоено имя. Также можно выбрать из списка наравне с ортогональными системами координат
Ucs – Del			Удаление системы координат, которой ранее было присвоено имя

### Окончание таблицы 3.1

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
Ucs – ?			Выведение в командную строку списка имен сохраненных систем координат
Ucs – Apply	Tools – New UCS – Apply		Применение созданной до этого системы координат к другому экранному окну
Ucs – World	Tools – New UCS – World		Возврат к мировой системе координат. Также можно выбрать из списка наравне с ортогональными системами координат
<p>*Если перед вводом команды указать знак +, будет предложено ввести номер вкладки (0,1 или 2), на которой следует открыть окно.  **Более подробную информацию о назначении системы координат по объекту можно найти в справочной системе AutoCAD.  ***Применяется в том случае, если ракурс 3-мерного отображения (пространство проектирования относительно «виртуальной камеры») предварительно вращали специальными инструментами .</p>			



Рисунок 3.1–Панель инструментов систем координат (основная)

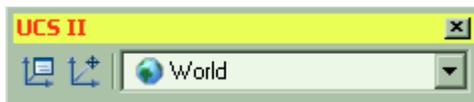


Рисунок 3.2– Панель инструментов систем координат (вспомогательная)

В диалоговом окне управления системами координат присутствуют три вкладки ( рисунки 3.3-3.5). Первая «Named UCSs» позволяет просмотреть список сохраненных ранее систем координат, сделать одну из них текущей, просмотреть детали (координаты начала и осей системы координат по отношению к другой системе координат), присвоить текущей несохраненной системе имя, а также удалить сохраненную. Эти операции осуществляются кнопками справа от списка, а также из контекстного меню при щелчке правой кнопкой мыши по названию системы координат.

Вторая вкладка «Orthographic UCSs» показывает список из шести ортогональных систем координат, позволяет также сделать одну из них текущей, просмотреть детали, переместить систему относительно ее оси Z

(изменив параметр «Depth» или возвратив его в начальное значение). Список внизу позволяет выбрать, какую из систем координат использовать в качестве основы для ортографической смены осей – мировую или ранее сохраненную.

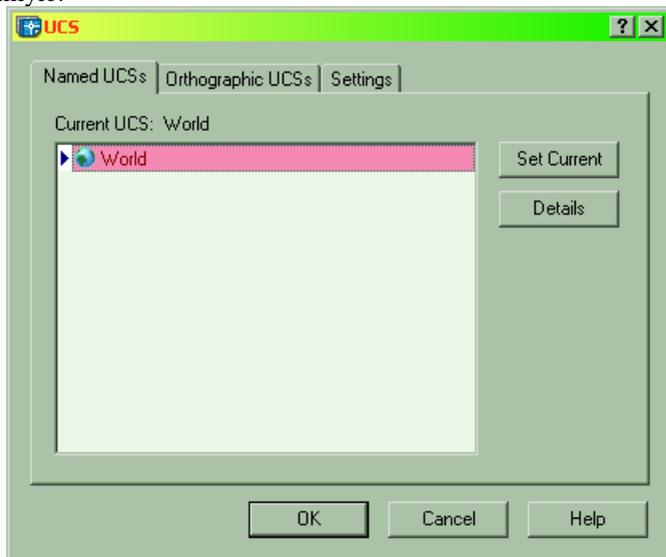


Рисунок 3.3–Диалоговое окно систем координат, вкладка именованных систем

Третья вкладка «Settings» позволяет включать и выключать отображение иконки системы координат на экране, указывает, отображать ли иконку по возможности в начале координат или всегда в левом нижнем углу экрана (если иконка отображается в начале координат, в квадрате ее основания рисуется знак «+»), а также включает автоматическое применение создаваемых систем координат ко всем видовым портам. Нижние флажки также касаются экранных окон, потому их действие здесь не рассматривается.

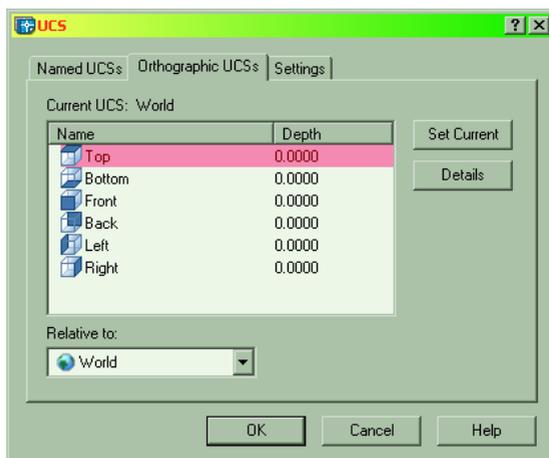


Рисунок 3.4– Диалоговое окно систем координат, вкладка ортогографических систем

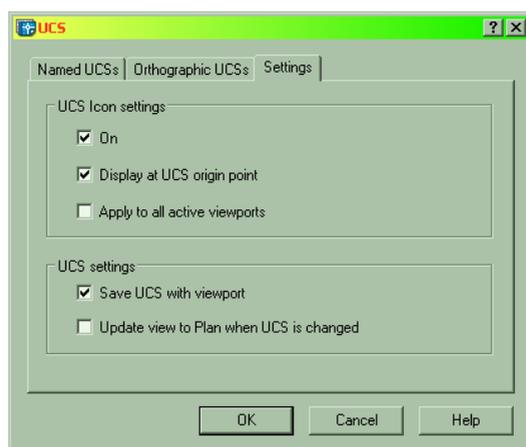


Рисунок 3.5– Диалоговое окно систем координат, вкладка настроек

Управление отображением иконки системы координат также осуществляется командой **ucsicon**. Ключи **ON** и **OFF** включают и выключают отображение иконки, ключи **ORigin** и **Noorigin** включают и выключают отображение иконки по возможности в начале координат, ключ **All** применяет настройки ко всем видовым портам, ключ **Properties** вызывает рассмотренное выше диалоговое окно. Для этих же целей можно использовать меню: View – Display – UCS Icon.

### **Объектная привязка**

Объектная привязка является очень мощным инструментом, значительно облегчающим и ускоряющим процесс черчения. Она заключается в том, что при построении объектов Автокад находит характерные точки уже существующих объектов (концы отрезков, центры дуг, точки пересечения линий и т.д.) и точно позиционирует курсор мыши в эти точки.

Объектная привязка может осуществляться в автоматическом или ручном режиме. Автоматический режим включается переключателем «Osnap» в строке состояния, клавишей F3 либо установкой галочки на вкладке «Object Snap» диалогового окна «Drafting Settings» (рисунок 3.6). Это диалоговое окно также можно вызвать правым щелчком по переключателям «Snap», «Grid», «Polar», «Otrack» либо через меню: Tools – Drafting settings, а также кнопкой  панели инструментов «Object snap» (рисунок 3.7), а также командой **Osnap**.

В автоматическом режиме программа вычисляет все характерные точки в окрестности курсора мыши и предлагает привязаться к ближайшей из них. Найденные точки помечаются специальными маркерами (по умолчанию желтого цвета), форма которых определяет тип найденной точки. При приближении курсора мыши к маркеру он скачком позиционируется точно на данной точке.

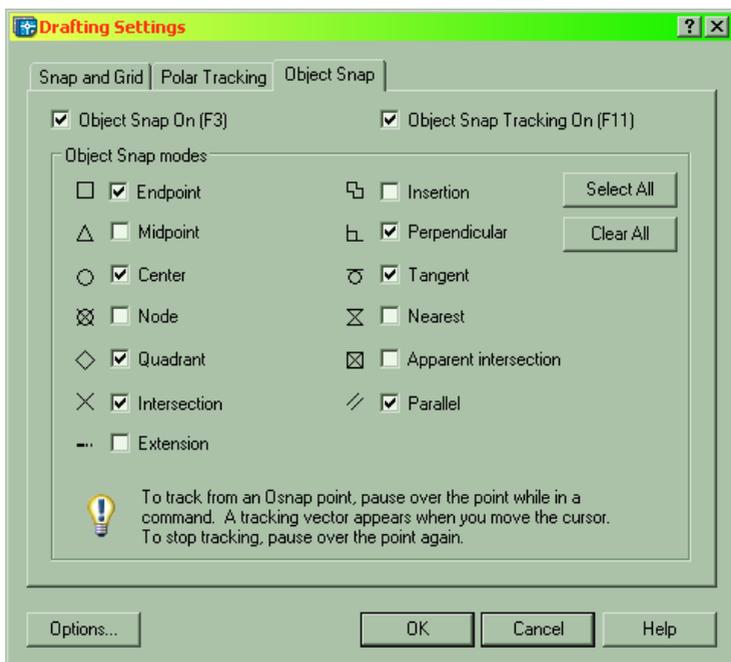


Рисунок 3.6– Диалоговое окно настроек черчения, вкладка объектной привязки

В случае, если точек много, а масштаб отображения малый, функция может стать бесполезной (например, автоматическая объектная привязка готова прикрепить отрезок не только к углу контура детали, но и к концу каждой из линий штриховки). В этом случае лучше временно отключить объектную привязку. Также можно отказаться от всех вычисленных точек, нажав кнопку  панели инструментов «Object snap».

В верхней части диалогового окна располагаются флажки включения объектной привязки и объектной трассировки, чуть ниже – флажки типов характерных точек, к которым будет осуществлена автоматическая объектная привязка.

Ручная объектная привязка осуществляется через панель инструментов «Object Snap» или специальными командами. При построении объектов перед указанием следующей точки следует нажать кнопку, определяющую тип точки, и подвести курсор мыши в нужный район. Будут вычислены лишь точки данного типа, так как нажатие кнопки или ввод команды временно блокирует работу автоматической объектной привязки, и привязка осуществится к ближайшей из этих точек.

Типы характерных точек, соответствующие им команды и кнопки приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Команда строки	Кнопка	Маркер	Описание
<u>_</u> Endp			Конец отрезка, дуги и т.д. *
<u>_</u> Mid			Середина отрезка, дуги
<u>_</u> Int			Пересечение объектов или их продолжений**
<u>_</u> Appint			Точка видимого в данной проекции пересечения скрещивающихся в 3-мерном пространстве прямых
<u>_</u> Ext			При приближении курсора к концу отрезка и перемещении вдоль него программа трассирует временной линией продолжение отрезка
<u>_</u> Cen			Центр окружности, дуги, эллипса
<u>_</u> Qua			Квадрант окружности, дуги, эллипса (точки пересечения окружности с ее осями, параллельными осям координат)
<u>_</u> Tan			Точка касания к окружности, дуге, эллипсу***
<u>_</u> Per			Основание перпендикуляра или нормали, опущенных на объект из заданной точки
<u>_</u> Par			После щелчка на первой линии и перевода мыши в другую точку трассируется прямая, проходящая через эту точку параллельно первой линии
<u>_</u> Ins			Точка вставки блока, атрибута, текста****
<u>_</u> Nod			Точка построения
<u>_</u> Nea			Первая попавшаяся точка, лежащая на данном объекте (полезно при проставлении выносок, знаков шероховатости и пр.).

\*Знак подчеркивания перед командой показывает, что она вызывается из-под другой команды и должна сгенерировать для нее результат. Без знака подчеркивания команда объектной привязки отменит команду рисования, что не имеет смысла.

\*\*Если точка пересечения объектов неочевидна и к ней сложно подвести курсор мыши, можно щелкнуть левой кнопкой на одном из объектов вдали от возможных пересечений. Появится маркер с многоточием. Щелкнув затем в любой точке второго объекта, можно найти точку пересечения объектов и привязаться к ней.

\*\*\*Если точка касания неочевидна, можно щелкнуть левой кнопкой мыши в любом месте окружности. Появится маркер с многоточием. После выбора второй точки (это может быть еще одна точка касания на другой окружности) точки будут вычислены и будет произведена привязка. То же самое касается и перпендикуляров.

\*\*\*\*См. разделы 4 и 5.

Очень удобной также является функция совмещения объектной привязки и относительного ввода координат. Для этого следует

воспользоваться командой **\_From** или кнопкой  панели инструментов «Object Snap». После этого следует выбрать тип объектной привязки (см. таблицу 3.2), указать характерную точку, а затем ввести относительные координаты смещения от этой характерной точки. Таким образом, координаты вводятся не относительно последней предыдущего объекта, а относительно любой другой точки, вычисленной методом объектной привязки.

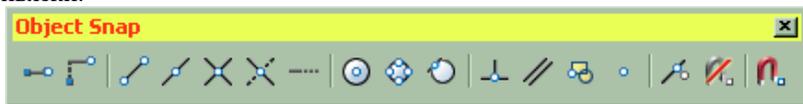


Рисунок 3.7– Панель инструментов объектной привязки

### *Автоматическая объектная трассировка*

Функция предусматривает проведение дополнительного луча трассировки из точки, определенной методами объектной привязки. При этом могут возникать сразу несколько лучей (до 7), рисуемых как из предыдущей введенной точки, так и точек, которые были вычислены автоматической объектной привязкой. Работа функции иллюстрируется на рисунке 3.8. Функция работает только при включенной автоматической объектной привязке.

Для включения автоматической объектной трассировки можно щелкнуть на переключателе «Otrack» в строке состояния, нажать клавишу F11 или поставить флажок на вкладке «Object snap» диалогового окна «Drafting settings».

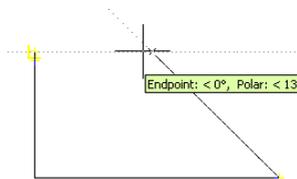


Рисунок 3.8– Построение точки на пересечении двух лучей: наклонного полярной трассировки и горизонтального – объектной

### *Ручной режим объектной трассировки*

Автоматическая объектная трассировка работает лишь при включенной автоматической объектной привязке и использует точки, вычисленные последней. Поэтому данный метод наследует все недостатки автоматической объектной привязки. Нажатие кнопки ручной объектной привязки блокирует объектную трассировку.

Режим ручной объектной трассировки активируется командой `_tt` или кнопкой  панели инструментов «Object snap». Далее можно выбрать тип ручной объектной привязки и указать точку. При перемещении мышки в сторону от этой точки возникнет луч трассировки, точно указывающий направление.

По умолчанию объектная трассировка включена в ортогональном режиме, т.е. трассируются только горизонтальные и вертикальные лучи, однако на вкладке «Полярная трассировка» диалогового окна «Настройка черчения» можно включить полярную трассировку для точек, найденных методом объектной привязки.

### *Обновление чертежа*

При построении сложных чертежей для повышения производительности компьютера Автокад стремится упростить вычислительные задачи. При постоянном масштабировании и панорамировании чертежа окружности на экране постепенно заменяются ломаными линиями, при построении линий координаты начинают округляться. Рано или поздно неточность чертежа начинает бросаться в глаза. В частности, точки, вычисленные объектной привязкой, перестают попадать на контуры изображаемых объектов.

Это касается лишь вывода чертежа на экран. В файле все как хранилось, так и хранится с высочайшей точностью. И если закрыть и открыть чертеж, он предстанет в первоизданном виде. Но если хочется вернуть точное отображение, не закрывая файл, его можно обновить.

#### Регенерация чертежа

Осуществляется командой **Regen** (или просто **Re**) либо через меню: View – Regen. При этом экран очищается, из файла последовательно считывается информация чертежа и он строится заново с высокой точностью. В ходе регенерации все математические зависимости, связывающие одни объекты чертежа с другими (координаты точек касания окружностей и пр.), пересчитываются.

Регенерация большого чертежа на слабых машинах может занять несколько десятков секунд.

Регенерация применяется только к изображению в текущем видовом порте (см. разд. 6). Регенерация изображения одновременно во всех

видовых портах производится командой **Regenall** или через меню: View – Regen All.

Регенерация не затрагивает объекты на замороженных слоях. При разморозке слоя он автоматически регенерируется.

#### Перерисовка

В отличие от регенерации лишь удаляет «мусор» в виде остатков линий трассировки, маркеров привязки, а также артефактов, образующихся при интенсивной прокрутке чертежа колесиком мыши. Осуществляется командой **Redraw** или через меню: View – Redraw. Работает в несколько раз быстрее регенерации, однако не восстанавливает упростившиеся геометрические построения, так как не регенерирует чертеж.

## 4 НАНЕСЕНИЕ ШТРИХОВКИ. РИСОВАНИЕ ПОЛИЛИНИЙ, МУЛЬТИЛИНИЙ, БЛОКОВ, АТРИБУТОВ

### ЗАДАНИЕ

- 1 Открыть чертеж с заданием №5 (XXX\_YY\_p5\_ZZZZZZ.dwg, где XXX – три цифры номера группы, YY – номер варианта задания, ZZZZZZ – фамилия учащегося).
- 2 Заштриховать деталь на чертеже.
- 3 Сохранить изменения в чертеже.
- 4 Создать новый чертеж.
- 5 Самостоятельно изучить и освоить построение полилиний и мультилиний, блоков, регионов, а также операции с точками.

#### *Методические указания к выполнению задания*

- 1 Воспользоваться командой **Open**, меню: File – Open либо кнопкой  панели инструментов «Standard».
- 2 Воспользоваться командой **Hatch**, меню: Draw – Hatch либо кнопкой  панели инструментов «Draw».
- 3 См. пункт 17 разд. 1.
- 4 Воспользуйтесь командой **New**, меню: File – New, или клавишей  на панели инструментов «Standard». Выбрать шаблон на усмотрение студента.
- 5 Освоить приемы работы самостоятельно.

### ***Нанесение штриховки***

*Штриховка* – заполнение замкнутого контура на чертеже каким-либо шаблоном. В простейшем случае шаблоном служат повторяющиеся через равный промежуток линии. Для заштриховывания области необходимо, чтобы она была замкнута.

Штриховка в современных версиях программы AutoCAD осуществляется двумя основными способами – классической командой командной строки или через диалоговое окно.

Классический способ осуществляется командой **Hatch**. После ввода команды следует ввести название шаблона. Ввод ключа ? раскрывает текстовый экран командной строки. Шаблон, состоящий из повторяющихся линий, носит название «ANSI31». Ключ **Solid** выбирает шаблон «Solid», соответствующий сплошной заливке области рабочим цветом. Ключ **User Defined** позволяет выбрать созданный ранее пользователем шаблон.

Следующий запрос попросит ввести масштаб штриховки, т.е. коэффициент интервала между линиями штриховки. Ввод значения больше 1 разреживает штриховку, а меньше 1 – делает ее чаще. Следующий запрос предлагает ввести угол наклона шаблона штриховки. Для шаблона «ANSI31» линии под 45° слева направо снизу вверх соответствуют углу 0. Ввод 90° даст штриховку в противоположном направлении.

Наконец, программа попросит указать объекты, создающие замкнутой контур. После выбора всех объектов нажатия клавиши Enter контур будет заштрихован.

В случае если необходимо заштриховать область, контур которой не должен быть видим (например, штриховка под шарнирной опорой на кинематической схеме и т.д.), можно предварительно создать контур, заштриховать его, а затем удалить ставшие ненужными объекты. Также можно воспользоваться способом «непосредственной штриховки» («Direct hatching»). В ответ на запрос: указать объекты, образующие контур – следует сразу нажать Enter. Программа выдаст новый запрос: следует ли оставить на чертеже линию контура, которую вам будет предложено нарисовать? Выберите ключ **No** (нет). Далее нарисуйте замкнутую линию и нажмите Enter. Область, окаймленная данной линией, будет заштрихована, а сама линия (если вы ответили **No**) будет удалена. Следует отметить, что уже существующие отрезки, образующие контур, не будут распознаны этой командой, т.е. часть линии контура следует провести поверх существующего отрезка.

Способ штриховки через диалоговое окно более удобен, нагляден и универсален. Для вызова диалогового окна штриховки следует ввести команду **Bhatch**, воспользоваться меню: Draw – Hatch либо кнопкой  панели инструментов «Draw».

В левой части окна находятся три вкладки. Первая служит для выбора шаблона штриховки. Она показана на рисунке 4.1.

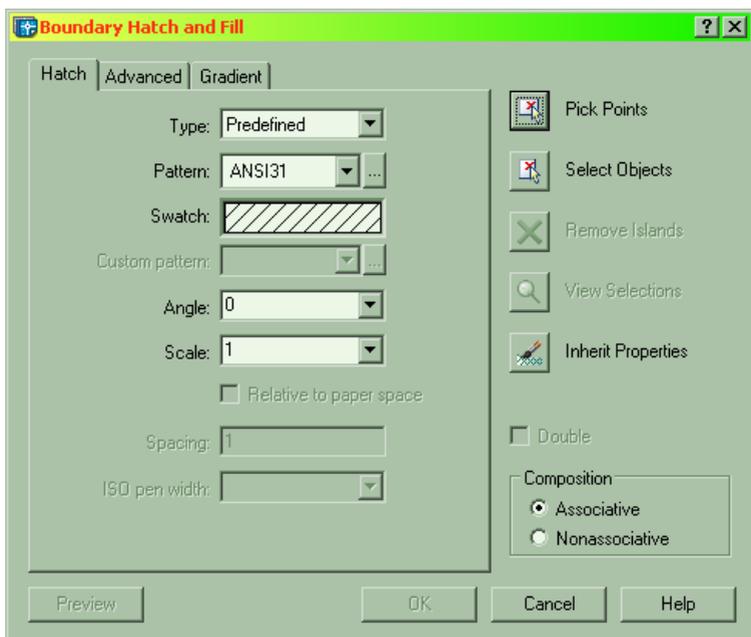


Рисунок 4.1– Диалоговое окно штриховки, вкладка выбора шаблона

Первое поле выбирает тип шаблона. Шаблоны бывают трех типов: встроенные, настраиваемые пользователем и создаваемые пользователем. Создание шаблонов – сложная процедура и не рассматривается в данном пособии.

Ниже расположен выпадающий список названий доступных встроенных шаблонов штриховки, а еще ниже – поле, изображающее образец. Если выбор шаблона по названию затруднителен – следует щелкнуть на кнопке «...» справа от списка или по изображению шаблона. Появится диалоговое окно шаблонов ( рисунок 4.2), на вкладках которого располагаются все доступные шаблоны. Выберите нужный и нажмите ОК.

Ниже расположен список выбора шаблонов, созданных пользователем и своя кнопка «...». По умолчанию этот список пустой.

Ниже идут поля со списками для выбора угла поворота шаблона и его масштаба. Значения можно как выбрать из списка, так и вводить свои.

Флажок ниже позволяет связать масштаб штриховки с масштабом отображения в видовом окне. При черчении в пространстве модели он не используется и недоступен.

Настраиваемая пользователем штриховка представляет собой совокупность линий, равномерно отстающих друг от друга. В этом случае

настраивается угол наклона линий (а не шаблона) и интервал между ними. Также флажок правее поля ввода интервала позволяет наложить на совокупность проведенных линий вторую, под углом 90° к первой.

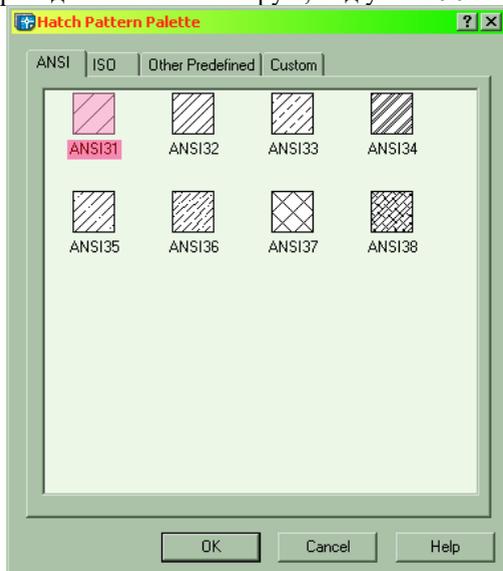


Рисунок 4.2– Диалоговое окно встроенных шаблонов штриховки

Поле в самом низу используется при штриховке шаблонами ISO для улучшения вывода штриховки на первые плоттеры.

Вторая вкладка диалогового окна служит для тонкой настройки алгоритмов поведения штриховки, в частности, алгоритма поиска т.н. «островов» (контуров внутри замкнутого контура, которые не следует заштриховывать) и т.д. Работа с этой вкладкой в данном пособии не рассматривается.

Третья вкладка позволяет осуществить градиентную заливку области. Можно выбрать цвета заливки (два произвольных или один произвольный и один – серый), способ построения градиента (из предложенных) и угол наклона градиента.

После настройки шаблона для штриховки или заливки следует выбрать контур. Это можно сделать классическим образом – выбором объектов, его образующих, или указанием точки внутри контура. В последнем случае объекты, образующие замкнутый контур (если их удалось найти), будут выделены. Для выбора контура первым или вторым способом следует нажать кнопки



в правой части диалогового окна соответственно. Диалоговое окно временно исчезнет, и будет предложено

выбрать объекты или указать точку. Выбрав контур (один или несколько), следует нажать Enter. Диалоговое окно вернется, и в нем станут доступны новые кнопки. Если при анализе области внутри нее были найдены другие

области, они не будут заштрихованы. Это т.н. «острова». Кнопка  позволяет удалить один или несколько «островов», тем самым заштриховав

и внутри них. Кнопка  временно скрывает диалоговое окно, оставляя все найденные контуры выделенными и позволяя проверить правильность их определения, кнопка «Просмотр» внизу экрана – заштриховать области и временно убрать диалоговое окно, чтобы можно было убедиться, что параметры штриховки подобраны правильно (если что-то не нравится, можно нажать Enter, вернув диалоговое окно для изменения настроек), а кнопка ОК – заштриховать область и полностью закрыть окно.

Если на чертеже уже имеется заштрихованная область и необходимо заштриховать другую с использованием аналогичных параметров, следует

нажать кнопку . Диалоговое окно исчезнет, и будет предложено выбрать штриховку-образец. После щелчка на штриховке вернется диалоговое окно, поля образца, масштаба и поворота окажутся заполненными, и можно будет выбрать точки внутри новых контуров либо щелкнуть на другой заштрихованной области. Параметры штриховки последней в этом случае станут как у области-образца.

Все функции диалогового окна «Штриховка» доступны также через командную строку. Для этого следует ввести команду **-Bhatch**. Ключи у команды аналогичны вкладкам, кнопкам и прочим органам управления в диалоговом окне.

### ***Рисование полилиний***

*Полилиния (ломаная)* – объект Автокада, представляющий собой совокупность последовательно соединенных друг с другом линий. Полилиния имеет ряд особенностей:

- сегментами полилинии могут быть не только отрезки прямой, но и дуги окружности;
- каждый сегмент может иметь толщину, отличную от толщины других сегментов;
- толщина сегмента может не быть постоянной, а линейно изменяться от одного значения до другого;
- имеется возможность скругления всех вершин полилинии или снятия со всех вершин фасок в один прием. Результатом также будет полилиния;
- полилинии могут быть автоматически преобразованы в сплайны.

Пример полилинии показан на рисунке 4.3.

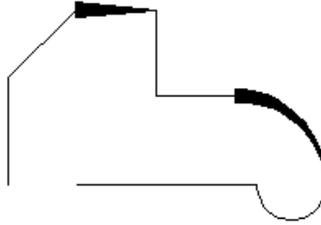


Рисунок 4.3– Пример полилинии AutoCAD

Для рисования полилинии следует воспользоваться командой **PLine**, кнопкой  панели инструментов «Draw» или меню: Draw – Poliligne. После ввода команды указывается начальная точка, затем все последующие.

Вместо указания точек можно вводить ключи:

**Close** – замкнуть полилинию. Из текущей точки будет автоматически проведен отрезок в самую первую точку.

**Width** – позволяет ввести начальную, затем конечную толщину сегмента. Для рисования сегмента постоянной толщины оба значения должны быть одинаковы. Последнее введенное значение автоматически становится значением по умолчанию для последующих сегментов.

Значение толщины, введенное посредством ключа **Width**, не может быть изменено заданием толщины линии (из выпадающего списка панели инструментов «Properties» или посредством слоя). Для создания сегментов полилинии, чувствительных к толщине линии объекта или слоя, следует после ввода ключа **Width** указать толщину 0.

Ключ **Halfwidth** аналогичен ключу **Width** за тем исключением, что в качестве параметра задается половинное значение (т.е. расстояние от оси сегмента). В некоторых случаях пользоваться этим ключом удобнее.

Ключ **Length** рисует сегмент заданной длины в том же направлении, что и предыдущий сегмент (либо касательно к нему, если предыдущий сегмент был дугой). Длина вводится после указания ключа.

Ключ **Undo** удаляет последний построенный сегмент полилинии, не прекращая выполнение команды.

Ключ **Arc** переводит команду в режим рисования дуг. Для возврата в режим рисования отрезков следует ввести ключ **Line**. В режиме рисования дуг появляется множество дополнительных ключей, аналогичных ключам команды **Arc** (см. разд. 2) и задающих различные способы построения дуги.

Ключ **Angle** позволяет задать внутренний угол дуги (следует вводить с учетом знака). Далее следует указать либо конец дуги, либо ее центр (посредством ключа **CEnter**), либо ввести ее радиус (посредством ключа

**Radius**). Ключ **Center** позволяет указать центр дуги, затем либо указать ее конец, либо ввести центральный угол (посредством ключа **Angle**), либо ее длину (посредством ключа **Length**). Ключ **Direction** позволяет указать направление касательной к дуге в начальной точке, затем указать ее конец. Ключ **Radius** позволяет ввести радиус дуги, затем указать ее конец или ввести центральный угол (посредством ключа **Angle**). Ключ **Second pt** позволяет указать вторую точку, через которую проходит дуга, а затем третью (ее конец).

Полилинии часто используются для создания сложных фигурных стрелок на всевозможных схемах, если встроенных инструментов образмеривания (см. разд.5) оказывается недостаточно.

### *Редактирование полилиний*

Построенную полилинию можно модифицировать. Для этого существует команда **Pedit** или меню: **Modify – Object – Polyline**. Будет предложено выбрать полилинию (ключ **Multiple** позволяет выбрать несколько объектов. Если объекты не являются полилиниями, будет предложено конвертировать их). Далее следует ввести ключи, чтобы указать производимые преобразования.

Ключ **Close** аналогичен одноименному при рисовании полилинии. Он делает ее замкнутой, соединяя последнюю точку с первой. Если полилиния закрыта, появляется ключ **Open**, размыкающий ее путем стирания последнего сегмента.

Ключ **Join** позволяет соединить несколько полилиний в одну. Если части соединяются, т.е. имеют общую точку, после ввода команды **Pedit** достаточно выбрать один из сегментов, а после ввода ключа **Join** – указать остальные. Если же части не имеют общих точек, следует выделить их все (с ключом **Multiple**, сконвертировав в полилинии при необходимости). Затем вводят расстояние обнаружения (объекты, расположенные друг к другу ближе, чем это расстояние, будут соединены). Перед вводом расстояния можно ввести ключ **Jointype** и выбрать способы соединений (**Extend** – удлинить или обрезать до пересечения, **Add** – добавить соединительный сегмент, **Both** – выбрать один из этих двух способов на усмотрение программы).

Ключ **Width** позволяет задать толщину одновременно для всех сегментов полилинии.

Ключ **Fit** заменяет все отрезки полилинии дугами, ключ **Spline** превращает полилинию в сплайн (математическую лекальную кривую), ключ **Decurve** имеет обратное действие – превращает сплайн или дуги полилинии в отрезки.

Иногда полилиния рисуется пунктирными, штрихпунктирными и иными линиями. Бывают случаи, когда необходимо исключить попадание

точки или разрыва штрихпунктирной линии в вершину. Ключ **Ltypegen** выключает режим, когда масштаб типа линии соблюдается точно, невзирая на вершины полилинии. Если режим включен, масштаб может быть автоматически скорректирован программой, чтобы в вершины попадали лишь отрезки пунктирных линий.

Ключ **Edit vertex** позволяет редактировать каждый из сегментов полилинии по отдельности. После его ввода набор доступных операций и соответствующих ключей станет другим, а начало редактируемого сегмента будет отмечено крестиком. Ключи **Next** и **Previous** перемещают крестик соответственно вперед и назад.

Ключ **Break** позволяет разбить полилинию на две, в том числе удалив один или несколько сегментов. После ввода ключа крестик остается на месте, и появляются новые ключи: **Next** и **Previous** двигают новый маркер (черточка) относительно крестика, **Go** стирает элементы между крестиком и черточкой, разрывая полилинию, **eXit** позволяет отказаться от разрыва, не выходя из команды.

Ключ **Insert** добавляет промежуточную вершину в сегмент после крестика, деля его на два. Необходимо указать положение новой вершины. Ключ **Move** позволяет переместить вершину, обозначенную крестиком.

Ключ **Straighten** позволяет спрямить часть полилинии. Положение крестика запоминается, и появляется выбор из четырех ключей: **Next** и **Previous** двигают крестик относительно запомненного положения, **Go** спрямляет элементы между старым положением и крестиком, **eXit** позволяет отказаться от спрямления, не выходя из команды.

Ключ **Tangent** позволяет задать вектор направления для выделенной крестиком вершины. Вектор направления очень важен в случае, если полилиния в дальнейшем будет конвертироваться в сплайн.

Ключ **Width** аналогичен одноименному при рисовании полилинии, позволяя изменить начальную и конечную толщину сегмента. Ключ **Regen** регенерирует полилинию, заново рассчитывая ее.

Ключ **eXit** позволяет выйти из режима редактирования отдельных сегментов, не прерывая работы команды. На любом этапе ключ **Undo** отменяет последнее ошибочное действие.

Также команды **Chamfer**, **Fillet**, **Spline** имеют ключ **Polyline**. После ввода данного ключа команды **Chamfer** и **Fillet** просят указать полилинию, затем снимают фаски или скругляют каждую ее вершину соответственно. Команда **Spline** с ключом **Polyline** конвертирует полилинии особого вида в сплайны. В отличие от ключа **Spline** команды **Pedit** данная операция необратима.

### **Рисование мультилиний**

*Мультилиния* представляет собой объект, состоящий из совокупности линий различных типов, располагаемых параллельно друг другу. При построении мультилинии указываются координаты ее оси, все остальные линии дистраиваются автоматически. Пример мультилинии показан на рисунке 4.4.

Для рисования мультилинии служит команда **Mline** или меню: Рисование – Мультилиния. После ввода команды последовательно указываются точки, через которые проходит мультилиния. Ключ **Close** служит для замыкания мультилинии (соединяет последнюю введенную точку с самой первой), ключ **Undo** стирает последний введенный сегмент мультилинии.

Перед вводом самой первой точки можно ввести следующие ключи:

**Justification** – выравнивание мультилинии относительно указываемых точек. Просит указать способ выравнивания: **Top** – при построении через указываемые точки проводится самая верхняя из линий мультилинии, **Zero** – через точки проводится ось мультилинии, **Bottom** – самая нижняя линия мультилинии.

**Scale** – ввести масштаб для получения мультилиний разной толщины.

**Style** – предлагает выбрать стиль мультилинии. Следует ввести ее название (чтобы просмотреть доступные стили, следует ввести ключ **?**). К сожалению, стиль уже построенной мультилинии изменить нельзя.

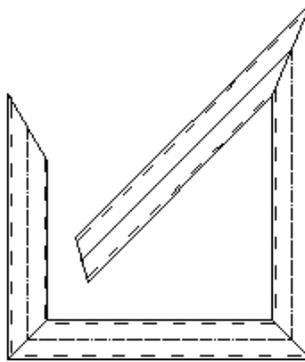


Рисунок 4.4– Фигура, начерченная мультилинией

Мультилинии удобно применять на строительных планах и картах, например, для построения трасс автомобильных дорог и иных инженерных сооружений, а также на всевозможных схемах для рисования сложных трубопроводов или электрических жгутов.

По умолчанию мультилинии строятся стилем *Standard* и представляют собой совокупность двух параллельных непрерывных линий, отстающих друг от друга на 1 мм. Чтобы получить мультилинию, состоящую из другого набора линий, следует настроить стиль мультилинии.

### **Стиль мультилинии**

Стиль мультилинии представляет собой описание линий, из которых состоит мультилиния, расстояний между ними, а также способа построения концов и углов мультилинии. Управление стилями производится через диалоговое окно «Multiline Style», которое вызывается командой **Mlstyle** или через меню: Format – Multiline Style. Диалоговое окно показано на рисунке 4.5.

В верхней части окна располагается выпадающий список доступных стилей, ниже – строки для ввода названия и описания создаваемых стилей и кнопки управления: «Load» – открывает диалоговое окно загрузки стиля из файла (по умолчанию это файл *acad.mln*, но там же можно выбрать любой другой файл); «Save» – сохранить новый стиль в файл (стиль добавляется к уже записанным в этом файле); «Add» – стиль добавляется в список выбора в верхней части окна, однако не сохраняется в каком-либо файле и из других чертежей недоступен (впрочем, если скопировать из одного чертежа в другой нарисованную мультилинию, стиль ее также копируется в новый чертеж); «Rename» – изменить имя стиля (сохранение стиля после переименования делает его копию в файле).

Создав, скопировав или загрузив стиль и сделав его текущим, можно отредактировать его свойства. Для этого служат две кнопки в средней части окна. Результат редактирования отображается в окошке просмотра чуть выше.

Первая кнопка «Element properties» позволяет задавать элементы – линии, из которых состоит мультилиния. Она открывает свое диалоговое окно ( рисунок 4.6). В верхней его части показан список элементов, любой из которых можно выбрать. Ниже располагаются кнопки для добавления нового элемента или удаления выделенного. Поле «Сдвиг» позволяет задать смещение элемента относительно нулевой линии (оси). Смещение может быть больше, меньше или равно нулю. Ниже задаются тип линии и ее цвет. Задав нужные элементы и настроив их свойства, следует нажать «ОК», чтобы в основном диалоговом окне просмотреть результат.

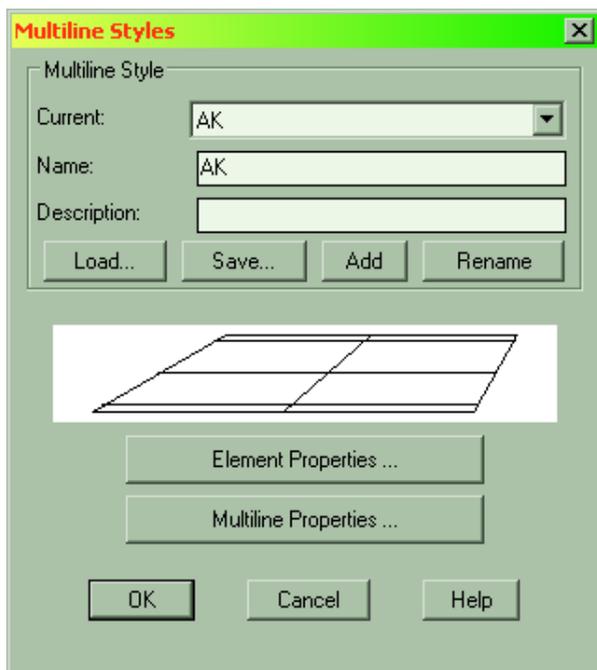


Рисунок 4.5– Диалоговое окно настройки стиля мультилинии

Кнопка «Свойства мультилинии» открывает другое диалоговое окно (рисунок 4.7), где можно разрешить или запретить отображение сгибов (сгиб отображается линией, соединяющей точки перегибов всех линий, составляющих мультилинию, а направление линии сгиба соответствует биссектрисе угла). Там же можно включить обозначение начала и конца мультилинии отрезком (перпендикулярным оси мультилинии или расположенным под некоторым углом к ней) либо выпуклой или вогнутой дугой, а также задать заливку внутреннего контура мультилинии цветом.

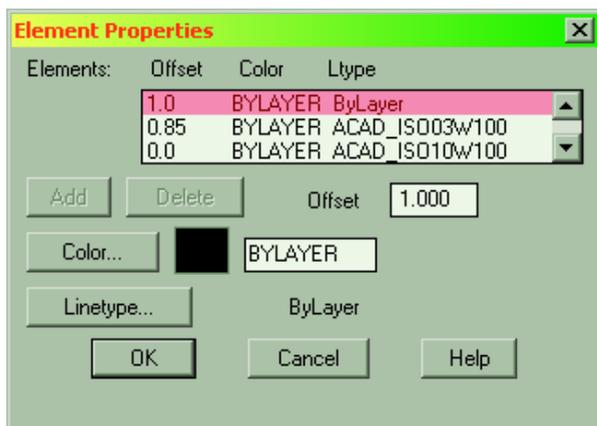


Рисунок 4.6– Диалоговое окно свойств элементов мультитинии

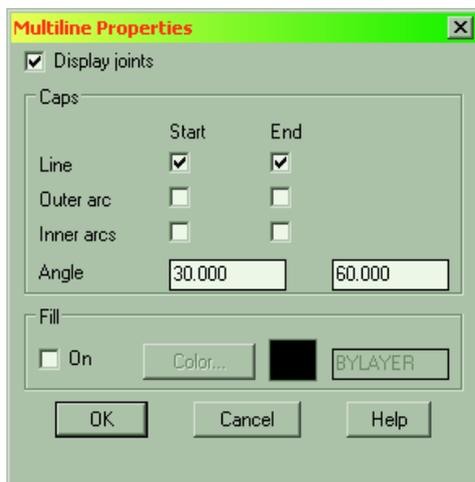


Рисунок 4.7– Диалоговое окно свойств мультитинии

### ***Редактирование мультитинии***

AutoCAD располагает ограниченными средствами редактирования уже созданной мультитинии. После того, как она начерчена, имеется возможность внести в нее дополнительные изменения. Для этого существует команда **Mledit** или меню: **Modify – Object – Multiline**. Можно также дважды щелкнуть мышью на редактируемой мультитинии. Будет отображено диалоговое окно редактирования мультитинии ( рисунок 4.8).

В диалоговом окне приводятся 12 видов преобразований, которые можно произвести с мультитинией: три вида пересечений (после выбора

вида пересечения и нажатия ОК следует последовательно щелкнуть на частях пересекающихся мультилиний вблизи точки пересечения), три вида примыканий, преобразование пересечения или примыкания в угол (с обрезкой лишних частей), добавление вершины (которую впоследствии можно переместить в произвольное место) или удаление ее (со спрямлением участка), а также разрыв нескольких или всех линий, образующих мультилинию (следует указать точки, между которыми будет разрыв; при этом линии перестанут отображаться, однако целостность мультилинии как объекта сохранится) или удаление созданного таким образом разрыва.

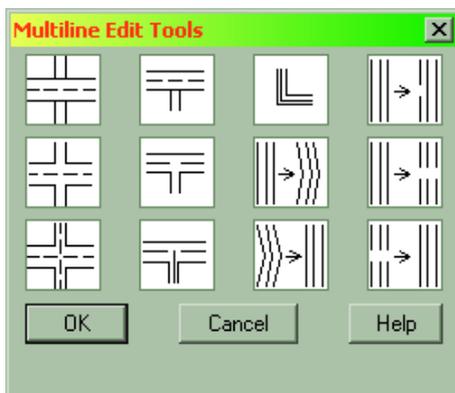


Рисунок 4.8–Диалоговое окно инструментов редактирования мультилинии

Помимо этого к мультилиниям можно применять все основные методы редактирования: операции преобразований, перемещение и копирование через буфер обмена, перемещение маркеров, редактирование через дерево свойств (см. разд. 5) и пр.

### ***Кольца и регионы. Выделение исправлений. Рисование «от руки»***

Помимо ранее рассмотренных объектов, через меню Draw могут быть созданы еще несколько видов объектов.

Кольцо.

*Кольцо* представляет собой две концентрические окружности, пространство между которыми зачернено. Строится командой **Donut** или через меню: Draw – Donut. Сначала следует ввести наружный диаметр, затем внутренний и, наконец, указать центр.

Область.

*Область* представляет собой неделимый замкнутый контур и может быть создана из любого замкнутого объекта (эллипс, круг, прямоугольник, полилиния, набор отрезков и дуг и т.д.). Области наиболее важны в

трехмерном моделировании (см. разд. 7), так как именно путем вращения и выдавливания областей получаются твердотельные объекты сложной формы (вращение и выдавливание разрозненных объектов дает поверхности сложной формы, не применимые для твердотельного моделирования). Для создания области следует подготовить замкнутый контур, после чего воспользоваться командой **Region**, меню: Draw – Region

или кнопкой  панели инструментов «Рисование». Далее следует выделить объекты и нажать Enter. Объекты будут сконvertированы в регионы.

Регионы также можно создать командой **Boundary** или через меню: Draw – Boundary. Появится диалоговое окно тонкой настройки параметров штриховки ( рисунок 4.9), где снизу будет предложено выбрать, что создавать (полилинию или область). Нажмите кнопку «Pick point», затем на чертеже щелкните в любой точке внутри замкнутой области. Границы замкнутой области будут определены (как при штриховке) и сконvertированы в область (или полилинию). При вычислении границы по умолчанию обрабатываются все объекты, видимые в текущем видовом порту (см. разд. 6). Если есть необходимость сузить диапазон обрабатываемых объектов, следует нажать кнопку «New» и выбрать объекты. В списке левее кнопки отобразится «Existing set», и в вычислении примут участие лишь выделенные объекты. Выбрав в списке «Current Viewport», мы снова вернемся к обсчету всех видимых объектов.

Наконец, переключатель в самом низу выбирает математический метод определения «островов».

Области могут быть подвержены логическим операциям: сложению (команда **Union**), вычитанию (команда **Subtract**) или умножению (команда **Intersect** – логическим произведением областей будет их пересечение друг с другом). Более подробно логические операции будут рассмотрены в разд. 7.

Определив область, можно при помощи специальных инструментов вычислить их площади, моменты инерции и координаты центра тяжести. Подробнее об этом будет рассказано в разд. 5.

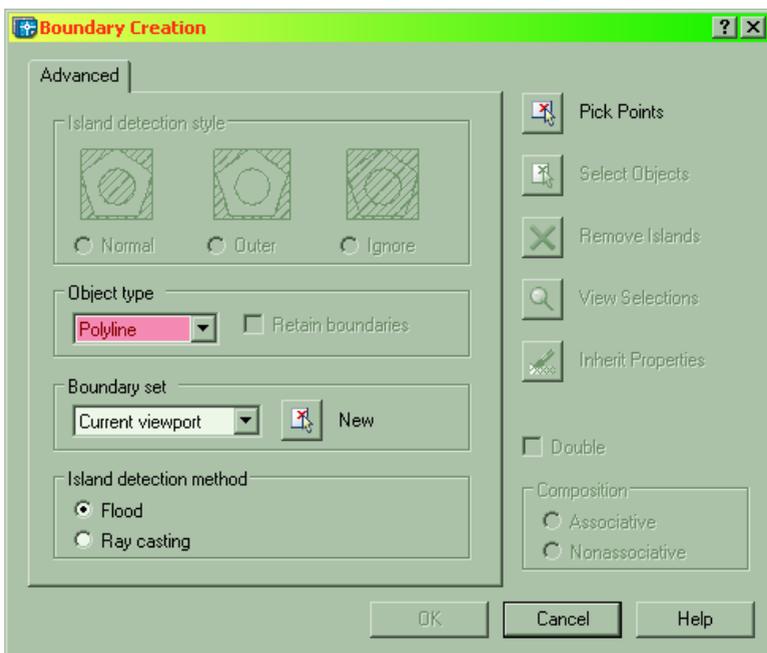


Рисунок 4.9– Диалоговое окно создания границы, оно же – вкладка тонких настроек штриховки

«Заплата».

Внося правки в готовые чертежи, часто бывает полезно скрыть часть изображения на чертеже, не удаляя объектов. Команда **Wipeout** (меню Draw – Wipeout) скрывает начерченное непрозрачной белой «заплаткой» произвольной формы, которую можно наложить на любое место чертежа, «закрыв» его содержимое. После ввода команды следует нарисовать линиями контуры «заплатки». Ключ **Polyline** позволяет превратить в «заплатку» начерченную ранее полилинию. После выбора полилинии следует ответить **Yes**, чтобы стереть исходную полилинию или **No**, чтобы оставить ее. Ключ **Frame** позволяет включить (**ON**) или выключить (**OFF**) режим отображения границ всех «заплаток» на чертеже. «Заплата» с видимой границей бессмысленна, но «заплатку» с невидимой границей невозможно выделить и стереть.

«Облако ревизии».

Также может возникнуть необходимость выделить какую-то часть чертежа, чтобы привлечь внимание к ней. Для этого служит команда **Revcloud** (меню: Draw – Revision cloud), которая позволяет создать «Облако ревизии» – замкнутый контур из небольших дуг, который

бросается в глаза. После ввода команды следует щелкнуть левой кнопкой мыши и провести курсором по полю чертежа. Вслед за курсором будет создаваться полилиния, представляющая собой совокупность дуг. Команда завершится автоматически, когда курсор очертит замкнутую область.

«Облако» по сути своей является полилинией и чертится из дуг случайной длины. Ключ **Arc length** позволяет ввести минимальную и максимальную длину дуг. Ключ **Object** позволяет превратить объект (замкнутую полилинию или область) в «облако». После выбора объекта будет создано облако и задан вопрос, следует ли изменить направление дуг (у «облака» дуги смотрят «наружу»). **Yes** – изменить, **No** – оставить как есть и завершить команду.

Рисование «от руки».

Также может возникнуть необходимость нарисовать на чертеже лилию абсолютно произвольной формы. Это помогает сделать команда **Sketch** (через меню недоступна, можно вынести кнопку на панель инструментов). Команда строит непрерывную линию, состоящую из отрезков заданной длины. Сначала следует ввести длину отрезков, затем воспользоваться ключами команды.

Ключ **Pen** (щелчок левой кнопкой мыши) поднимает и опускает «перо». Когда перо опущено, рисуется временная линия (зеленым цветом), когда перо поднято – можно перемещать мышь и работать с меню. Ключ **EXit** завершает команду и сохраняет линию, ключ **Quit** завершает команду, не сохраняя временную линию, ключ **Record** сохраняет временную линию (цвет ее становится основным), ключ **Erase** стирает не сохраненные части временной линии, а ключ **Connect** автоматически опустит «перо», когда курсор мышки подойдет близко к последнему нарисованному отрезку и продолжит рисование линии из него.

Перед рисованием «от руки» следует выключить режим ортогонального черчения.

### *Операции построения, связанные с точками*

Иногда возникает необходимость разделить отрезок или иной объект на несколько равных частей. В AutoCAD данная функция может быть легко осуществлена.

Команда **Divide** (или меню: Draw – Point – Divide) делит объект на равные части путем расставления на нем через равные интервалы точек. Точки впоследствии могут быть использованы для привязки других объектов. После ввода команды следует выделить объект, затем ввести число-делитель. Объект будет разделен на данное число равных частей, границы между которыми будут обозначены точками. Ввод ключа **Block** позволяет вместо точек в необходимых местах вставить блоки. После ввода ключа следует ввести имя существующего блока и ответить на вопрос:

следует ли выравнивать блоки, делая их ось *x* параллельной делимому объекту.

Примерно таким же образом работает команда **Measure** (или меню: Draw – Point – Measure). Она откладывает от начала объекта интервалы, равные заданному, выделяя границы интервалов точками. После ввода команды следует выбрать объект, затем указать (или ввести значение) интервала. На объекте будут отмерены данные интервалы и расставлены точки на их границах. Также можно указать ключ **Block**, который работает так же, как и у команды **Divide**.

### ***Блоки***

Иногда при построении чертежа возникает необходимость вставки в различные места одного и того же фрагмента, часто повернутого под разными углами. Особенно часто такая ситуация возникает при построении разного рода схем. Можно воспользоваться копированием, перемещением и поворотом, однако AutoCAD предоставляет более удобный инструмент – *Блоки*.

*Блок* представляет собой некую совокупность объектов, которой было присвоено имя и которая ведет себя как единое целое. Блок сохраняется в теле чертежа и, соответственно, не может быть доступен в других чертежах без предварительного копирования. Для создания блока следует подготовить объекты (т.е. предварительно нарисовать их) и ввести команду

**Block** (меню: Draw – Block – Make... или кнопка  панели инструментов «Draw»). Появится диалоговое окно «Block Definition» ( рисунок 4.10).

В верхней части диалогового окна располагается поле выбора имени блока. Поле раскрывается в выпадающий список всех блоков чертежа, что позволяет не повториться и облегчает создание блоков с похожими названиями. Ниже располагаются поля для ввода координат базовой точки блока (точка, за которую будет осуществляться вставка блока в чертеж) с кнопкой, позволяющей указать эту базовую точку на чертеже, а также кнопки выбора объектов и кнопка быстрого выбора (см. разд. 5), а также переключатель, определяющий, что сделать с нарисованными объектами после создания блока (оставить как есть, заменить блоком или удалить с чертежа). Ниже расположен выключатель, позволяющий создать иконку, изображающую блок (что может облегчить поиск и выбор блока при его вставке в чертеж, но увеличит занимаемый чертежом объем). Далее можно выбрать единицы измерения для блока и ввести его текстовое описание. Кнопка «Hyperlink» позволяет импортировать блоки из других чертежей или из Интернета.

Также создать блок можно без диалогового окна, через командную строку. Для этого следует ввести команду **-Block** (с тире). Будет

предложено ввести имя блока (ключ ? вызывает текстовое окно командной строки и выводит туда имена всех блоков, имеющих в чертеже), затем указать точку вставки, затем выделить объекты. Однако определять блоки через диалоговое окно все-таки удобнее.

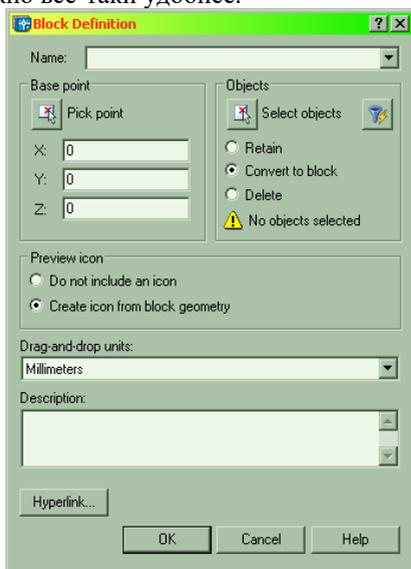


Рисунок 4.10– Диалоговое окно создания блока

Для вставки блока следует воспользоваться командой **Insert** (меню:  панели инструментов «Draw»). Появится диалоговое окно «Insert» ( рисунок 4.11). В верхней части окна присутствует выпадающий список, отображающий все блоки в данном чертеже. Кнопка «Browse» позволяет указать другой чертеж, чтобы отобразить находящиеся в нем блоки. Ниже располагаются поля, позволяющие указать координаты точки, в которую будет помещена базовая точка блока при вставке, масштабные коэффициенты по трем координатным осям (флажок снизу делает координаты по всем трем осям равными), а также угол поворота блока при вставке. У каждой секции имеется флажок «Specify on-screen», установка которого позволяет задать точку вставки, масштаб и поворот блока мышкой непосредственно на чертеже. Флажок «Explode» в самом низу окна позволяет вставить блок во взорванном состоянии.

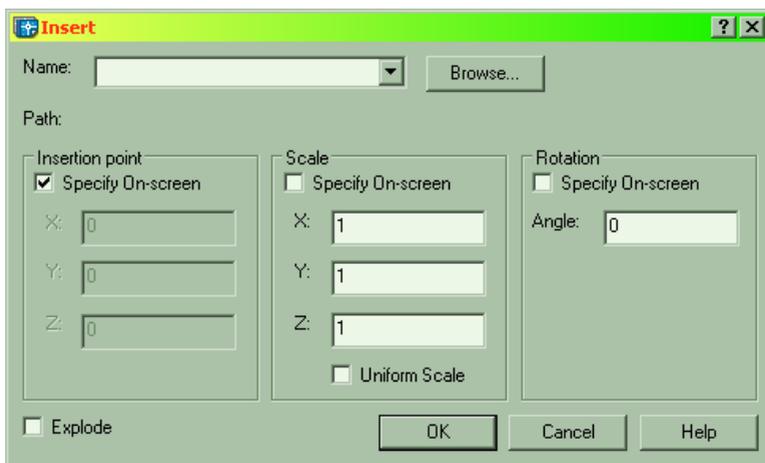


Рисунок 4.11– Диалоговое окно вставки блока

Вставку блока можно также осуществлять через командную строку командой **–Insert** (с тире). Ключи команды позволяют повторить настройки диалогового окна.

Вставленный в чертеж блок представляет собой неделимое целое, которое нельзя редактировать. Однако часто возникает необходимость внести изменения в блок. В этом случае его можно разделить на составляющие его элементы (линии, дуги и т.д.). Для этого служит команда

**Explode** (меню: Modify – Explode или кнопка  панели инструментов «Modify»). После ввода команды следует указать блоки и нажать Enter. Блоки распадутся на составляющие их элементы.

Взорвать также можно любой другой составной объект: полилинию, мультилинию, штриховку, размер, поверхность и т.д. Следует быть осторожным, так как процесс обратим лишь командой **Undo**.

### *Ссылки XRef*

Чертежи AutoCAD или их фрагменты можно вставлять в другие чертежи. Если сделать это посредством копирования, изменения в исходном чертеже не будут автоматически обновлять чертеж, в который исходный был вставлен. Если тем не менее такое обновление необходимо, чертеж вставляют как внешнюю ссылку (External Reference или XRef).

По умолчанию точкой вставки чертежа является точка с координатами (0;0). Если нужна другая точка, используют команду **Base** или меню: Draw – Block – Base. На запрос команды следует ввести новые координаты базовой точки.

Тонкости работы с внешними ссылками не рассматриваются в данном пособии, при необходимости студентам следует обратиться к справочной системе AutoCAD или справочной литературе.

### *Атрибуты*

После составления схемы, включающей в себя множество блоков, может возникнуть необходимость составить список этих блоков (например, для создания спецификации). В AutoCAD предусмотрен гибкий инструмент, упрощающий эту задачу. Данный инструмент представляет собой атрибуты блоков.

Атрибут –это текстовое поле, присоединяемое к блоку. Вставив в чертеж несколько одинаковых блоков, можно задать их атрибутам различные значения. Один блок может иметь несколько полей, соответственно, после вставки блока в чертеж каждому из полей нужно будет присвоить свою текстовую информацию.

После завершения работы над чертежом атрибуты всех блоков на чертеже можно будет автоматически экспортировать для дальнейшей обработки.

Работа с атрибутами происходит в такой последовательности. Сначала создаются объекты, которые в дальнейшем образуют блок, затем определения атрибутов, т.е. текстовые поля. Для этого используется команда **Attdef** (или меню: Draw – Block – Define Attributes). Команда откроет диалоговое окно ( рисунок 4.12).

В левой части диалогового окна располагаются флажки для выбора режима атрибута: **Невидимый** – текстовое поле со своим значением не отображается на чертеже; **Постоянный** – значение атрибута одинаково для всех блоков данного типа, вводится автоматически при создании блока и остается неизменным при вставке блоков; **Проверяемый** – программа предлагает пользователю после ввода значений атрибутов еще раз проверить их значения; **Предустановленный** – значение атрибута выставляется по умолчанию и не спрашивается при вставке блока, но в отличие от постоянного его можно изменить.

В правой части окна располагаются строки, где вводится тег (внутреннее имя атрибута), фраза, которая будет запросом на ввод значения атрибута, и его значение по умолчанию.

Ниже располагаются область указания базовой точки текстового поля, а также его размера, высоты и выравнивания шрифта.

Заполнив поля, следует вставить текстовое поле в изображение будущего блока (или рядом с ним). При необходимости можно вставить еще несколько определений атрибутов. Далее следует выделить объекты и текстовые поля и создать из них блок. После нажатия Ok в диалоговом

окне создания блока будет предложено заполнить пустые строки значения атрибутов по умолчанию (если они есть). Блок будет создан.

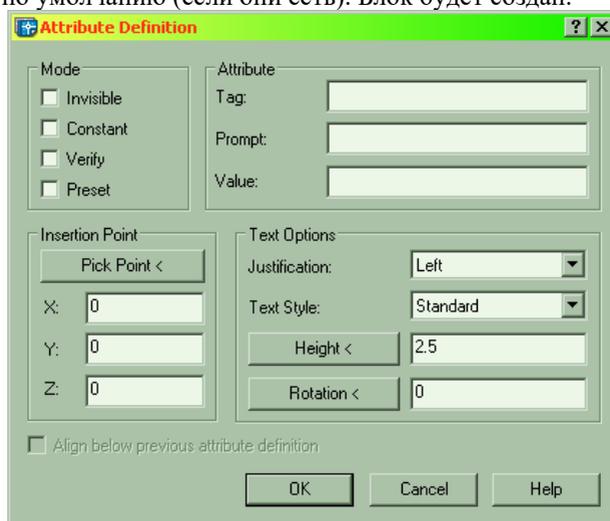


Рисунок 4.12– Диалоговое окно определения атрибутов

После вставки блока в командную строку будут последовательно выведены запросы, указанные при определении атрибутов, и будет предложено ввести их значения. После вставки блока на нем отобразятся значения видимых атрибутов. Двойным щелчком на блоке можно вызвать диалоговое окно «Enhanced attribute editor» ( рисунок 4.13), где можно будет отредактировать как значения атрибутов, так и их внешний вид (размер и стиль текста, поворот, выравнивание).

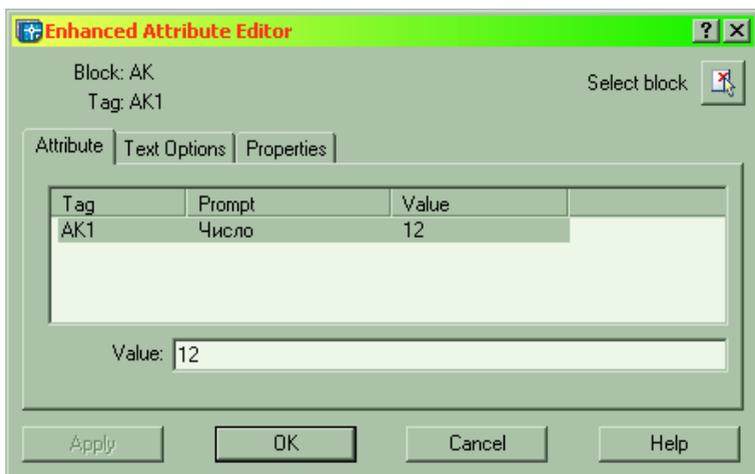


Рисунок 4.13– Диалоговое окно расширенного редактора атрибутов

Самым простым способом извлечь атрибуты из чертежа является мастер извлечения атрибутов (команда **Eatttext**, меню: Tools – Attribute extraction). На первой стадии указывается, откуда извлекать атрибуты: из одного или нескольких выделенных блоков, данного чертежа или одного либо нескольких других чертежей. Далее указывается, следует ли извлекать атрибуты из блоков, являющихся частями других блоков, и из внешних ссылок. На третьем этапе предлагается выбрать шаблон текстового файла для форматирования извлекаемых значений атрибутов (если таковой имеется) или отказаться от выбора. Далее предлагается из всех атрибутов всех видов блоков выбрать те, которые следует экспортировать. На следующем этапе AutoCAD генерирует выходную таблицу, куда собираются все значения атрибутов. Можно переключиться между двумя способами формирования этой таблицы, а также скопировать ее значения в буфер обмена. На шестом этапе сформированные настройки можно сохранить в шаблон текстового файла экспорта. И, наконец, седьмой этап позволяет задать название, расположение и тип экспортного файла. Возможен экспорт в MS Excel, MS Access или в текстовый файл.

## 5 НАНЕСЕНИЕ ТЕКСТА И ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ

### ЗАДАНИЕ

- 1 Запустить программу AutoCAD. Создать новый чертеж, используя шаблон с первого занятия.
- 2 Задать границы чертежа, соответствующие формату А4.
- 3 Создать слои. Тонкой линией обвести рамкой созданные границы чертежа, толстой – начертить рамку, соответствующую полям (20,5,5,5 мм).
- 4 Вычертить основную надпись согласно ЕСКД.
- 5 Настроить стиль текста.
- 6 Заполнить основную надпись, создав многострочный текст.
- 7 Сохранить новый чертеж в виде шаблона.
- 8 Создать на базе нового шаблона чертеж. В верхней части создать многострочный текст и набрать на выбор два любых абзаца из текста методического пособия.
- 9 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p6\_ZZZZZZ.dwg, где XXX – три цифры номера группы, YY – номер варианта задания, ZZZZZZ – фамилия учащегося.
- 10 Создать новый чертеж, повторив пункт 8.
- 11 Настроить стиль размера в соответствии с требованиями ЕСКД.
- 12 Сохранить новый чертеж в виде шаблона.
- 13 Создать на базе нового шаблона чертеж.
- 14 Скопировать из чертежа задания 1 изображение в новый чертеж.
- 15 Проставить все необходимые размеры.
- 16 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p11\_ZZZZZZ.dwg, где XXX – три цифры номера группы, YY – номер варианта задания, ZZZZZZ – фамилия учащегося.
- 17 Повторить пункты 13-16 для чертежей заданий 2, 3, 5, сохраняя полученные результаты (индекс имени будет 21, 31, 51).
- 18 Перед вставкой чертежа изменить его масштаб, уменьшив вдвое.
- 19 Отредактировать стиль размера, создав надстройку, в частности, задав масштаб.
- 20 Образмерить данный чертеж.

### *Методические указания к выполнению задания*

- 1 См. пункт 1 разд. 2.
- 2 См. пункт 9 разд. 1. Значения границ 0,0 и 210,294.
- 3 См. разд. 1.
- 4 См. предыдущие разделы.
- 5 Воспользоваться командой **Style**, меню: Format – Text Style или кнопками панелей инструментов. За основу принять шрифт *Simplex.shx*,

размер 3, масштаб ширины 0.85, наклон букв 13. Поэкспериментировать с другими шрифтами и значениями.

6 Воспользоваться командой **Mtext**, меню: Draw – Text – Multiline text или кнопкой панели инструментов «Draw». При заполнении надписи задать межстрочный интервал и выравнивание символов.

7 См. пункт 18 разд. 1.

8 Поэкспериментировать с линейкой и отступами, выравниванием, а также с дробями.

9, 10 См. предыдущие разделы.

11 Воспользоваться командой **Dimstyle** или меню: Format – Dimension Style. Изменить существующий стиль ISO-25. Убрать отступ выносных линий от объекта, задать размер стрелок и высоту размерного текста 3, вид стрелок изменить на открытый под 30°, установить прочие настройки.

12-14 См. предыдущие разделы.

15 Воспользоваться командой **Qdim**, меню: Dimension – Quick Dimension или кнопкой панели инструментов «Dimension». Поэкспериментировать с командой, лишние размеры стереть.

16, 18, 20 См. предыдущие разделы.

17 Воспользоваться кнопками панели инструментов «Dimension», соответствующими командами или пунктами меню Dimension (кроме **Qdim**) и образмерить чертеж вручную. Поэкспериментировать с выносками.

19 Перед образмериванием изменить стиль размера, введя на вкладке «Primary units» масштабный коэффициент. Вместо изменения стиля можно сделать надстройку (Override).

### *Виды текста*

В AutoCAD предусмотрено два вида текста – одностроковый и многостроковый. Первый представляет собой строку текста, которую можно вставить в произвольное место чертежа (при желании такой текст может быть написан и в несколько строк, однако строки получатся независимыми). Одностроковый текст характеризуется быстротой вставки текстового блока и минимумом настроек, однако возможности для форматирования также минимальны. Ввод однострокового текста был подробно рассмотрен в разд. 2.

Многостроковый текст, в отличие от однострокового, представляет собой законченный текстовый абзац (один или несколько). Характеризуется большим числом настроек, которые необходимо произнести при его вставке, однако и большими возможностями для форматирования.

## Многостроковый текст

Для ввода текстового абзаца следует воспользоваться командой **Mtext**, меню: Draw – Text – Multiline Text либо кнопкой **A** на панели инструментов «Draw». В командной строке отобразится подсказка о текущем стиле и высоте текста, и будет предложено последовательно указать углы прямоугольной области, в которой разместится абзац. Затем в указанной области появится курсор ввода текста, а над ней отобразится панель инструментов «Text formatting» ( рисунок 5.1) с линейкой.



Рисунок 5.1– Панель инструментов форматирования многострокового текста

В панели предоставлены следующие инструменты (слева направо): выпадающий список выбора стиля текста; выпадающий список выбора шрифта; поле ввода с выпадающим списком для выбора высоты текста (по высоте заглавных букв), кнопки включения жирного, наклонного и подчеркнутого написания текста, кнопки отмены ошибочного действия и возврата ошибочно отмененного, кнопка преобразования в дробь, выпадающий список выбора цвета и кнопка ОК. Последняя принимает внесенные изменения и закрывает панель редактирования текста.

Линейка ( рисунок 5.2) позволяет наглядно видеть размеры текстового абзаца и настраивать отступы. Верхний левый треугольник характеризует отступ первой строки абзаца («красная строка»). Нижний левый характеризует отступ всех строк, кроме первой. Перемещением правой границы линейки можно изменять длину абзаца. Также щелчком левой кнопки мыши на линейке можно поставить значок табулятора (черный угольник). При нажатии клавиши Tab в строку будет вставлен отступ до ближайшего табулятора.



Рисунок 5.2– Линейка для форматирования многострочного текста

Маркеры по линейке перемещаются скачками. Для точной настройки следует щелкнуть правой кнопкой на вводимом тексте и выбрать пункт «Indents and tabs». В появившемся диалоговом окне можно будет ввести значения всех отступов, выставляемых при помощи линейки.

После указания первого угла текста перед указанием второго в командную строку можно ввести различные ключи. Ключ **Height** позволяет изменить высоту строки текста до появления панели форматирования

(введенная высота автоматически станет высотой по умолчанию); ключ **Justify** предлагает задать выравнивание текста (более подробно о выравнивании описано в разд. 2, функции для одно- и многострокового текста аналогичны); ключ **Rotation** позволяет ввести угол поворота абзаца относительно горизонтали; ключ **Width** позволяет ограничить ширину текстового абзаца (аналогично перемещению правой границы линейки); ключ **Style** служит для выбора стиля текста.

Ключ **Line spacing** настраивает межстрочный интервал. После его ввода следует указать ключ **At least** (минимум) или **Exact** (точно), после чего ввести значение (в виде значения или множителя – с символом  $x$  после цифры; двойной будет записан в этом случае как  $2x$ ). Указание точного межстрочного интервала полезно при создании таблиц, однако следует помнить, что высота самых больших символов не должна превышать это значение, иначе строки налезут друг на друга. Вариант **At Least** в этом случае автоматически увеличит межстрочный интервал.

Если в ходе редактирования ввести два числа, разделенные знаками «/», «^» или «#», и выделить их, становится доступной кнопка «Stack» (дробь).

$$\frac{2}{3}$$

Нажатие ее переведет строку из вида «2/3» в вид  $\frac{2}{3}$ . Вместо нажатия на кнопку можно щелкнуть правой кнопкой мыши и активировать «Stack» из контекстного меню. После преобразования в меню правой кнопкой мыши вместо пункта «Stack» появятся два пункта: «Unstack» (аналогично отжатию кнопки) и «Зкщзукешуы». Последний вызывает диалоговое окно настройки формы дроби, где, помимо всего прочего, можно выбрать вместо

дроби допуск ( $\pm^3_2$ ), настроить высоту и выравнивание малых строк. Там же можно активировать автоматическое превращение текстовых строк вида  $2/3$  в дробь.

Также из меню правой кнопки мыши на вводимом тексте можно выбрать функции отмены и возврата, вырезки, копирования и вставки, поиска фрагмента текста и замены его другим, изменения регистра вводимого текста (заглавные на прописные и наоборот), вставки специальных символов из произвольного шрифта, импорта текста из txt-файла, объединения нескольких текстовых абзацев в один и пр.

Многостроковый текст представляет собой довольно мощное средство редактирования текстовых подписей к чертежам.

### *Специальные символы*

В программе AutoCAD зарезервированы три специальных символа, которые могут быть вставлены в любое место вводимого текста (как однострочного, так и многострочного): это знаки градуса, диаметра и

«плюс-минус». При вводе символ обозначается специальной комбинацией. Так, ввод %%c даст знак диаметра, %%d – знак градуса, а %%p – знак «плюс-минус».

### ***Редактирование введенного текста***

Введенный ранее однострочковый или многострочковый текст можно отредактировать, изменив его содержимое или некоторые параметры.

Для редактирования текста следует дважды щелкнуть мышью по текстовой строке. Для однострочкового текста возникнет окно, в котором будет выделен текст строки, и его можно будет изменить. (Если при вводе однострочкового текста было введено несколько строчек текста, каждая из них редактируется отдельно). Для многострочкового возникнет окно ввода текстового абзаца с текстом в нем, а также панель форматирования текста и линейка. Помимо прочего, строки и абзацы можно переносить, копировать, поворачивать и выполнять с ними любые другие преобразования.

Вместо двойного щелчка можно воспользоваться командой **Ddedit** или меню: **Modify – Object – Text – Edit**. Будет предложено выбрать строку или абзац для редактирования. После редактирования текста и нажатия «Ok» команда позволит выбрать еще строки или блоки для редактирования, пока не будет нажата клавиша Esc.

Команда **Justifytext** или меню: **Modify – Object – Text – Justify** позволяет повторно выбрать для введенного текста (одно- и многострочкового) режим выравнивания. После выбора строки или абзаца текста в командной строке появляется запрос, аналогичный рассмотренному в разд. 2.

Также можно масштабировать текст, воспользовавшись командой **Scaletext** или меню: **Modify – Object – Text – Scale**. После выбора строки или абзаца с текстом команда попросит ввести один из следующих ключей:

- **Existing** – изменить размер текста. Можно ввести новую высоту или выбрать один из двух ключей: **Match object** – после указания мышью другого абзаца или строки высота данного текста станет такой же, как у указанного другого; **Scale factor** – ввести масштабный коэффициент (подробнее о масштабных коэффициентах см. разд. 2, описание команды **Scale**);

- все остальные ключи по своему действию повторяют ключи команды **Justifytext** и скопированы в команду **Scaletext** для удобства.

В программе AutoCAD имеется встроенное средство проверки правописания, вызываемое командой **Spell** или через меню: **Tools – Spelling**. Однако в большинстве версий программы этот инструмент бесполезен из-за отсутствия в комплекте программы русского орфографического словаря.

## Стили текста

*Стиль текста* – совокупность вида и начертания шрифта, размера, а также других параметров. Задание стилей текста важно, поскольку при вводе текста указывается именно стиль, а не тип и начертание шрифта. Использование стилей позволит всем текстовым надписям на чертеже выглядеть одинаково. К тому же, изменив параметры стиля, можно автоматически обновить данные параметры у всех текстовых подписей на чертеже.

Если создано несколько стилей, переключаться между ними можно посредством выпадающего списка на панели инструментов «Styles» (рисунок 5.3, левый список).



Рисунок 5.3– Панель инструментов выбора стиля

Настройка стилей осуществляется через специальное диалоговое окно (рисунок 5.4), которое вызывается командой **Style**, кнопкой  панели инструментов «Styles» или через меню: Format – Text Style.

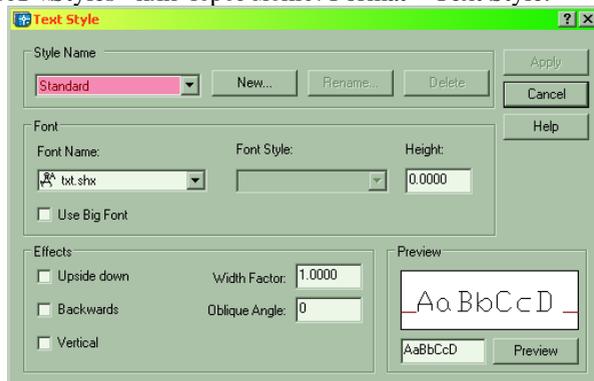


Рисунок 5.4– Диалоговое окно настройки стиля текста

В верхней части диалогового окна расположен список доступных стилей, а также кнопки для создания, переименования и удаления стиля. Ниже располагаются параметры стиля, выбранного в верхнем списке.

Первым параметром является тип (гарнитура) шрифта. Шрифты бывают двух видов: векторные (*shx*), представляющие собой буквы, вычерченные автокадовскими линиями, и растровые (TrueType, *ttf*). Толщина линий векторного шрифта может быть изменена, как и для любого графического объекта AutoCAD. Также для векторного шрифта доступна опция «Use big

font», хотя она необходима лишь для южноазиатского иероглифического письма.

Для некоторых растровых шрифтов доступен выбор начертания (нормальный, жирный, курсивный, жирный курсивный). Начертание выбирается из выпадающего списка, который становится активным, если выбран растровый шрифт. В следующем поле ввода можно выбрать высоту символов шрифта по умолчанию.

Ниже расположены флажки и поля дополнительных настроек шрифта, в частности, возможность зеркально отражать буквы, возможность располагать буквы вертикально одна над другой (доступно не для всех шрифтов), а также поле для ввода коэффициента ширины букв по горизонтали и угла наклона букв относительно вертикальной линии.

В правой нижней части окна расположено поле предпросмотра, где есть возможность ввести некий фрагмент текста, нажать кнопку «Preview» и увидеть его, написанного заданным шрифтом со всеми указанными параметрами.

В правой верхней части диалогового окна расположены кнопки для применения введенных корректировок стиля ко всему тексту чертежа, написанному этим стилем, кнопка закрытия окна (если какие-то параметры стиля были изменены, программа спросит, следует ли их сохранить) и кнопка вызова справки.

Следует помнить, что не все растровые шрифты поддерживают кириллицу. Автокад оперирует лишь системными растровыми шрифтами (в отличие от MS Word, имеющего свою библиотеку шрифтов), поэтому при переносе чертежей с одного компьютера на другой, если наборы системных шрифтов в них различаются, часть текста может оказаться нечитаемой.

Вообще, при построении машиностроительных чертежей следует избегать использования растровых шрифтов – они могут ошибочно отображаться на экране и серьезно замедлять работу Автокада. Растровые шрифты рекомендуются для построения плакатов.

### ***Быстрое редактирование свойств объекта***

Иногда может возникнуть необходимость быстро изменить тот или иной параметр некоторого объекта (тип линии, ее масштаб, плотность штриховки, высоту шрифта и пр.). Для редактирования каждого параметра каждого объекта существуют свои команды, вызывающие свои диалоговые окна. Способы вызова везде разные, и в некоторых случаях это может оказаться неудобным.

Существует и другой способ редактирования параметров объектов – через окно дерева свойств объекта (рисунок 5.5). Оно вызывается командой **Properties** (чтобы скрыть его, используется команда

**Propertiesclose**), кнопкой  стандартной панели инструментов, комбинацией клавиш Ctrl-I или через меню: Modify – Properties. Окно имеет большой размер, однако для удобства оно может быть легко пристыковано к краю экрана.



Рисунок 5.5– Окно дерева свойств объекта

В зависимости от рода выделенного объекта окно разделено на различные категории. Каждую категорию можно свернуть или развернуть кнопкой в правой части ее названия. Если все пункты не помещаются на экране, в правой части окна появляется полоса прокрутки.

Если одновременно выделены объекты нескольких типов (к примеру, линия и текст), выпадающий список слева сверху позволяет выбрать тип объектов, для которых показываются свойства. Выделение с остальных объектов при этом не снимается. Кнопка  вызывает диалоговое окно

быстрого выбора, кнопка  (аналогична команде **Qselect**) меняет курсор-перекрестие на квадрат для выбора объектов. При выборе последних маркеры редактирования не появляются, а элементы отображаются штриховой линией (как при выборе объектов для команд **Offset**, **Extend**, **Trim** и пр.). После выбора всех объектов следует нажать правую кнопку мыши или Enter. Появятся маркеры, а свойства выделенных объектов отобразятся в окне.

Кнопка  меняет значение системной переменной **PICKADD**, отвечающей за одиночный или аддитивный выбор объектов. В аддитивном режиме (значок «+») щелчок на объекте добавляет его к выделенным, а щелчок с Shift – убирает его из выделенных. В одиночном режиме (цифра

«1») щелчок выделяет каждый раз новый объект, а щелчок с Shift добавляет или убирает объект из выделенных. Аддитивный метод применяется в AutoCAD по умолчанию, а одиночный привычен по многим другим Windows-приложениям.

Выделив объект, можно пробежаться по категориям дерева свойств и вручную изменить любое из них. Изменения немедленно отразятся на экране.

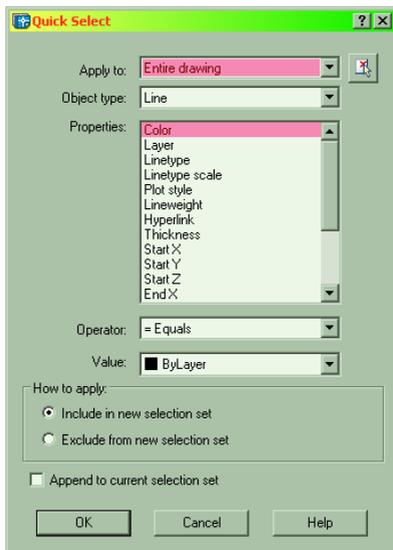
Таким образом, экран свойств представляет не слишком удобное, но централизованное свойство редактирования объектов, в связи с чем часто бывает незаменим. Однако для экономии места на экране часто бывает целесообразно закрывать его и открывать только по необходимости.

Также в AutoCAD предусмотрен достаточно удобный инструмент копирования свойств, позволяющий передать сразу все свойства одного объекта другому. Для этого используется команда **Matchprop**, меню:

Modify – Match Properties или кнопка  стандартной панели инструментов. После ввода команды следует выделить объект-донор, затем указать на объекты, свойства которых нужно изменить.

### ***Быстрый выбор объектов***

Окно быстрого выбора (рисунок 5.6) позволяет найти и выделить большое количество объектов на чертеже, удовлетворяющее тем или иным условиям. Для открытия окна используется команда **Qselect** или меню: Tools – Quick select.





Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
Dimlinear	Dimension – Linear		Проставление линейного размера с вертикальной, горизонтальной либо расположенной под определенным углом размерной линией
Dimaligned	Dimension – Aligned		Проставление линейного размера с размерной линией, параллельной измеряемому объекту
Dimordinate	Dimension – Ordinate		Указание отметок по осям координат (например, высотных)
Dimradius	Dimension – Radius		Нанесение радиуса окружности либо дуги
Dimdiameter	Dimension – Diameter		Нанесение диаметра окружности либо дуги
Dimangular	Dimension – Angular		Нанесение значения угла
Dimbaseline	Dimension – Baseline		Нанесение размерной цепи, все размеры которой начинаются от одной базовой линии
Dimcontinue	Dimension – Continue		Нанесение размерной цепи, все размеры которой последовательны

Окончание таблицы 5.1

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
Dimcenter	Dimension – Center Mark		Нанесение маркера центра окружности (перекрестия)
Tolerance	Dimension – Tolerance		Нанесение знака допуска отклонения и размещения поверхностей
Leader	–	–	Создание выноски
Qleader	Dimension – Leader		Быстрое создание выноски с настройкой через диалоговое окно
Qdim	Dimension – Quick Dimension		Быстрое образмеривание выделенной совокупности объектов

### Нанесение размеров.

После ввода команд **Dimlinear** и **Dimaligned** будет предложено последовательно указать две точки, между которыми будет построен размер. Если вместо ввода первой точки нажать Enter, будет предложено выбрать объект, расстояние от одного конца которого до другого будет измерено. Далее следует мышью указать положение размерного текста либо ввести ключи.

Ввод ключа **Mtext** открывает окно редактирования текстового абзаца. Измеренное программой значение обозначается в виде символов « $\langle \rangle$ ». Его можно удалить и заменить другим либо приписать перед ним и после него знаки диаметра, обозначение резьбы, добавить вторую строку (типа «*4 отв.*»), а также записать цифры в виде дроби и конвертировать их в допуск, как было описано выше.

Ключ **Text** позволяет также редактировать текст, однако не в окне редактирования абзаца, а в командной строке. Функции дроби и допусков в этом случае будут недоступны.

Ключ **Angle** позволяет ввести угол поворота размерного текста относительно размерной линии; ключи **Horizontal** и **Vertical** включают принудительное указание горизонтальной или вертикальной размерных линий соответственно (до этого вид линии определялся положением курсора мышки), ключ **Rotated** позволяет задать произвольный угол поворота размерной линии. Ключи **Horizontal**, **Vertical** и **Rotated** доступны только для команды **Dimlinear**.

Команда **Dimordinate** служит для указания координатных отметок. Применяется преимущественно на строительных чертежах и планах. После ввода отметки предлагается указать точку, из которой проводится выноска с указанием X или Y-координаты этой точки. Следует отметить, что команда указывает абсолютные координаты, так что перед проставлением размеров целесообразно задать пользовательскую систему координат, совместив ее начало с некой точкой объекта (см. разд. 3). Ключи **Xdatum** и **Ydatum** аналогичны ключам **Vertical** и **Horizontal** команды **Dimlinear**, значение остальных ключей также аналогично.

После ввода команды **Dimradius** или **Dimdiameter** предлагается указать окружность или дугу, затем при необходимости ввести ключи (значение которых аналогично вышеописанным командам) и указать положение размерного текста.

После ввода команды **Dimangular** предлагается выбрать линии, образующие угол, затем при необходимости ввести ключи и указать положение размерного текста.

После ввода команды **Dimbaseline** или **Dimcontinue** в качестве базовой линии нового размера будет предложено использовать первую (для

**Dimbaseline**) или вторую (для **Dimcontinue**) точку объекта, размер которого был введен последним. Если такого нет либо автоматический выбор размера в качестве базового не устраивает, можно воспользоваться ключом **Select** и выбрать новую выносную линию. Строительство размерной цепи будет начато от нее. Ключ **Undo** стирает последний введенный размер в размерной цепи.

Указание отклонений формы и положения.

Команда **Tolerance** открывает диалоговое окно ( рисунок 5.8), позволяющее формировать символы допусков формы и расположения поверхностей и баз. Внося необходимые данные в белые поля и выбирая, при необходимости, символы в черных полях, можно сформировать и вставить в чертеж условный знак обозначения отклонений. Допускаются знаки, состоящие из 2 строк, имеющие в каждой строке до двух значений отклонения и до трех наименований баз. Строка в самом низу позволяет сформировать отдельный символ базы.

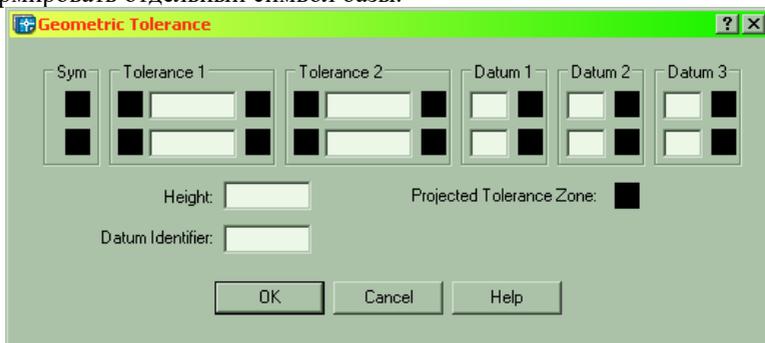


Рисунок 5.8– Диалоговое окно настройки допусков отклонения поверхности

Создание выносок.

Выноска представляет собой линию, начинающуюся на объекте, к концу которой присоединяется текст или специальный символ. Выноски позволяют указывать позиции на чертеже, проставлять базы и прочие сведения.

В связи с большим разнообразием форм и функций выносок при их создании имеется возможность настроить множество параметров.

Команда **Leader** предоставляет возможность создать выноску вручную через командную строку. После ввода команды указываются начальная и конечная точки выносной линии, при необходимости еще одна точка для формирования полки. Затем следует выбрать один из следующих ключей:

Ключ **Annotation** – ввести текст или иной символ. Будет предложено напечатать текст (однострочковый, одну или несколько строк), который

будет расположен над выносной линией. При этом часть линии выноски под текстом автоматически станет горизонтальной. Отказ от ввода текста будет расценен как вход в настройку, и будет предложен еще ряд ключей: **Tolerance** – отобразится окно (рисунок 5.8), после создания символа он будет автоматически присоединен к линии выноски. **Copy** – будет предложено выбрать объект на чертеже, после выбора он будет автоматически скопирован и копия соединена с линией выноски. **Block** – будет предложено вставить блок (см. разд. 4). **None** – ничего не вводить, оставив полку выноски пустой. **Mtext** – вставить абзац многострокового текста, появится окно редактирования текста с панелью форматирования и линейкой.

Ключ **Format** позволяет выбрать дополнительные настройки линии выноски и предлагает ввести ключи: **Spline** – сегменты выносной линии будут образовывать не ломаную линию, а математическую кривую – сплайн. **STraight** – сегменты выносной линии будут образовывать не сплайн, а ломаную линию. **Arrow** – выносная линия начинается со стрелки. **None** – выносная линия не начинается со стрелки. Если вместо выбора опции нажать Enter, будет снова предложено указывать точки или ввести ключи **Annotation** и **Undo**.

Ключ **Undo** стирает последний введенный сегмент выносной линии.

Команда **Qleader** позволяет сделать все то же самое несколько иным способом. После запуска команды можно ввести единственный ключ **Settings**, и откроется диалоговое окно (рисунки 5.9–5.11), в котором собраны все настройки выносок.

Первая вкладка диалогового окна позволяет указать, что будет располагаться в конце выноски: текст, объект, блок, знак отклонения формы или ничего. Для текста можно задать обведение его рамкой, выравнивание по левому краю, запрос на максимальную длину текстовой строки перед ее вводом, а также возможность использовать единожды введенный текст для каждой последующей выноски (переключатели в нижней правой части окна). Также для текста становится доступной третья вкладка, где можно указать способ выравнивания текста относительно полки. Наиболее соответствует ЕСКД установка флажка в нижней части окна, задающее выравнивание полки выноски ниже текста с продлением полки под всей длиной текстовой строки.

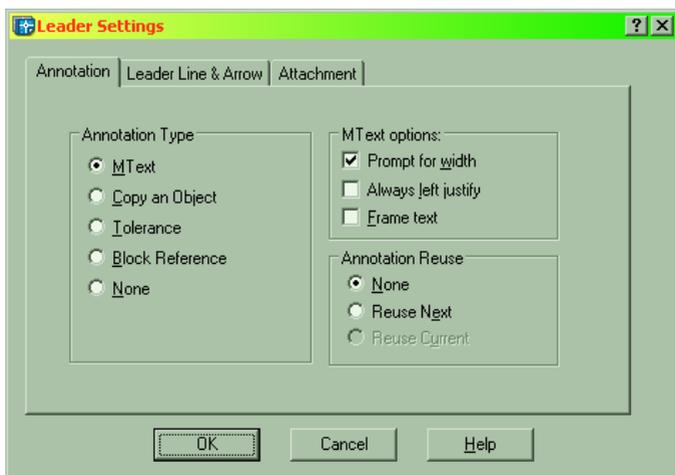


Рисунок 5.9–Диалоговое окно настройки выноски, вкладка настройки текста

Вторая вкладка посвящена настройке выносной линии. Здесь можно задать использование ломаной линии или сплайна, ограничить число сегментов ломаной линии (или не ограничивать), указать, могут ли первый и второй сегменты располагаться под углом (обычно второй должен быть строго горизонтальным), а также указать форму стрелки в начале выноски (без стрелки, строительная косая черта, точка для указания позиций на сборочном чертеже, треугольник базы и т.д.).

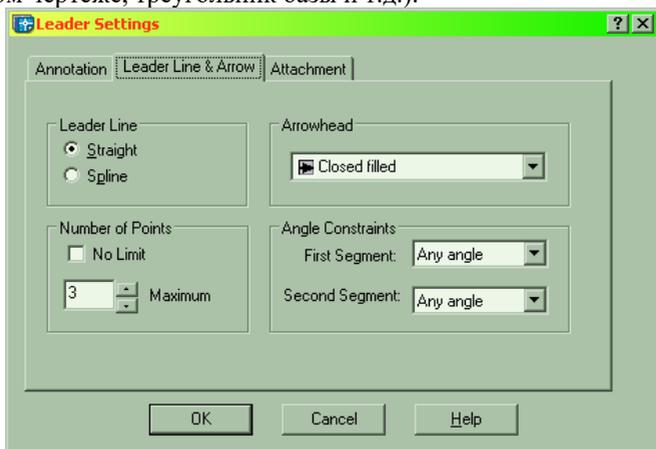


Рисунок 5.10– Диалоговое окно настройки выноски, вкладка настройки линий



Рисунок 5.11 – Диалоговое окно настройки выноски, вкладка выравнивания текста

Быстрое образмеривание.

Команду **Qdim** можно считать мастером автоматического образмеривания нарисованных объектов. После ввода команды предлагается выделить объекты (всю деталь, к примеру), затем выбрать одну из опций:

**Continious** – позволяет создать последовательную размерную цепь, используя все конечные точки выделенных объектов.

**Staggered** – позволяет создать совокупность ступенчатых размеров. Команда рассматривает лишь четное число точек.

**Baseline** – позволяет создать размерную цепь, каждый размер которой начинается от одной базовой линии.

**Ordinate** – указывает координаты всех точек объектов.

**Radius** – рисует радиусы всех выделенных дуг и окружностей. Размерные линии располагаются параллельно друг другу или совпадают для соосных объектов.

**Diameter** – рисует диаметры всех выделенных дуг и окружностей. Требуется ввести положение размерной линии последнего выделенного объекта.

**datumPoint** – указывает базовую линию для размерной цепи или нулевую точку для указания координат.

**Edit** – позволяет редактировать набор образмериваемых точек в выделенном наборе объектов. Все точки, помеченные крестом, послужат началом выносных линий. Щелчком по любой точке крест можно удалить. Ключ **Add** переходит в режим добавления точек щелчком мыши (следует

использовать объектную привязку!), а ключ **Remove** возвращает режим удаления точек из набора. Ключ **eXit** завершает редактирование набора.

**seTtings** – позволяет выбирать, следует ли проводить выносные линии из концов отрезков (**Endpoints**) или из точек пересечения отрезков друг с другом (**Intersections**).

После выбора опции следует мышкой указать расположение размерной линии. Будет сгенерировано множество размеров. Часть из них затем следует удалить.

В связи с непредсказуемостью поведения команды **Qdim** рекомендуется не злоупотреблять ею, а проставлять большую часть размеров индивидуально, соблюдая принципы технологичности.

### ***Редактирование размеров***

Программа AutoCAD обладает некоторыми инструментами для редактирования построенных размеров.

Если размер перестал быть ассоциативным (это можно увидеть в дереве свойств), попытка привязки конца размерной линии к объекту не сделает его ассоциативным вновь. Этого можно добиться командой **Dimreassociate** или через меню: **Dimension – Reassociate dimensions**. Один из концов размерной линии будет выделен крестом. Щелчок на какой-либо точке объекта привяжет конец размерной линии к этой точке, а крестом станет выделен конец другой линии. После привязки его команда завершится, размер станет ассоциативным и займет свое место.

Для редактирования размера следует выполнить команду **Dimedit** или воспользоваться кнопкой  панели инструментов «Dimensions». Команда предложит выбрать тип редактирования: **Home** – вернуть текст размера в место, где бы программа предложила его разместить изначально, а также сделать его горизонтальным; **New** – открывает окно редактирования текстового абзаца и предлагает изменить текст размера; **Rotate** – предлагает ввести угол и повернуть на него размерный текст; **Oblique** – предлагает наклонить выносные линии, если размещение размера затруднено, при этом размерная линия остается параллельна измеряемому объекту (следует помнить, что в ЕСКД это не разрешается).

Редактирование текста размера доступно также через команды редактирования одно- и многострочного текста, для наклона выносных линий можно воспользоваться меню: **Dimension – Oblique**.

Также множество свойств размеров можно найти в дереве свойства объектов, открыв соответствующее окно и выделив один или несколько размеров.

## Стиль размера

Под размерным стилем понимается совокупность множества параметров, характеризующих, как именно будет выглядеть проставленный размер. Поэтому перед началом образмеривания чертежа следует настроить размерные стили. Это осуществляется через диалоговое окно размерных стилей (рисунок 5.12), для вызова которых следует ввести команду

**Dimstyle**, нажать кнопку  на панели инструментов «Dimension» или «Styles» или воспользоваться меню: Format – Dimension Style. В окне находится список всех стилей размеров, окошко с образцом образмеривания и кнопки управления стилями размеров. При настройке можно как изменить существующие стили, так и создавать свои новые. Стили размеров в AutoCAD бывают трех видов: *общие*, *частные* и *надстройки*.

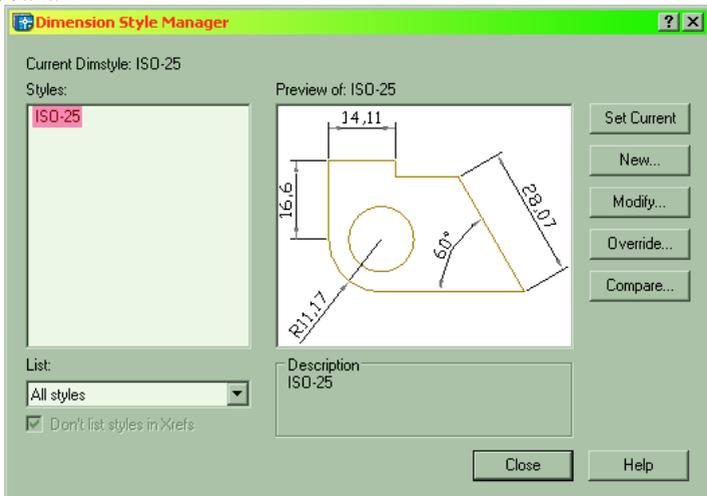


Рисунок 5.12– Диалоговое окно управления размерными стилями

*Общий* стиль применяется ко всем размерам без исключения: линейным, радиусам, диаметрам, координатам, отклонениям, базам и т.д. При создании нового стиля указывается, к каким размерам его применять. Если указать, что ко всем, будет создан общий стиль с новым именем. Если указать, что к каким-то отдельным (например, к радиусу) – будет создан *частный* существующего общего. Данный общий в таком случае перестанет применяться к размерам, для которых определен частный. У одного общего стиля может быть столько частных, сколько разных видов размеров предусмотрено в программе, не больше.

Над любым общим стилем можно сделать *надстройку*, указав в ней параметры, отличные от описанных в общем стиле. При образмеривании будут использоваться параметры надстройки, пока она не будет удалена. Стилль при этом остается неизменным.

Переключаться между стилями можно посредством выпадающего списка на панели инструментов «Styles» (правый список). В список вносятся только общие стили, частные и надстройки лишь изменяют поведение общего стиля. Также в диалоговом окне «Стили» можно выбрать один стиль и сделать его текущим, т.е. переключиться на него.

После создания нового стиля (общего, частного либо надстройки) открывается диалоговое окно, содержащее значения параметров данного стиля. Действие большинства параметров можно тут же контролировать в окошке примера. Окно настройки параметров состоит из шести вкладок.

Первая «Lines and Arrows» посвящена линиям и стрелкам. Здесь настраивается цвет и толщина выносных и размерных линий, интервал между параллельными размерными линиями, выступ концов выносных линий за размерную, отступление концов выносных линий от контуров объекта (в ЕСКД не используется, т.е. равно 0), возможность не отрисовывать одну или обе выносные линии или концы размерных линий, а также размер и вид стрелок и маркера центра окружности.

Вторая «Text» служит для настройки текста и позволяет выбрать стиль используемого текста, его цвет, высоту символов, положение относительно размерной линии, интервал между размерной линией и текстом, а также возможность писать размерный текст вертикально, горизонтально и под углом.

Третья вкладка «Fit» посвящена размещению текста. Можно настроить поведение программы в случае, если две стрелки и текст размера не помещаются между выносными линиями, дать возможность в этом случае не рисовать стрелки, разрешить или запретить рисовать текст не над размерной линией, а чуть в стороне, и т.д.

Четвертая вкладка «Primary units» посвящена единицам измерения. Здесь можно задать отображение размеров в виде десятичных дробей, обыкновенных дробей, дюймов, указать точность, разрешить или запретить округление, указать разделитель десятичных знаков (точка или запятая), задать общий масштаб изображения (все измеренные размеры будут умножаться на этот масштаб), а также задать способ отображения углов.

Пятая вкладка «Alternate units» позволяет настроить отображение размера в дополнительных единицах. Если ее включить, после основного размера (например, в мм) в скобках будет указываться дополнительный размер (например в дюймах). Задается формат, точность и округление дополнительного размера и переводной коэффициент из единиц основного.

И, наконец, шестая вкладка «Tolerances» позволяет задать обозначение допуска на точность размера. Можно выбрать форму отображения допуска, масштаб малых цифр и их положение.

Каждый параметр, настраиваемый на вкладках окна размерного стиля, обозначается своей системной переменной. Их названия и графические примеры, иллюстрирующие их значения, можно найти в справочной системе AutoCAD.

В Автокаде можно создать отдельную надстройку над текущим стилем или удалить ранее созданную для каждого отдельного размера. Это делается через меню: Dimension – Override или команду **Dimoverride**. Далее следует ввести имя системной переменной, отвечающей за необходимый параметр, указать ее новое значение, при необходимости повторить, а в конце указать размер, к которому применить надстройки. Ввод вместо имени переменной ключа **Clear** удаляет надстройку с размера. Так как за настройку стилей размеров отвечает около 30 системных переменных, данная опция практически бесполезна. Удобнее изменить нужный параметр через дерево свойств.

Ввод команды **-Dimstyle** (с тире) позволяет управлять стилями из командной строки. Ключ **Save** сохраняет текущий стиль со всеми надстройками под новым именем, ключ **Restore** выбирает стиль, имя которого следует ввести после ключа, ключ **Status** вызывает текстовое окно командной строки и отображает в него все значения системных переменных текущего стиля или надстройки, ключ **Variables** – все значения системных переменных текущей надстройки, ключ **Apply** – позволяет применить текущий стиль к конкретному размеру, который следует указать, сбросив все надстройки последнего (такого же эффекта можно добиться командой меню: Dimension – Update), а ключ **?** – вывести список всех стилей.

### ***Быстрые измерения и свойства чертежа***

Иногда бывает необходимо быстро узнать тот или иной размер на чертеже (например, при оформлении пояснительной записки). Это можно сделать, создав линейный размер, посмотрев на него и удалив его. А можно воспользоваться специальными инструментами с панели «Inquiry» (рисунок 5.13) либо меню: Tools – Inquiry. Там же располагаются функции, позволяющие получить полезные сведения о чертеже в целом. назначение функций приведено в таблице 5.2.



Рисунок 5.13– Панель инструментов быстрых измерений

Таблица 5.2

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
Dist	Tools – Inquiry – Distance		Выводит в командную строку расстояние между двумя заданными точками и разность их координат

Продолжение таблицы 5.2

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
Area	Tools – Inquiry – Area		Выдает периметр и площадь фигуры, ограниченной заданными точками. Ключ <b>Object</b> позволяет ввести вместо точек объекты, ключи <b>Add</b> и <b>Subtract</b> – включить суммирование и вычитание площади с результатом предшествующего измерения
Massprop	Tools – Inquiry – Region/mass properties		Определение периметра, площади, прямоугольных габаритов, координат центра тяжести и моментов инерции для плоской фигуры и объема, массы (при единичной плотности), прямоугольных габаритов, координат центра тяжести и моментов инерции для объемной фигуры. Данные выводятся в текстовое окно командной строки и предлагается сохранить их в текстовый файл
List	Tools – Inquiry – List		Выводит в командную строку свойства выделенного объекта (координаты, тип и цвет линий, слой и т.д.)
Id	Tools – Inquiry – ID point		Предлагает указать мышью точку и выводит в командную строку ее координаты. Впоследствии эта точка используется как последняя введенная при рисовании

Окончание таблицы 5.2

Команда строки	Команда меню	Кнопка	Описание
Time	Tools – Inquiry – Time		Выводит текущую дату и время, дату и время создания файла, последнего редактирования, суммарное время работы над файлом (два таймера – абсолютный и отключаемый), а также время до последнего автосохранения. Информацию можно вывести еще раз (ключ <b>Display</b> ), а также включить, выключить и сбросить второй таймер (ключи <b>On, Off, Reset</b> )
Status	Tools – Inquiry – Status		Выводит в текстовое окно командной строки общее число объектов на чертеже и еще множество различной информации
Setvar	Tools – Inquiry – Set variable		Присвоение системной переменной нового значения. Команда запрашивает имя переменной и вводимое значение. Ключ ? показывает список всех системных переменных и их значений

## 6 РИСОВАНИЕ АКСОНОМЕТРИЙ. РИСОВАНИЕ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

### ЗАДАНИЕ

1 Запустить программу AutoCAD. Создать новый чертеж, используя шаблон с предыдущего занятия. Задать изометрический стиль привязки. Задать ограничения чертежа, сетку, объектную привязку и трассировку по собственному усмотрению.

2 Вычертить изометрический вид фигуры (Приложение В, задание №1).

3 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p7\_ZZZZZZ.dwg, где XXX – три цифры номера группы, YY – номер варианта задания, ZZZZZZ – фамилия учащегося.

4 Создать новый чертеж.

5 Задать новое положение камеры, в частности, изометрию с юго-западной стороны.

6 Построить в трехмерном пространстве фигуру (Приложение В, задание №4), вычертив ее ребра координатным способом.

7 Вызвать на экран 4 видовых окна, задав в них 3 ортогональных вида детали и одну изометрическую проекцию. Попробовать отредактировать изображение.

8 Создать компоновку листа. Задать на ней также 4 видовых окна (3 проекции и изометрия). Добиться наиболее гармоничного расположения видовых окон. Скрыть границы видовых окон.

9 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p8\_ZZZZZZ.dwg, где XXX – три цифры номера группы, YY – номер варианта задания, ZZZZZZ – фамилия учащегося.

### *Методические указания к выполнению задания*

1 См. предыдущие разделы.

2 Воспользоваться командой **Snap** (см. разд. 1), а также навыками с предыдущих разделов.

3 Воспользоваться вводом координат, заданием направления и расстояния, объектной привязкой и трассировкой, а также командой **Isoplane**. Для построения проекций окружностей воспользоваться командой **Ellipse** (см. разд. 2). По желанию выделить те или иные плоскости градиентной заливкой (см. нанесение штриховки), для чего сопоставить с заданной плоскостью пользовательскую систему координат.

4,5 См. предыдущие разделы.

6 Воспользоваться командой **View**. Поэкспериментировать с командой **Vpoint, Ddvpoin**t, а также с кнопками панели инструментов «View».

7 Воспользоваться всеми известными методами черчения. При построении отрезков и дугам (команды **Line, Arc**) предпочесть полилинию (команды **Pline**).

8 Воспользоваться командами **Vports, -Vports, View, Ddvpoin**t. В качестве варианта расположения принять либо 4 равных видовых окна, либо одно большое и три маленьких.

9 Перейти на одну из вкладок листов. Присвоить вкладке осмысленное имя. Создать на ней видовые окна командами **Vports, -Vports, Vpclip**, а также кнопками панели инструментов «Viewports». Поэкспериментировать с границами окон сложной формы. Перенести границы окон в слой **VPORTS** и отключить его.

10 См. предыдущие разделы.

### *Рисование изометрических проекций*

Нарисовать аксонометрическую проекцию в AutoCAD можно так же, как и любой другой чертеж на плоскости, используя направления и масштабные коэффициенты. Естественно, в большинстве случаев это очень трудоемко, и точность такого построения будет невелика.

Для облегчения этой задачи следует специальным образом настроить привязку. В частности, стиль привязки следует переключить на изометрический (путем установки переключателя в диалоговом окне «Drafting settings», рисунок 1.4 или вводом команды **Snap** с ключами **Style** и **Isometric** (см. разд. 1). Курсор изменит свой внешний вид, линии перекрестия отныне будут пересекаться не под прямым углом.

Включение изометрического стиля привязки влияет на непосредственно привязку, т.е. на расположение узлов, к которым будет притягиваться курсор, на действие режима ортогонального черчения (ортогональные направления параллельны линиям перекрестия курсора) и на расположение точек сетки.

Весьма сложным в проекционном черчении при создании аксонометрических проекций является построение эллипсов, в которые проецируются окружности. В программе предусмотрена возможность упрощения данной процедуры. После ввода команды **Ellipse** (см. разд. 2), если стиль привязки установлен на изометрический, становится доступным ключ **Isocircle**. Введя этот ключ, необходимо указать центр круга и его радиус. В результате будет автоматически построен эллипс, являющийся точной проекцией круга заданного радиуса на изометрическую плоскость.

По умолчанию все построения ведутся в правой изометрической плоскости (ось  $X$  направлена вправо вверх под углом  $30^\circ$ , ось  $Y$  – вертикально вверх). Для построения ортогональных линий и эллипсов, лежащих в других изометрических плоскостях, следует изменить текущую плоскость. Для этого применяется команда **Isoplane** либо клавиша F5. Нажатие клавиши циклически меняет текущую плоскость (правая, левая, верхняя), а ввод команды позволяет непосредственно выбрать нужную сторону, задав ключ (**Left, Top, Right** – левая, верхняя, правая). Меняется вид курсора, а также поведение эллипсов и направлений ортогонального черчения.

Все остальные функции черчения и преобразования в изометрическом режиме действуют так же, как и в прямоугольном.

Следует помнить, что построенное при помощи изометрической привязки изображение все еще остается плоским. Это именно изображение объекта, а не сам объект, и его невозможно рассмотреть с разных сторон. К тому же, AutoCAD не имеет возможности автоматически рисовать в изометрии проекции правильных многоугольников. Если аксонометрический вид предстоит образмерить, придется после простановки всех размеров редактировать их, указывая в качестве преобразования наклон (команда **Dimeddit**, ключ **Oblique**, значение кратно  $30^\circ$ ). Какие-то детали приходится рисовать на плоскости, затем разворачивать на  $30^\circ$  и масштабировать по одной из осей с коэффициентом (приблизительно 0,58). Все невидимые линии, необходимые при построении, придется удалить вручную обрезкой. Также Автокад умеет работать лишь с изометрической проекцией (прямоугольные и кабинетные димметрические проекции не поддерживаются).

Функциями рисования плоских аксонометрических проекций следует пользоваться лишь в крайнем случае. Гораздо выгоднее изначально строить модели объектов в трехмерном пространстве.

### *Изменение экранной проекции*

В AutoCAD реализована возможность создания полноценных 3-мерных объектов и просмотра их в произвольных проекциях. В простейшем случае изображения строятся так же, как и на плоскости.

Вообще говоря, плоское черчение является лишь частным случаем 3-мерного. Когда мы чертили плоские изображения, плоскость  $XY$  была параллельна экрану, а ось  $Z$  – перпендикулярна. Вводя две координаты (прямоугольные, полярные), мы подразумевали, что координата всех точек по оси  $Z$  равна 0. Но даже если бы мы вводили отличную от 0 координату  $Z$ , мы бы не увидели разницы.

Если мы, начертив какое-либо изображение в плоскости, изменим расположение этой плоскости относительно экрана (вернее, виртуальной

камеры), наше изображение окажется деформированным. На самом деле, положение плоскости не изменяется относительно системы координат, а перемещаем мы точку наблюдения (виртуальную камеру).

В AutoCAD существует несколько способов перемещения виртуальной камеры. Основными из них являются *Именованные виды* и *3D орбита*.

Создание именованных видов.

Именованный вид представляет собой конкретное положение виртуальной камеры относительно системы координат, а также масштаб отображения объектов этой виртуальной камерой. Можно задать свое собственное положение камеры и масштаб и затем сохранить его, присвоив ему имя (пользовательский именованный вид) или воспользоваться одним из стандартных положений камеры (встроенные именованные виды). Настройка именованных видов осуществляется через диалоговое окно «View» (рисунки 6.1 и 6.2).

Для вызова диалогового окна «View» следует воспользоваться командой **View**, меню: View – Named Views или кнопкой  панели инструментов «View» (рисунок 6.3). Диалоговое окно состоит из двух вкладок. Первая вкладка содержит список пользовательских именованных видов. Кнопки на вкладке позволяют создать новый именованный вид, просмотреть параметры выделенного именованного вида и сделать его текущим. Щелчок правой кнопкой мыши на одном из видов вызывает контекстное меню, позволяющее переименовать или удалить вид.

Нажатие на кнопку «New» открывает новое диалоговое окно, где можно ввести имя для нового вида, а также задать масштаб отображения путем указания окна, которое для данного именованного вида будет соответствовать полному экрану. Если именованный вид имеет отличное от стандартного расположение камеры, следует сначала настроить камеру и лишь затем начинать создание именованного вида.

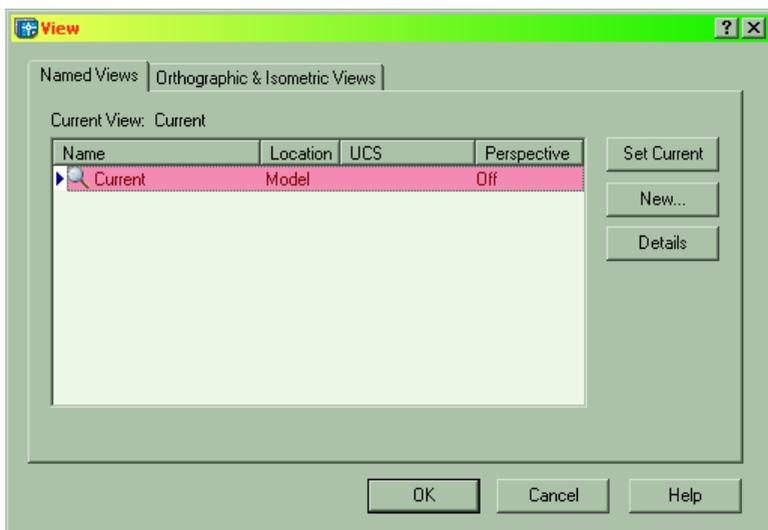


Рисунок 6.1– Диалоговое окно настройки вида, вкладка именованных видов

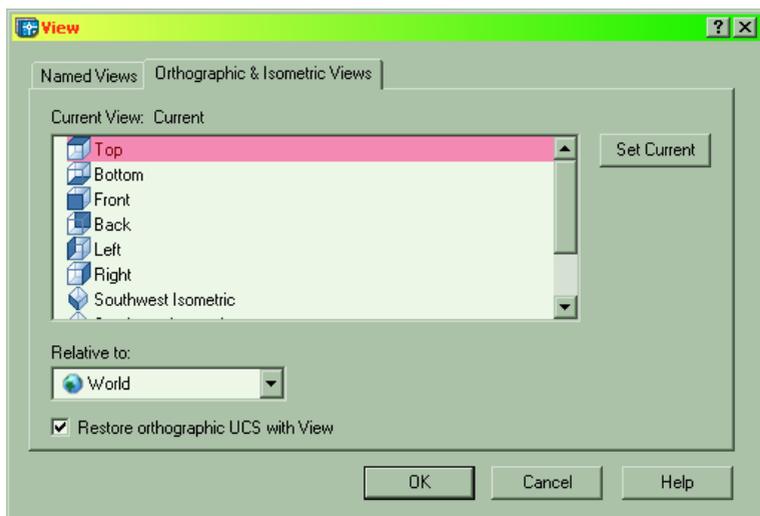


Рисунок 6.2– Диалоговое окно настройки вида, вкладка ортогографических видов

Вторая вкладка посвящена предустановленным видам. В списке представлены 6 стандартных ортогографических и 4 изометрических вида (пиктограммы облегчают понимание). При помощи кнопки можно сделать

текущим любой из них (и автоматически повернуть камеру на соответствующий угол).

Выбрать любой из этих предустановленных видов можно также через меню: View – 3D Views. Из открывшегося меню выбрать название нужного вида. Для тех же целей имеются кнопки на панели инструментов «View».



Рисунок 6.3– Панель инструментов настройки вида

Команда –**View** (со знаком тире) дает тот же самый результат, что и команда **View**, только вместо диалогового окна будет предложено воспользоваться клавишами команды. Клавиши в основном носят те же названия, что и элементы диалогового окна.

Настройка положения виртуальной камеры.

Для изменения положения виртуальной камеры служат команды

**Camera** (или кнопка  панели инструментов «View») и **Vpoint** (или меню: View – 3D Views – Viewpoint).

Команда **Camera** позволяет непосредственно задать трехмерные координаты камеры и точки, которая окажется в центре изображения. В ответ на запрос вводятся последовательно два набора координат (в любой форме).

Команда **Vpoint** позволяет более удобно настроить положение камеры. После ввода команды следует еще раз нажать Enter, и на экране отобразятся оси системы координат и компас в правом верхнем углу. Перемещая мышью, мы вызываем поворот осей, компас же помогает ориентироваться. На компасе положение мыши в центре соответствует виду снизу (в этом случае выбрать угол поворота крайне сложно), на внутреннем круге – строго горизонтальному виду, на внешнем – виду сверху. Щелчок мышью фиксирует положение камеры, и на экране отображаются нарисованные объекты.

Если сразу после ввода команды **Vpoint** указать ключ **Rotate** (через меню это не делается), можно ввести числовые значения угла между осью X текущей системы координат и камерой по вертикали и горизонтали.

Также можно ввести команду **Ddvpoin**t или воспользоваться меню: View – 3D Views – Viewpoint presets. Открывшееся диалоговое окно (рисунок 6.4) представляет более удобный способ ввода углов, задающих положение камеры. В верхней части окна переключатель позволяет выбрать, относительно какой системы координат указываются углы (мировой или пользовательской, см. разд. 3).

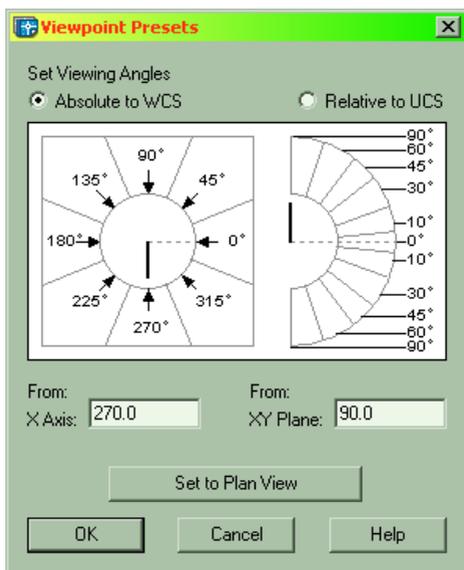


Рисунок 6.4– Диалоговое окно настройки углов виртуальной камеры

Ниже расположены круги с секторами: левый задает угол в горизонтальной плоскости, а правый – в вертикальной. Щелчок мышью по одному из секторов указывает фиксированный угол, который написан в данном секторе. Щелчок во внутреннем круге вводит произвольный угол. Точное значение угла можно ввести в поля ниже кругов. Кнопка «Set to Plan View» позволяет вернуться к виду сверху.

Возврат к виду сверху

Манипуляции с камерой могут быть полезны в случае рисования 3-мерного объекта, однако если ведутся построения в плоскости XY, может возникнуть необходимость быстро вернуть камеру в начальное положение, в котором плоскости XY и экрана совпадают («вид сверху»). Этого можно добиться командами управления камерой, однако существует и более быстрый способ. Команда **Plan** (или меню: View – 3D Views – Plan view – *необходимый пункт*) позволяет быстро вернуться к виду сверху. После ввода команды следует выбрать один из ключей, указывающих, относительно какой системы координат следует отобразить вид сверху: **Current UCS** (соответствует одноименному пункту меню), **World** (пункт меню World UCS) или **UCS** (соответствует пункту Named UCS. Последний предложит ввести в командную строку имя необходимой пользовательской системы координат.

### *Изменение экранной проекции в реальном времени*

При построении трехмерных объектов для осмотра объекта с другой стороны можно задать новое положение системы координат и точки зрения. Но использовать команды, диалоговые окна и компас каждый раз неудобно. Такая возможность реализуется посредством инструмента «3D орбита».

Для вращения объекта в реальном времени используются команды **3Dorbit**, меню: View – 3D Orbit или кнопка  панели инструментов «3D Orbit» (рисунок 6.5). На экране отобразится подсказка в виде окружности с четырьмя узлами.



Рисунок 6.5– Панель инструментов «3D Орбита»

Захватив мышью точку за пределами окружности и перемещая ее, мы поворачиваем объект вокруг оси, перпендикулярной экрану. Захватив точки внутри верхнего и нижнего узлов и перетягивая их, мы поворачиваем объект вокруг горизонтальной оси, внутри левого и правого узлов – вокруг вертикальной оси. Захватив и перемещая точку внутри большого круга, мы можем одновременно поворачивать объект вокруг вертикальных и горизонтальных осей. Для выхода из команды следует нажать Esc.

Команда **3Dcorbit** (или кнопка  панели инструментов «3D орбита») не показывает подсказки-круга, однако если захватить любую из точек и переместить ее, а затем отпустить в момент перемещения мышки, такое перемещение будет воспринято как толчок, и объект останется вращаться в трехмерном пространстве по инерции в заданном направлении. Скорость вращения пропорциональна скорости во время толчка. Это помогает лучше визуализировать трехмерный объект. Для прекращения вращения нужно щелкнуть мышкой в любой точке (нажать и отпустить левую кнопку), не перемещая при этом курсора.

Во время выполнения команды **3Dorbit** щелчок правой кнопкой мыши вызывает контекстное меню, где представлено множество дополнительных опций. Можно переключить проекцию с прямоугольной на перспективную и, наоборот, можно осуществлять масштабирование и панорамирование в пространстве, можно включить и выключить иконку системы координат и вызвать дополнительный трехмерный компас. Там же доступен инструмент создания перемещаемых в пространстве в реальном времени секущих плоскостей (сечение объекта плоскостью также строится в реальном времени). Многие из этих действий доступны через кнопки панели

инструментов «3D орбита» или через ключи команды **DView**. Более подробную информацию следует смотреть в справочной системе AutoCAD.

### ***Построение чертежей в трехмерном пространстве вводом координат***

Самым простым способом построения изображений 3-мерных объектов являются линии в пространстве. Линии строятся так же, как и на плоскости, действуют те же команды преобразований, объектная привязка. Это – так называемое каркасное моделирование.

Простая привязка, сетка и трассировка действуют лишь в плоскости  $XU$ . В связи с этим при построении 3-мерных чертежей имеет смысл периодически изменять расположение и ориентацию системы координат (см. разд. 3).

Ввод координат при трехмерном черчении аналогичен вводу координат при плоском. Координаты вводятся через запятую  $(x,y,z)$ . Возможен ввод относительных координат (через символ @). Координату  $z$  можно не вводить – по умолчанию будет использовано значение координаты  $z$  последней введенной точки.

Эквивалентом полярных координат на плоскости (вида  $r<\phi$ ) могут служить цилиндрические (вида  $r<\phi,z$ ) или сферические (вида  $r<\phi<\theta$ ), где  $r$  – длина радиус-вектора точки,  $\phi$  – угол между радиус-вектором и осью  $x$ ,  $z$  – высота точки,  $\theta$  – угол между радиус-вектором и плоскостью  $xu$ .

Координатные фильтры также действуют при вводе пространственных координат.

### ***Использование высоты и поднятости объектов***

AutoCAD также представляет еще один интересный инструмент для рисования пространственных объектов. Большинство объектов (отрезки, полилинии, многоугольники, прямоугольники, дуги, окружности) имеют характеристики высоты и приподнятости над плоскостью  $xu$ . По умолчанию обе эти характеристики равны 0, в результате чего объекты представляют собой плоские фигуры, лежащие в плоскости  $XU$ . Если указать для объекта характеристику высоты, не равную 0, отрезок трансформируется в плоскость, многоугольник или круг – в боковую поверхность призмы или цилиндра и т.д. Характеристика поднятости определяет высоту расположения нижней грани объекта над плоскостью  $XU$ . Расположение верхней грани, таким образом, определится суммой поднятости и высоты.

Изменение значений высоты и поднятости осуществляется командой **Elev**. После ввода команды предлагается ввести новое значение поднятости, затем новое значение высоты. Все новые элементы (кроме прямоугольника) будут строиться с использованием введенных значений.

Для задания новых значений высоты и поднятости следует снова воспользоваться командой **Elev**.

Прямоугольники не подчиняются команде **Elev**, так как команда **Rectangle** имеет свои ключи **Thickness** (для ввода высоты) и **Elevation** (поднятость).

### *Пространственные полилинии*

Несмотря на возможность расположить систему координат произвольным образом, большинство объектов рисуются в AutoCAD в плоскости XY. Это часто вызывает определенные неудобства.

Одним из способов нарисовать ломаную линию, проходящую по произвольной пространственной траектории, является команда **3dpoly** (или меню: Draw – 3D Polyline). После ввода команды рисуют ломаную, последовательно указывая точки. Ключ **Undo** позволяет стереть последнюю введенную точку, ключ **Close** – замкнуть полилинию, соединив последнюю точку с самой первой.

### *Видовые порты*

В некоторых случаях может возникнуть необходимость построения на одном чертеже нескольких видов одного и того же объекта (к примеру, трех видов детали в проекционной связи). В случае плоского черчения это не вызывает трудностей. Однако если объект 3-мерный, нам необходимо одновременно отобразить его с нескольких сторон. Однако для каждого чертежа мы можем задать лишь одно взаимное положение системы координат и камеры.

Для решения этой проблемы в программе AutoCAD предусмотрено создание нескольких видовых портов. *Видовой порт* – область на экране (или на чертеже), характеризующая фиксированным взаимным положением системы координат и камеры. Если на чертеже расположить несколько видовых портов, в каждом из них можно задать свой ракурс и масштаб, тем самым отобразив на экране столько проекций 3-мерного объекта, сколько нужно.

Для управления видовыми портами служит диалоговое окно «Vports» (рисунок 6.6), для вызова которого используется команда **Vports**, кнопка



панели инструментов «Viewports» или меню: View – Viewports – New Viewports (отображает первую вкладку окна) или View – Viewports – Named Viewports (отображает вторую вкладку окна). Панель инструментов «Viewports» показана на рисунке 6.7.

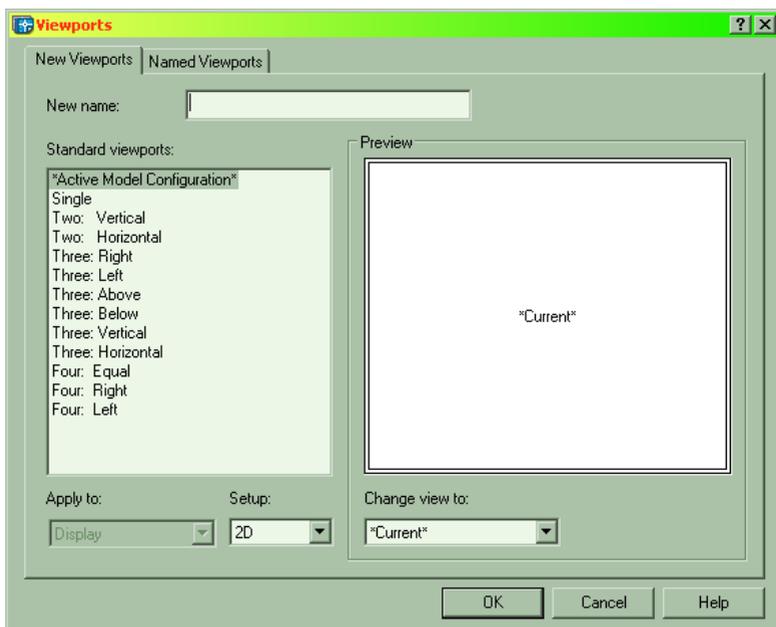


Рисунок 6.6– Диалоговое окно управления видовыми портами



Рисунок 6.7– Панель инструментов управления видовыми портами

На первой вкладке собраны настройки, позволяющие задать расположение видовых окон на экране. Слева представлены варианты стандартного размещения одного, двух, трех и четырех видовых портов. Поле в правой части показывает полученный результат.

Если на экране уже созданы несколько видовых портов (к примеру, 4), а в окне задается другое их число или расположение (к примеру, 2), можно выбрать, к чему применить новое расположение портов: ко всему экрану (в этом случае вместо 4 портов на экране будет отображено 2) или к текущему порту (в этом случае один из четырех портов, текущий, будет разбит на два порта). В соседнем списке можно выбрать первоначальное положение камеры в портах: в режиме 2-мерного чертежа положение камеры в каждом порте не изменится, в режиме 3-мерного чертежа будет предложено создать порты с проекциями и изометрией объекта. Затем можно выделить каждый из портов на поле примера справа и непосредственно из списка снизу

задать положение камеры в нем. Наконец, создав нужный набор видовых портов, можно присвоить ему имя в верхней части диалогового окна, чтобы сохранить его.

На второй вкладке изображаются все поименованные (и, соответственно, сохраненные) наборы видовых портов. Можно выбрать любой из них, автоматически загрузив, а щелкнув правой кнопкой мыши по названию – переименовать или удалить набор.

При черчении экран будет разбит на соответствующее количество видовых портов. Текущий порт выделяется жирной окантовкой. Можно чертить и редактировать изображения в любом из портов (предварительно сделав его текущим), так как все они работают с одним и тем же объектом. Изменения, внесенные в одном видовом порту, немедленно отобразятся во всех остальных.

Такого же эффекта можно добиться, введя команду **-Vports** (через знак тире). Вместо диалогового окна будет предложено воспользоваться клавишами командной строки:

**Save** – сохранить текущий набор видовых портов, присвоив ему имя.

**Restore** – Загрузить ранее сохраненный набор видовых портов. Требуется ввести имя набора (ключ ? отображает текстовое окно командной строки со списком доступных имен наборов).

**Delete** – удалить ранее сохраненный набор видовых портов.

**Join** – объединить два смежных видовых порта. Результирующий порт должен быть прямоугольным. После ввода ключа следует указать первый порт (положение камеры в нем сохранится), затем второй, который будет присоединен к первому.

**Single** – вернуться к отображению на экране лишь одного порта.

**2/3/4** – преобразовать текущий видовой порт в 2/3/4 новых видовых порта. Далее будет предложено ввести ключ, определяющий их дальнейшее расположение.

Вместо ввода команды **-Vports** с клавишами **Join, Single, 2, 3, 4** можно воспользоваться меню: View – Viewports – *соответствующая*

*конфигурация*. Также ключ **Single** дублируется кнопкой  панели инструментов «Порты просмотра».

### ***Пространство модели и пространство листа***

Объект постоянно находится в так называемом *пространстве модели*. В пространстве модели действует лишь одна система координат. Однако в этом пространстве может находиться сразу несколько плоских или 3-мерных объектов. Пространство модели изначально предполагается для проектирования.

Если, находясь в пространстве модели, задать несколько видовых портов, они все отобразятся на экране, что сделает редактирование

объектов более удобным. Однако в случае печати из пространства модели будет распечатано лишь изображение текущего видового порта. Печать одновременно нескольких видовых портов из пространства модели в AutoCAD невозможна.

Чтобы предоставить возможность распечатывать несколько видовых портов одновременно, в программе AutoCAD предусмотрена работа в *пространстве листа*. В отличие от пространства модели, пространство листа может содержать один или несколько видовых портов, каждый из которых по-своему отображает пространство модели. Видовые порты могут располагаться на пространстве листа произвольно. Они не обязательно должны быть прямоугольными и не обязательно граничат друг с другом. Также в пространстве листа могут располагаться различные плоские объекты : отрезки, круги, размеры, текст и т.д. На печать выводится все пространство листа целиком.

Файл в AutoCAD всегда имеет лишь одно пространство модели, однако пространств листа может иметь сколько угодно много. Пространства модели и листов отображаются в виде вкладок в нижней части экрана (поз.9 на рисунке 1.1). Изначально на листе создается один видовой порт, занимающий большую часть его площади.

Для выбора вкладки следует щелкнуть на ней левой кнопкой мыши. При первом вызове вкладки листа автоматически появляется диалоговое окно параметров страницы, позволяющее настроить печать листа на принтере. Если распечатка листа не предполагается, его можно закрыть. Щелчком на вкладке правой кнопкой мыши вызывается контекстное меню, при помощи которого можно переместить, копировать, переименовывать, удалить вкладку или отправить ее на печать.

Находясь в пространстве листа, конструктору приходится решать две задачи: во-первых, редактировать объекты пространства модели, которые отображаются в видовых портах листа (так как постоянно переключаться в пространство модели неудобно), и во-вторых, редактировать положение самих видовых портов на листе. В первом случае работа осуществляется теми же приемами, что и работа в пространстве модели. Во втором случае пользователь имеет возможность лишь перемещать по листу границы видовых портов.

Для переключения между этими режимами следует воспользоваться переключателем «Модель/Бумага», расположенном в строке состояния, либо командами **Mspace** (Модель) и **Pspace** (Бумага).

В пространстве листа каждый видовой порт имеет границу. Эта граница видима и при печати. Чтобы этого избежать, обычно создают специальный непечатаемый слой (по умолчанию *VPORTS*), в котором размещают данную границу. Включение и отключение слоя с границей видового порта никак не влияет на слои, в которых находятся объекты пространства

модели. Когда переключатель включен в режим «Модель», щелчком мыши можно выбрать нужный видовой порт. Выбранный порт обозначается жирной рамкой (либо просто рамкой, если рамки находятся в выключенном слое).

Поведение команд, управляющих видовыми портами, различается для пространств модели и листа. В диалоговом окне «Viewports» (рисунок 6.6) в пространстве листа появляется возможность задать величину промежутка между создаваемыми окнами (выпадающий список в нижней левой части окна меняет назначение).

### *Управление видовыми портами в пространстве листа*

Команда **-Vports** (с тире) приобретает в пространстве листа новые возможности и становится более полезной. Ключи **Off** и **On** позволяют выключать и включать отображение видовым портом объектов для экономии вычислительных ресурсов (аналогично включению и выключению слоя), ключ **Lock** с последующим вводом **On** и **Off** позволяет заблокировать масштабирование и панорамирование изображения в окне (при попытке выполнить соответствующую команду будет осуществлено масштабирование или панорамирование всего листа целиком, как в режиме «Бумага»).

Ключ **Fit** создает видовой порт, по размерам совпадающий с листом (с учетом полей). Если на листе до этого были другие видовые порты, они никуда не исчезают, и один видовой порт окажется наложенным на другой.

Ключ **Object** (либо меню: View – Viewports – Object или кнопка  панели инструментов «Viewports») позволяет превратить замкнутый объект (прямоугольник, многогранник, круг, эллипс и т.д.), нарисованный в пространстве листа, в видовой порт.

Ключ **Polygonal** (меню: View – Viewports – Polygonal viewports, кнопка  панели инструментов «Viewports») позволяет нарисовать в пространстве листа полилинию, которая станет границей нового видового окна.

Ключ **Shadeplot** позволяет указать дополнительные действия, которые будут произведены с изображением в видовом порту перед выводом листа на печать. **As displayed** – печатает видовой порт в том же виде, что и на экране. **Wireframe** – независимо от того, в каком слое находится рамка видового порта, она распечатывается. **Hidden** – перед печатью к изображению объекта в видовом порту применяется команда **Hide** для скрытия невидимых линий. **Rendered** – перед печатью к изображению объекта в видовом порту применяется команда **Render** для визуализации

объекта с учетом света, текстуры поверхностей и пр. Подробно действие команд **Hide** и **Render** будет рассмотрено в разд. 7.

Ключи **Restore**, **2**, **3**, **4** действуют так же, как и в пространстве модели (но у ключей **2/3/4** в пространстве листа представлено меньше опций).

Большинство действий, совершаемых командой **-Vports**, может быть выполнено путем выделения в пространстве листа (переключатель в положении «Бумага») видового порта и щелчком внутри него правой кнопкой мыши.

Помимо создания нового видового порта заданной формы, в пространстве листа можно обрезать существующий порт, придав ему заданную форму. Для этого существует команда **Vpclip** (меню Modify –

Clip – Viewport или кнопка  панели инструментов «Viewports». После ввода команды следует указать видовой порт, который нужно обрезать, затем объект, который станет новым контуром данного видового порта. Вместо указания существующего контура (а им должен быть любой замкнутый объект – полилиния, круг, эллипс, многоугольник, прямоугольник) можно ввести ключ **Polygonal**, после чего построить этот контур (действие ключа аналогично команде построения полилинии). Если видовой порт был обрезан по контуру, можно повторно задать для него команду **Vpclip**, и, выделив порт, указать ключ **Delete**. Криволинейный контур будет удален и заменен прямоугольным с такими же габаритными размерами.

Также на панели инструментов «Viewports» имеется выпадающий список для точного указания отображения масштаба объектов в видовом порту.

## 7 ПОВЕРХНОСТНОЕ И ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

### ЗАДАНИЕ

1 Запустить программу AutoCAD. Создать новый чертеж, используя шаблон с предыдущего занятия.

2 Задать изометрическую экранную проекцию. Задать ограничения чертежа, сетку, объектную привязку и трассировку по собственному усмотрению.

3 Вычертить произвольную геометрическую композицию минимум из 10 пересекающихся трехмерных поверхностей. Скрыть невидимые линии.

4 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p8\_ZZZZZZ.dwg, где XXX – три цифры номера группы, YY – номер варианта задания, ZZZZZZ – фамилия учащегося.

5 Создать новый чертеж, повторив пункт 1.

6 Задать экранную проекцию и прочие настройки, как в пункте 2.

7 Построить в трехмерном пространстве фигуру (Приложение В, задание №1).

8 Задать в пространстве плоскость (при помощи 3 или 4 отрезков), расположенную под произвольным углом (не прямым). Пересечь построенную в пункте 7 деталь данной плоскостью. Получить плоскую фигуру сечения детали плоскостью.

9 Вырезать четверть фигуры, создав двойной разрез. Переместив систему координат последовательно на каждую из плоскостей разреза, заштриховать их.

10 Сохранить чертеж под именем XXX\_YY\_p9\_ZZZZZZ.dwg, где XXX – три цифры номера группы, YY – номер варианта задания, ZZZZZZ – фамилия учащегося.

### *Методические указания к выполнению задания*

1 См. предыдущие разделы.

2 Воспользоваться командой **Snap**, а также навыками с предыдущих разделов. Воспользоваться командой **View** либо меню: View – Named views, View – 3D Views (см. методические указания к прошлому разделу).

3 Воспользоваться командой **3D** со всевозможными ключами. Воспользоваться командой **Hide**.

4,5 См. предыдущие разделы.

6 См. пункт 2.

7 Воспользоваться командами построения и редактирования твердотельных объектов (либо меню и панелями инструментов «Solids», «Solid Editing»).

8 Воспользоваться командами **Section, Rotate 3D, Mirror 3D**.

9 Воспользоваться командами **Slice, Union, Subtract**.  
Воспользоваться командой **UCS** для подготовки к нанесению штриховки.

10 См. предыдущие разделы.

Исторически самым первым способом построения объектов в трехмерном пространстве было каркасное моделирование (рисование линиями путем ввода трехмерных координат, а также 3D-полилиниями). Данный способ был рассмотрен в разд. 6. Этот способ имеет ряд недостатков. Во-первых, каркасная модель как бы прозрачна, а сделать ее непрозрачной, скрыв невидимые в данный момент линии, оказывается очень сложно из-за недостатка данных. Во-вторых, расчет площадей поверхностей и объемов для таких моделей невозможен. К тому же, создание такой модели является весьма трудоемким процессом.

Эволюция программного обеспечения привела к появлению метода моделирования поверхностями, а затем и твердотельного моделирования. В современных версиях программы AutoCAD имеется возможность использовать все три метода.

### *Построение трехмерных поверхностей*

AutoCAD поддерживает моделирование поверхностями. Любую трехмерную поверхность можно представить либо как плоскость, либо как совокупность трех- и четырехугольников (сетка – для пространственных поверхностей). Существует несколько способов построения трехмерных поверхностей.

Построение элементарных поверхностей.

К элементарным поверхностям в AutoCAD относятся: параллелепипед, призма, пирамида, конус, сфера, полусфера выпуклая, полусфера вогнутая, тор. Для построения элементарной поверхности следует воспользоваться командой **3d** с соответствующим ключом, меню: Draw – Surfaces – 3D Surfaces (откроется диалоговое окно, в котором будут изображены элементарные поверхности) либо кнопками панели инструментов «Surfaces» (рисунок 7.1). Выбрав элементарную поверхность, следует ввести ее параметры.



Рисунок 7.1– Панель инструментов построения поверхностей

*Параллелепипед* (команда **3d** с ключом **Box** или кнопка ). Следует указать начальную вершину, затем последовательно ввести длину, ширину

и высоту, после чего указать угол поворота параллелепипеда относительно оси  $Z$  (возможен ввод ключа **Reference**). Ввод ключа **Cube** после ввода длины позволяет принять ширину и высоту равными длине.

*Призма* (команда **3d** с ключом **Wedge** или кнопка ). Треугольное основание призмы находится в плоскости  $xz$ . Следует указать начальную вершину, затем последовательно ввести длину, ширину и высоту, после чего указать угол поворота призмы относительно оси  $z$  (возможен ввод ключа **Reference**).

*Пирамида* (команда **3d** с ключом **Pyramid** или кнопка ). Основание пирамиды может быть треугольным или четырехугольным. Следует последовательно указать четыре точки основания (можно указать три и ввести ключ **Tetrahedron** для построения трехгранной призмы). Затем указывается точка вершины. Ввод ключа **Ridge** позволяет ввести вместо точки вершины 2 точки отрезка (пирамида в этом случае превращается в призму). Ввод ключа **Top** позволяет задать вместо вершины 3 или 4 точки соответственно (для построения усеченной пирамиды).

*Конус* (команда **3d** с ключом **Cone** или кнопка ). Следует указать центр основания, затем ввести радиус основания (или диаметр – с ключом **Diameter**), затем радиус верхнего основания (ненулевое значение для усеченного конуса, вместо радиуса можно ввести диаметр – с ключом **Diameter**), затем ввести высоту конуса и, наконец, указать число сегментов сетки, из которого будет состояться коническая поверхность.

*Шар* (команда **3d** с ключом **Sphere** или кнопка ). Следует указать центр шара, затем ввести радиус (или диаметр – с ключом **Diameter**), затем указать число сегментов по горизонтали и вертикали, из которых будет оставлена сферическая поверхность.

*Верхняя полусфера* или *купол* (команда **3d** с ключом **Dome** или кнопка ). Представляет собой верхнюю половину сферы, рассеченной плоскостью  $xy$ . Следует указать центр полусферы, затем ввести радиус (или диаметр – с ключом **Diameter**), затем указать число сегментов по горизонтали и вертикали, из которых будет составлена сферическая поверхность.

*Нижняя полусфера* или *чаша* (команда **3d** с ключом **Dish** или кнопка ). Представляет собой нижнюю половину сферы, рассеченной плоскостью  $xy$ . Построение аналогично куполу.

*Тор* (команда **3d** с ключом **Torus** или кнопка ). Следует указать центр тора, затем радиус кольца тора, а затем радиус трубки тора, затем

указать число сегментов по горизонтали и вертикали, из которых будет оставлена поверхность. Вместо радиуса можно указать диаметр (с ключом **Diameter**).

**Сеть** (команда **3d** с ключом **Mesh**). Представляет собой сетку, натянутую на пространственный четырехугольный каркас. При построении сначала последовательно (обходом по или против часовой стрелки) указывают вершины каркаса, затем число сегментов по направлениям, из которых будет составлена сеть. Если вершины не лежат в одной плоскости, сеть получится сложной пространственной формы.

Другие варианты поверхностей.

Помимо базовых, в AutoCAD предусмотрен ряд специфических поверхностей.

**Зачерненная фигура** (команда **Solid**, меню: Draw – Surfaces – 2D Solid,

кнопка ). Рисует замкнутую фигуру и зачерняет ее. Для рисования фигуры следует указать точки, ограничивающие ее контур. Точек может быть как четное количество, так и нечетное. Порядок указания точек имеет важное значение, это иллюстрирует рисунок 7.2. Следует отметить, что такая фигура может лежать только в плоскости  $xy$ .

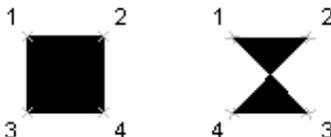


Рисунок 7.2– Порядок указания точек для команды **Solid**

**Произвольная грань** (команда **3dface**, меню: Draw – Surfaces – 3D Face,

кнопка  панели инструментов «Surfaces») позволяет создать одну или несколько плоских граней, занимающих произвольное положение в пространстве. При поверхностном моделировании произвольные грани призваны решить проблему построения граней с отверстиями. Дело в том, что грани любой элементарной поверхности – сплошные, и вырезать в грани отверстие не представляется возможным. Произвольная же грань может иметь абсолютно любую форму и, таким образом, может обрамлять отверстие, образованное другой примитивной поверхностью. К сожалению, грань может иметь лишь прямые стороны. Однако поскольку примитивные поверхности представляют собой совокупность сегментов с прямыми ребрами, произвольную грань тоже можно представить как совокупность сегментов, граничащих с сегментами элементарных поверхностей. Чтобы грань при этом не выглядела составной, предусмотрена возможность сокрытия отдельных ребер грани. Сегменты грани могут не лежать в одной плоскости.

После ввода команды **3dface** следует указывать точки, образующие сегменты грани. Программа попросит последовательно ввести четыре точки. При вводе точек полезно пользоваться средствами объектной привязки. Для создания треугольного сегмента вместо четырехугольного следует указать четвертую точку совпадающую с первой. После ввода третьей и четвертой точек будет предложено снова ввести третью и четвертую точки (предыдущие две будут считаться первой и второй нового сегмента). Также после ввода каждой точки есть возможность ввести ключ **Invisible**, чтобы грань, образованная следующими двумя точками, была невидима и не отображалась на чертеже. Невидимыми гранями следует разделять сегменты плоской грани сложной формы. Каждую последующую невидимую грань следует создавать со своим ключом **Invisible**.

Невидимое ребро не может быть выделено. Это создает определенные трудности при редактировании. Также в ходе создания составной грани с невидимыми ребрами можно случайно пропустить ввод ключей **Invisible**, и в дальнейшем может потребоваться скрыть ребро. Для решения проблемы

существует команда **Edge** (или меню: Draw – Surfaces – Edge, кнопка  панели инструментов «Surfaces»). Команда предлагает указать щелчком мыши точки на ребрах, свойство видимости которых следует изменить (сделать видимое невидимым и наоборот). После щелчка ребро будет выделено пунктиром, после завершения команды видимые ребра отобразятся, а невидимые исчезнут. Если затруднительно определить местонахождение невидимых ребер, можно использовать ключ **Display**, чтобы временно отобразить в пунктире невидимые ребра. Ключ **All** после ключа **Display** отображает все невидимые ребра, а ключ **Select** предлагает выделить сегмент и отобразить невидимые ребра только этого сегмента. Предполагается, что видно хотя бы одно ребро данного сегмента.

*Произвольная сетка* (команда **3dmesh**, меню: Draw – Surfaces – 3D Mesh, кнопка  панели инструментов «Surfaces») отличается от обычной сетки (команда **3d** с ключом **Mesh**) способом построения (в начале указывается размер ячеек по горизонтали и вертикали, а затем трехмерные координаты каждой из точек сетки вместо координат четырех углов сетки), и, как следствие, произвольная сетка может иметь гораздо более сложную форму. Построение сетки – процедура очень трудоемкая. Подобные сетки наилучшим образом подходят для визуализации расчетных данных, и для их построения целесообразно использовать макропрограммы на языке AutoLISP.

Поверхности, получаемые путем преобразования.

Также некоторые особо сложные поверхности можно строить из плоских фигур путем различных преобразований.

*Поверхность, образуемая вращением*, строится при помощи команды **Revsurf**, меню: Draw – Surfaces – Revolved surface или кнопкой  панели инструментов «Surfaces». Перед началом команда отображает текущее значение системных переменных **SURFTAB1** (количество сегментов поверхности в направлении вращения) и **SURFTAB2** (количество сегментов, на которые при вращении будут разбиты дуги и иные не прямые поверхности). Если значения не устраивают, следует отказаться от выполнения команды и изменить эти переменные.

Команда просит сначала указать вращаемый элемент (отрезок, окружность, дугу или полилинию), затем указать объект, который будет осью вращения (если объект – не отрезок, то осью будет считаться прямая, соединяющая его концы). Далее вводится угол начала поверхности (0 соответствует направлению оси  $z$ ) и угол конца поверхности (с учетом знака). 360 соответствует замкнутой круговой поверхности.

*Поверхность, образуемая перемещением вдоль линии*, строится при помощи команды **Tabsurf**, меню: Draw – Surfaces – Tabulated surface или кнопкой  панели инструментов «Surfaces». Перед началом команда также отображает текущее значение системных переменных **SURFTAB1** и **SURFTAB2**. Команда просит сначала указать переносимый элемент (отрезок, окружность, дугу или полилинию), затем указать объект, который будет вектором перемещения (если объект – не отрезок, то вектором будет считаться прямая, соединяющая его концы). Направление переноса определяется тем, ближе к какому концу вектора был произведен щелчок при его выборе.

*Поверхность, задаваемая двумя граничными линиями*, строится при помощи команды **Rulesurf**, меню: Draw – Surface – Ruled surface или кнопкой  панели инструментов «Surfaces». Команда просит указать два объекта. Равноотстоящие точки обоих объектов последовательно соединяются прямыми линиями сетки.

*Поверхность, задаваемая четырьмя краями* (бикубическая поверхность Кунса, она же – краевая поверхность), строится при помощи команды

**Edgesurf**, меню: Draw – Surfaces – Edge surface или кнопкой  панели инструментов «Surfaces». Перед началом команда также отображает текущее значение системных переменных **SURFTAB1** и **SURFTAB2**. После ввода команда просит указать четыре объекта, образующие замкнутую область. Равноотстоящие точки противоположных объектов последовательно соединяются линиями сетки. Форма линий имеет сложный интерполяционный характер.

Как видно, моделирование поверхностями имеет свою специфику. Оно плохо подходит для решения машиностроительных задач, однако позволяет строить самые сложные математические поверхности. Для построения же моделей простых деталей можно использовать либо каркасное моделирование, обтягивая затем каркасы трехмерными гранями, либо воспользоваться более эффективным и менее трудоемким способом – *твердотельным моделированием*.

### *Создание твердотельных моделей*

Основной особенностью твердотельного моделирования является то, что создаваемые объекты представляют собой замкнутые тела, имеющие определенный объем. Такое представление значительно упрощает моделирование, так как у объемного можно однозначно выделить наружную и внутреннюю поверхности, в то время как у поверхностной модели это может быть неочевидным. Важным достоинством твердотельного моделирования является и то, что над объемными телами можно производить логические операции.

Существует несколько способов создания трехмерных объемных моделей.

Построение элементарных твердых тел.

Как и при поверхностном моделировании, AutoCAD представляет возможность начать построение модели детали с некоторых базовых объемных тел. К ним относятся: параллелепипед, шар, цилиндр, конус, призма, тор. Для построения элементарных тел используются соответствующие команды, меню: Draw – Solids или кнопки панели инструментов «Solids» (рисунок 7.3).

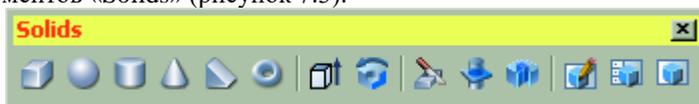


Рисунок 7.3– Панель инструментов для создания твердых тел

*Параллелепипед* (команда **Box**, меню: Draw – Solids – Box или кнопка ). Следует указать две противоположные вершины основания параллелепипеда, затем ввести его высоту. Если вместо ввода первой вершины ввести ключ **CEnter**, можно указать геометрический центр параллелепипеда, затем одну из его вершин и, наконец, высоту. Ввод ключа **Cube** позволяет построить куб (параллелепипед с равными гранями), введя длину его ребра.

*Шар* (команда **Sphere**, меню: Draw – Solids – Sphere или кнопка  панели инструментов «Solids»). Необходимо указать центр шара и ввести

его радиус (или диаметр – с ключом **Diameter**). Перед вводом центра в командную строку выводится текущее значение системной переменной **ISOLINES**, которая задает число линий, отображающих эту поверхность. Если значение системной переменной не устраивает, следует прервать выполнение команды и присвоить ей новое значение.

*Цилиндр* (команда **Cylinder**, меню: Draw – Solids – Cylinder или кнопка ). Необходимо указать центр основания цилиндра, радиус (или диаметр – с ключом **Diameter**), затем высоту. Ввод ключа **Elliptical** позволяет построить цилиндр с эллипсом в основании. Построение эллиптического основания аналогично построению плоского эллипса.

*Конус* (команда **Cone**, меню: Draw – Solids – Cone или кнопка ). Указывается центр основания, его радиус (или диаметр – с ключом **Diameter**), затем высота. Вместо ввода высоты можно ввести ключ **Apex** и указать его вершину. Как и у цилиндра, основание конуса может быть эллипсом (путем ввода ключа **Elliptical**). В отличие от поверхностного моделирования, твердотельный конус не может быть усеченным. Для этого следует воспользоваться операциями преобразования.

*Призма* (команда **Wedge**, меню: Draw – Solids – Wedge или кнопка  ) в построении полностью аналогична прямоугольнику. Так строится лишь призма, основанием которой служит прямоугольный треугольник. Для построения призм с произвольным основанием следует воспользоваться вытягиванием плоских фигур.

*Тор* (команда **Torus**, меню: Draw – Solids – Torus или кнопка ). Следует ввести центр тора, затем радиус оси тора и радиус трубки. Вместо любого из радиусов можно указать диаметр (с ключом **Diameter**).

Построение тел путем преобразований.

Также некоторые сложные тела можно строить из плоских фигур путем различных преобразований.

*Преобразование выдавливания* позволяет переместить в определенном направлении плоскую фигуру, образовав при этом твердое тело. Операция может применяться для построения цилиндрических, конических, призматических, пирамидальных и более сложных фигур.

Выдавливание осуществляется командой **Extrude**, меню: Draw – Solids – Extrude или кнопкой . Для начала следует указать объекты, которые необходимо переместить (это может быть замкнутый объект типа круга или области, лежащий в плоскости XY. полилиния при выдавливании даст поверхность, а не твердое тело). Далее следует ввести высоту получаемого объекта (ввод отрицательного значения выдавит тело в направлении,

противоположном оси Z). Затем вводится угол конусности. Если угол равен нулю, образуется призматическое тело, если угол положительный, перемещаясь в ходе выдавливания, фигура будет сжиматься, а если отрицательный – расширяться. Также вместо высоты можно ввести ключ **Path** и указать на объект (отрезок, дуга, сплайн), который будет служить путем перемещения фигуры в ходе выдавливания. Путь не обязательно должен быть прямолинейным, в этом случае получится фигура сложной формы.

*Преобразование вращения* позволяет получить объемное тело путем вращения плоской фигуры относительно оси. Вращаемая фигура должна быть замкнутой, как и в случае выдавливания. Вращение осуществляется

командой **Revolve**, меню: Draw – Solids – Revolve или кнопкой . Вначале указывают замкнутую фигуру, затем при помощи двух точек задают ось вращения. Положительное направление оси вращения задается от первой точки до второй, оно влияет на то, какое направление вращения будет считаться положительным. Наконец, указывается угол, на который следует повернуть фигуру. Вместо указания оси посредством двух точек можно ввести ключ **Object** и выбрать в качестве оси отрезок любого объекта, уже существующего на чертеже. Точка, в которой был осуществлен щелчок при выборе объекта, определяет направление оси вращения. Ввод ключей **X axis** или **Y axis** позволяет осуществить вращение вокруг осей X и Y соответственно.

Логические операции над телами.

Данные операции позволяют получать из нескольких простых тел более сложные. AutoCAD поддерживает три вида логических операций: сложение, вычитание и умножение (пересечение).

*Сложение* (команда **Union**, меню: Modify – Solid Editing – Union либо кнопка  панели инструментов «Solid Editing») позволяет объединить два или несколько твердых тела в одно. При этом будут построены линии, по которым поверхности твердых тел пересекаются друг с другом, и будут удалены линии, характеризующие поверхность одного твердого тела, находящуюся внутри другого твердого тела. Объединить можно и не пересекающиеся поверхности, хотя чаще всего это не имеет смысла.

*Вычитание* (команда **Subtract**, меню: Modify – Solid Editing – Subtract либо кнопка  панели инструментов «Solid Editing») позволяет удалить из одного твердого тела часть его, которая задана формой другого твердого тела. Так, если из параллелепипеда вычесть цилиндр, образуется параллелепипед с цилиндрическим отверстием. Если же цилиндр пересекает грань параллелепипеда, то образуется параллелепипед с пазом, имеющим цилиндрическую форму. После ввода команды сначала

указывается объект, из которого вычитают, затем объект, который вычитают. Если объекты не пересекаются, преобразование становится бессмысленным.

*Умножение* или *пересечение* (команда **Intersect**, меню: Modify – Solid Editing – Intersect либо кнопка  панели инструментов «Solid Editing») позволяет получить твердое тело, являющееся фигурой пересечения других твердых тел. При этом все части тел, не пересекающие друг друга, удаляются, так как умножение любой величины на ноль дает ноль. Следует быть осторожным, так как при попытке применить команду к непересекающимся телам будет создано нулевое тело (т.е. не создано ничего), а исходные тела будут удалены.

Другие возможности при построении твердых тел.

*Разрезание* позволяет рассечь трехмерный объект плоскостью. Линии сечения в этом случае будут построены автоматически. Срезание выполняется при помощи команды **Slice**, меню: Draw – Solids – Slice или

кнопкой  панели инструментов «Solids». Сначала нужно выделить объект, который будет разрезан, затем при помощи тех или иных ключей задать положение режущей плоскости и, наконец, щелкнуть мышкой на той части объекта, которую необходимо оставить (другая часть будет стерта). Если вместо этого ввести ключ **Keep Both sides**, ничего удаляться не будет, однако объект отныне будет состоять из двух независимых частей, каждую из которых можно двигать, поворачивать и преобразовывать по отдельности.

Существует несколько способов задать секущую плоскость. По умолчанию используется метод задания тремя точками (соответствует ключу **3 points**), когда необходимо указать последовательно три точки, принадлежащие плоскости. Для выбора точек следует указать их координаты либо воспользоваться объектной привязкой. Ключ **Object** позволяет указать плоский объект. Плоскость, в которой лежит данный объект, будет секущей. Ключ **Z axis** задает плоскость двумя точками: точкой на данной плоскости и точкой на перпендикуляре, восстановленном к плоскости из первой точки. Ключ **View** проводит секущую плоскость через одну указываемую точку так, что она будет параллельна текущей плоскости проекции. Ключи **XY**, **XZ**, **YZ** проводят секущие плоскости через указанную точку параллельно одноименным координатным плоскостям.

*Плоское сечение* в отличие от среза не изменяет исходный объект, но генерирует плоскую замкнутую фигуру (регион), образованную линией пересечения исходного объекта и секущей плоскости. Фигуру впоследствии можно перенести в необходимое место, развернуть, заштриховать, вычислить ее площадь и т.д. Сечение осуществляется

командой **Section**, меню: Draw – Solids – Section или кнопкой  панели инструментов «Solids». Далее следует выделить рассекаемый объект, затем задать секущую плоскость. Способы задания плоскости у команды **Section** такие же, как и у команды **Slice**.

*Проверка на пересечение тел* позволяет определить, пересекаются ли выделенные тела, и если да – то построить новое твердое тело, которое будет общей частью пересекающихся тел. Осуществляется командой

**Interfere**, меню: Draw – Solids – Interference или кнопкой  панели инструментов «Solids». После ввода команды следует последовательно (разделяя щелчком правой кнопки мыши) указать два набора тел. Будут найдены все пересечения тел первого набора с телами второго. Все пересечения тел в пределах набора будут проигнорированы. Если второй набор пустой, будут найдены пересечения всех тел в пределах первого набора. Далее программа спросит, нужно ли создавать из областей пересечения отдельные тела (чтобы их можно было перенести и проанализировать). Если было обнаружено несколько пересечений, будет предложено отобразить каждую пару пересекающихся тел по отдельности. В этом режиме ключ **Next** переходит к отображению следующей пары, а ключ **Exit** завершает команду.

Трехмерные геометрические преобразования.

При проектировании моделей в трехмерном пространстве легко обнаружить, что команды зеркального отражения, поворота и размножения (массива) работают не так, как на плоскости. В трехмерном пространстве, например, недостаточно указать линию для зеркального отражения объекта.

Чтобы дать возможность использовать эти приемы при трехмерном проектировании, в AutoCAD предусмотрены три дополнительные команды: **3darray** (меню: Modify – 3D Operation – 3D Array), **Mirror3d** (меню: Modify – 3D Operation – Mirror 3D) и **Rotate3d** (меню: Modify – 3D Operation – Rotate 3D).

Команда **3Darray** не имеет интерфейса диалогового окна. По структуре работы она мало отличается от команды **-Array** (с тире). При выборе прямоугольного массива предлагается помимо количества строк и столбцов ввести количества этажей, а также дополнительно указать расстояние между этажами. Для полярного массива нужно в дополнение к центру массива указать вторую точку на оси массива.

Команда **Mirror 3D** работает так же, как и команда **Mirror**, но вместо зеркальной прямой следует указать зеркальную плоскость. При выборе плоскости действуют те же методы и ключи, как у команд **Slice** и **Section**. В дополнение к этому появляется ключ **Last**, предлагающий использовать в

качестве зеркальной плоскости ту же, что и при предыдущем выполнении команды **Mirror 3D**.

Команда **Rotate 3D** работает так же, как и команда **Rotate**, только вместо точки необходимо указание оси. Ось можно задать двумя точками (ключ **2 points**), указанием отрезка на уже построенном объекте (ключ **Object**). Также ось может быть проходящей через одну указанную точку перпендикулярно плоскости экрана в данный момент (ключ **View**) или параллельно одной из координатных осей (ключи **Xaxis**, **Yaxis**, **Zaxis**). В конце концов, можно воспользоваться осью, заданной при предыдущем выполнении команды (ключ **Last**).

Полезной может оказаться и команда **Align** (меню: Modify – 3D Operation – Align), позволяющая автоматически перенести, повернуть и масштабировать трехмерный объект так, чтобы состыковать его с другим объектом. Сначала следует выделить переносимый объект, затем указать точку на объекте и место (обычно на втором объекте), куда эту точку следует перенести. Далее можно указать вторую и третью пары точек или нажать Enter. Одна пара точек задаст параллельный перенос, две пары – перенос с поворотом и, при необходимости (если будет дан ответ **Yes**), масштабированием, три пары – поворот вокруг произвольной оси.

#### *Дополнительные функции редактирования твердотельных объектов*

Помимо рассмотренных, в AutoCAD предусмотрен еще ряд дополнительных функций редактирования твердотельных объектов. Для этого предназначена команда **Solidedit** с различными ключами, меню: Modify – Solid Editing с соответствующими подпунктами или кнопки панели инструментов «Solid Editing» (рисунок 7.4). После ввода команды **Solidedit** предлагается выбрать, что именно у твердотельного объекта будет редактироваться: грань (ключ **Face**), ребро (ключ **Edge**) или весь объект целиком (ключ **Body**). Также доступны ключи **Undo** (отменить последнее действие) и **EXit** (прервать команду и закончить редактирование). Подпункты меню и кнопки панели инструментов также разделены в соответствии с данными ключами.



Рисунок 7.4– Панель инструментов для редактирования твердотельных объектов

Следует быть внимательным, задавая команды, грани и ребра так, чтобы после каждого из преобразований объект оставался целым, а поверхность его – неразрывной. В противном случае команда не будет выполнена или будет выполнена некорректно и непредсказуемо.

Если выбран ключ **Face**, становятся доступны следующие действия:

*Вытянуть грани* (ключ **Extrude**, меню: Modify – Solid Editing – Extrude Faces, кнопка ). После ввода ключа предлагается выбрать грани, подлежащие вытягиванию, щелчком мыши по ним. По умолчанию каждая новая грань добавляется к набору. После выбора хотя бы одной грани появляются дополнительные ключи: **ALL** – выделить все остальные грани с данного объекта, **Remove** – перейти в режим, когда щелчок по грани снимает с нее выделение, ключ **ALL** в этом режиме снимает выделение со всех граней, ключ **Add** возвращает в режим добавления граней в набор. После формирования набора следует нажать Enter. Далее вводится высота вытяжки (положительная увеличивает объем тела, отрицательная – уменьшает). Перемещение каждой выделенной грани в этом случае происходит по нормали к ней. Далее вводится угол конусности. Вместо высоты можно ввести ключ **Path** и указать объект, который будет считаться вектором для вытягивания. В этом случае все грани вытянутся вдоль одного вектора. Вытягивать можно только плоские грани.

*Переместить грани* (ключ **Move**, меню: Modify – Solid Editing – Move Faces, кнопка ). Позволяет перемещать одну или несколько граней (например, выступ, впадину или отверстие в детали по плоской поверхности этой детали). Размер и объем детали в целом при этом, как правило, не изменяется. После выделения граней (аналогично ключу **Extrude**) следует указать базовую точку и ее новое положение (как и для команды **Move**).

*Повернуть грани* (ключ **Rotate**, меню: Modify – Solid Editing – Rotate Faces, кнопка ). После выбора граней следует указать ось поворота при помощи двух точек. Также при указании оси возможен ввод ключей **Align by object** (аналогично ключу **Object** команды **Rotate3D**), **View**, **Xaxis**, **Yaxis**, **Zaxis** (аналогично одноименным ключам команды **Rotate3D**). После выбора оси следует указать угол поворота (или ключ **Reference**).

*Сдвиг грани* (ключ **Offset**, меню: Modify – Solid Editing – Offset Faces, кнопка ). После выбора граней следует указать расстояние сдвига. Положительное расстояние приведет к увеличению объема тела, отрицательное – к уменьшению.

*Создание на грани уклона* (ключ **Taper**, меню: Modify – Solid Editing – Taper Faces, кнопка ). Позволяет задать для грани угол конусности (или уклона – для плоских граней) так же, как это делалось командой **Extrude**, однако без вытягивания. После выделения граней следует при помощи двух точек указать ось конуса и ввести угол уклона. Кромка поверхности,

соответствующая первой точке, останется неизменной, а соответствующая второй – сместится.

*Копирование грани* (ключ **Copy**, меню: Modify – Solid Editing – Copy Faces, кнопка ) позволяет скопировать грани, образовав твердое тело, поверхность (копирование нескольких граней) или плоский регион (копирование одной грани). После выбора граней следует указать базовую точку копирования и точку, куда следует перенести базовую.

*Удаление грани* (ключ **Delete**, меню: Modify – Solid Editing – Delete Faces, кнопка ) позволяет удалить выступ, впадину, снятую фаску или скругление и т.д. После выбора поверхности она будет удалена. Если удалить грани невозможно, не нарушив целостность объекта, AutoCAD откажется выполнить операцию.

*Раскраска грани* (ключ **Color**, меню: Modify – Solid Editing – Color Faces, кнопка ) После выделения граней появится диалоговое окно выбора цвета (рисунок 1.9). Цвет грани будет влиять на ее отображение в зависимости от режимов затенения (см. ниже).

Если после ввода команды **Solidedit** ввести ключ **Edge**, будут доступны следующие действия над ребрами.

*Копирование ребра* (ключ **Copy**, меню: Modify – Solid Editing – Copy Edges, кнопка ) позволяет скопировать ребра, образовав плоскую фигуру. После выбора ребер следует указать базовую точку копирования и точку, куда следует перенести базовую.

*Раскраска ребра* (ключ **Color**, меню: Modify – Solid Editing – Color Edges, кнопка ) После выделения ребер появится диалоговое окно выбора цвета для выбранных ребер.

*Скругление ребра и снятие фаски* у трехмерных объектов осуществляется так же, как и у плоских, командами **Chamfer** и **Fillet**. Если в качестве первого отрезка выделить ребро 3-мерного твердотельного объекта, команда перейдет в трехмерный режим. Для команды **Fillet** будет предложено ввести радиус, затем выделить скругляемые ребра. Ключом **Chain** можно перейти в режим, когда будут выделяться все ребра грани одним щелчком (возврат ключом **Edge**), ключ **Radius** позволяет задать новый радиус. После выделения всех ребер и нажатия Enter ребра будут скруглены. Команда **Chamfer** также перейдет в трехмерный режим, выделит одну из граней, пересекающихся по этому ребру и предложит либо выделить другую грань (ключ **Next**), либо согласиться. Далее будет предложено ввести длину фаски сначала на данной грани, затем на второй (величины будут равными для фаски под 45°), и наконец, нужно будет

выделить ребра (ключ **Loop** аналогичен ключу **Chain** команды **Fillet**). После нажатия Enter со всех выделенных ребер будут сняты фаски.

Если после ввода команды **Solidedit** ввести ключ **Body**, можно будет выполнить следующие преобразования.

*Впечатать в грань трехмерного тела плоскую фигуру* (ключ **Imprint**, меню: Modify – Solid Editing – Imprint, кнопка ). Следует указать сначала трехмерный объект, а затем плоский, который нужно впечатать. Далее будет задан вопрос, удалять ли исходный плоский объект. Трехмерное тело и те части объекта, которые лежат в пределах плоских граней, будут объединены и будут вести себя как единое целое.

*Разделить ранее объединенные непересекающиеся тела* (ключ **Separate**, меню: Modify – Solid Editing – Separate, кнопка ). Следует выделить объект, и если он представляет собой объединенные командой **Union** непересекающиеся объекты, они будут разделены и будут представлять собой два независимых твердых тела.

*Очистить поверхность твердого тела* (ключ **Clean**, меню: Modify – Solid Editing – Clean, кнопка ). После выделения твердого тела с его поверхности удаляются все впечатанные объекты, а также избыточная геометрия и т.д.

*Создать оболочку* (ключ **Shell**, меню: Modify – Solid Editing – Shell, кнопка ). Позволяет превратить замкнутое твердое тело в пустотелую оболочку ненулевой толщины. После ввода команды следует выбрать тело (автоматически выделяется все его грани), затем, щелкая на гранях (будет автоматически установлен режим выбора граней **Remove**), снять выделение с граней, где создание стенки не нужно, нажать Enter, после чего ввести расстояние смещения, т.е. толщину стенки (+ внутрь, – наружу). Твердое тело будет преобразовано в твердотельную оболочку, пустотелую внутри.

*Проверить созданный твердотельный объект* (ключ **Check**, меню: Modify – Solid Editing – Check, кнопка ). Если объект является правильным твердотельным объектом (и может быть без ошибок экспортирован в другие **CAD** приложения), в командной строке будет выведено соответствующее сообщение.

### **Визуализация трехмерных моделей**

Построенная трехмерная модель включает в себя множество линий. Поскольку в этом режиме нет различия между линиями переднего и заднего планов нагромождение их серьезно затрудняет восприятие модели и работу с ней. В отличие от двухмерного аксонометрического вида

удалить невидимые линии посредством обрезки не представляется возможным: результат будет справедлив лишь для данного положения детали и камеры друг относительно друга.

AutoCAD имеет автоматизированное средство удаления невидимых линий на изображении трехмерного объекта. Скрытие невидимых линий действует для поверхностных и твердотельных моделей. Для выполнения

данной функции достаточно указать команду **Hide**, нажать кнопку  панели инструментов «Render» ( рисунок 7.7) или воспользоваться меню: View – Hide. Невидимые линии будут убраны с изображения. Однако эффект будет продлен лишь до регенерации изображения (см. разд. 3). К тому же функции масштабирования и панорамирования окажутся заблокированными – также до регенерации.

В программе AutoCAD предусмотрен также более мощный инструмент для визуализации – *затенение (шейдинг)* изображений. Для управления затенением применяется команда **Shademode**, меню: View – Shade – *нужный метод* либо кнопки панели инструментов «Shade» (рисунок 7.5).



Рисунок 7.5– Панель управления затенением трехмерных объектов

После ввода команда предлагает ввести ключ, выбрав один из вариантов затенения.

**2D wireframe** (меню: View – Shade – 2D Wireframe либо кнопка ) – первоначальный вариант без затенения. Отображаются линии – как видимые, так и невидимые.

**3D wireframe** (меню: View – Shade – 3D Wireframe либо кнопка ) – отличается от предыдущего режима лишь тем, что значок ПСК становится трехмерным, все линии – сплошными одинаковой толщины, и отрисовка растровых изображений и импортированных объектов (например, таблиц Excel, вставленных в чертеж) блокируется.

**Hidden** (меню: View – Shade – Hidden либо кнопка ) отличается от первого режима постоянным (не сбрасываемым регенерацией) скрытием невидимых линий.

**Flat** (меню: View – Shade – Flat Shaded либо кнопка ) заливает поверхности объекта рабочим цветом различной интенсивности. Блики и тени на сложных поверхностях рассчитываются по упрощенному алгоритму, что позволяет повысить скорость отображения, однако снижает

визуальное качество картинки. Следует помнить, что при затенении по умолчанию деталь характеризуется зеркальным отражением света, а источник его при вычислениях принимается перпендикулярным экрану. В некоторых ракурсах это способствует созданию глубоких теней и плохой проработке деталей.

**Gouraud** (меню: View – Shade – Gouraud Shaded или кнопка ) отличается от предыдущего применением более сложного и ресурсоемкого метода расчета бликов и теней (метод Гуро). Сегментированные поверхности при этом заменяются плавными. Метод дает более качественное изображение, но и работает медленнее.

**Flat+edges** (меню: View – Shade – Flat Shaded, Edges On или кнопка ) отличается от заливки тем, что в добавление к теням и бликам отображаются видимые ребра. Это повышает эффективность редактирования, незначительно снижая качество изображения. Кстати, такого же результата можно добиться, введя команду **Shade**.

**Gouraud+edges** (меню: View – Shade – Gouraud Shaded, Edges On или кнопка ) отличается от затенения Гуро тем, что в добавление к теням и бликам также отображаются видимые ребра.

Результат визуализации с применением различных ключей команды **Shademode** показан на рисунке 7.6. Для большей наглядности ребра объекта были выполнены черной пунктирной линией, а грани залиты синим цветом.

Визуализация затенением не позволяет в некоторых случаях добиться нужного результата. Зеркальный блеск детали не всегда уместен, расположение источника света перпендикулярно экрану часто неудачно, невозможность работы с несколькими источниками света (одного или нескольких цветов), отсутствие отбрасываемых теней... В программе AutoCAD предусмотрен еще более мощный инструмент визуализации трехмерных объектов, называемый *рендерингом*.

### ***Рендеринг***

Рендеринг представляет собой мощнейший инструмент для создания фотореалистичных изображений трехмерных объектов в пространстве. Существуют специальные программы, целью которых является создание трехмерных объектов и построение их плоских изображений с учетом множества факторов. Примером может служить программа 3D Studio MAX от того же производителя, что и AutoCAD. Поэтому в AutoCAD включен упрощенный модуль рендеринга.

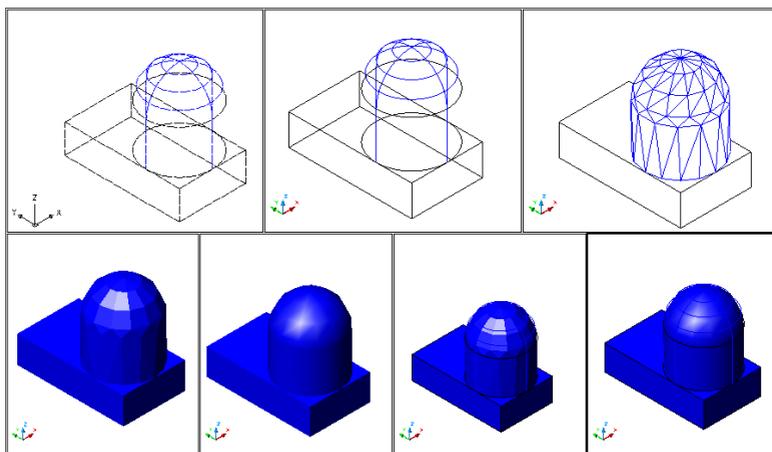


Рисунок 7.6– Результат применения различных методов затенения

При построении изображений трехмерных объектов (рендеринге) учитываются такие параметры, как цвет объекта, наличие в трехмерном пространстве источников света, их количество, тип (направленный или распределенный), расположение, цвет и интенсивность, тип проекции (параллельная или перспективная), характеристика свойств материала трехмерного объекта (зеркальный или матовый, светоотражающий или поглощающий). Объект может быть подвешен в пустоте либо лежать на плоскости-основании. На грани объекта можно наложить текстуры (дерева, например), добавить картинку заднего фона или эффект тумана.



Рисунок 7.7– Панель инструментов рендеринга

Рендеринг в AutoCAD осуществляется командой **Render**, через меню:

View – Render – Render или кнопкой  панели инструментов «Render» (Рисунок 7.7). Команда строит изображение трехмерного объекта на основании указанных до этого свойств объекта, источников света и т.д. Чтобы задать эти параметры, следует воспользоваться специальными командами, пунктами меню: View – Render или кнопками панели инструментов «Render». При создании сцены можно пользоваться уже готовыми библиотеками, а также сохранять промежуточные результаты.

Тонкости рендеринга не рассматриваются в данном методическом пособии, дополнительные сведения можно получить в справочной системе AutoCAD.

### Список использованной литературы

- 1 Кирпатрик Джеймс М. AutoCAD. Фундаментальный курс. Черчение, моделирование и прикладное проектирование. Пер. с англ. – М.:КУДИЦ\_ОБРАЗ, 2006. – 744 с.
- 2 Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE)/К.Ли – СПб.: ПИТЕР, 2004. – 560 с.
- 3 Справочная система AutoCAD 2004, 2005.
- 4 Практикум по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике: учеб. пособие. Ю.А.Тепляков, И.А.Зауголков, В.Н.Шамкин, Г.М.Михайлов. – Издательство ТГТУ, электронная версия
- 5 Мамонтов, Д.В. Сборник лабораторных работ по программе AutoCAD 2000. – Владикавказ 2005., электронная версия
- 6 К.А.Вольхин. Инженерная и прикладная компьютерная графика. Индивидуальные графические задания. Новосибирск, 2008., электронная версия
- 7 К.А.Вольхин, Т.А.Астахова. Геометрические основы построения чертежа (геометрическое черчение). Новосибирск, 2004., электронная версия
- 8 Материалы с интернет-сайта [www.cad.ru](http://www.cad.ru) Русской промышленной компании

Приложение А  
**СООТВЕТСТВИЕ АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРФЕЙСА  
AUTOCAD РУССКИМ АНАЛОГАМ**

***Команды и их ключи***

Команды приведены в порядке их описания в тексте методического пособия и для простоты разделены по разделам, в которых они описаны. В скобках указывается краткое пояснение действия команды или ее ключа.

Перевод команд на русский язык взят из официальной русской версии программы AutoCAD - 2005. В настоящее время найти AutoCAD 2004 с переведенной на русский язык командной строкой достаточно сложно.

В случае, если ввод русских команд в AutoCAD сложен (для студентов, владеющих английским языком), имеется возможность вводить оригинальные английские команды. Это не касается ключей команд. Ввод английской команды начинается символом \_ (*подчеркивание*).

Раздел 1.

New – новый (*создание нового чертежа*)

Save – сохранить (*сохранение чертежа*)

Saveas – охранить как (*сохранение чертежа под новым именем*)

Qsave – сохранить (*сохранение чертежа*)

Open – открыть (*открытие чертежа*)

Help – справка (*вызов справочной системы*)

Pan – пан (*панорамирование изображения*)

Zoom – показать (*масштабирование изображения*)

    Previous – предыдущий (*предыдущий параметр*)

    Window – рамка (*при помощи окна*)

    Dynamic – динамика (*динамический*)

    Scale – масштаб (*коэффициент масштабирования*)

    Center – центр

    All – все (*показать все*)

    Extends – границы (*показать все, даже выходящее за границы*)

Limits – лимиты (*границы чертежа*)

Snap – шаг (*привязка*)

Grid – Сетка

    ON – вкл (*включить*)

    OFF – откл (*выключить*)

    Aspect – аспект (*неравные величины по вертикали и горизонтали*)

    Rotate – поворот (*поворот на угол*)

    Style – стиль (*стиль привязки*)

    Standard – стандартный (*стандартный стиль привязки*)

Isometric – изометрический (*изометрический стиль привязки*)  
Type – тип (*тип привязки*)  
Grid – сетка (*прямоугольная привязка*)  
Polar – полярная (*полярная привязка*)  
Layer – слой (*настройка слоев*)  
Linetype – типлиня (*настройка типов линий*)  
Lweight – веслиня (*настройка отображения толщины линий*)  
Color – цвет (*настройка цвета*)

## Раздел 2.

Ortho – орто (*режим ортогонального черчения*)  
Xline – рямая (*бесконечная в обе стороны линия*)  
Hor – гор (*горизонталь*)  
Ver – вер (*вертикаль*)  
Ang – угол (*ввести угол*)  
Reference – Базовая линия (*указать величину на чертеже вместо ее ввода*)  
Bisect – биссект (*биссектриса*)  
Offset – отступ (*указать смещение относительно предыдущей*)  
Ray – луч (*бесконечный в одну сторону луч*)  
Point – точка (*точка*)  
Ddptype – диалтточ (*настройка стиля точки*)  
Erase – стереть (*удлить*)  
Line – отрезок (*отрезок линии*)  
Close – замкнуть (*замкнуть линию, соединив последнюю точку с первой*)  
Rectangle – прямоуго (*прямоугольник*)  
Width – ширина (*толщина линии прямоугольника*)  
Thickness – высота (*высота прямоугольной стенки*)  
Elevation – уровень (*поднятость прямоугольной сетки над плоскостью*)  
Chamfer – фаска (*снять фаски*)  
Fillet – сопряжение (*скруглить углы*)  
Dimensions – размеры (*ввод размеров вместо координат*)  
Polygon – мн-угол (*правильный многоугольник*)  
Inscribed – описанный вокруг окружности  
Circumscribed – вписанный в окружность  
Edge – сторона (*ребро*)  
Circle – круг (*окружность*)  
Diameter – диаметр (*диаметр*)  
2P – 2T (*построение по двум точкам*)  
3P – 3T (*построение по трем точкам*)  
Ttr – кас кас радиус (*построение по двум касательным и радиусу*)  
Ellipse – эллипс (*эллипс*)

Arc – дуга (*режим дуги*)  
 Center – центр (*центр*)  
 Rotation – поворот (*повернутый круг*)  
 Isocircle – изокруг (*изометрическая проекция круга*)  
 Arc – дуга (*дуга*)  
 End – конец (*конец дуги*)  
 Angle – угол  
 Chord Length – длина хорды  
 Direction – направление (*направление в точке касания*)  
 Radius – радиус  
 Text – текст (*однострочковый текст*)  
 Justify – выравнивание (*выравнивание текста*)  
     Align – вписанный (*выравнивание вдоль линии с подгонкой высоты букв*)  
     Fit – по ширине (*выравнивание вдоль линии с подгонкой ширины букв*)  
     Center/Left/Right – центр/лево/вправо (*выравнивание по центру/слева/справа*)  
     Top/Middle/Bottom – верх/середина /низ (*выравнивание по верхнему краю /по середине/по нижнему краю*)  
 Style – стиль (*стиль текста*)  
 Cutclip – вбуфер (*вырезать в буфер*)  
 Copyclip – кбуфер (*копировать в буфер*)  
 Copybase – бткопировать (*копировать в буфер с базовой точкой*)  
 Pasteclip – встбуфер (*вставить из буфера*)  
 Pasteblock – встблок (*вставить из буфера в виде блока*)  
  
 Move – перенести (*переместить*)  
 Copy – копировать (*скопировать*)  
     Multiple – многораз (*многократное копирование*)  
 Mirror – зеркало (*зеркальное отражение*)  
     Yes/No – да/нет  
 Rotate – повернуть (*Поворот*)  
     Reference – опорный угол (*указать величину на чертеже вместо ее ввода*)  
 Offset – подобие (*Смещение*)  
     Through – точка (*при смещении проводить через точку*)  
 Scale – масштаб (*изменить масштаб объектов*)  
     Reference – опорный отрезок (*указать величину на чертеже вместо ее ввода*)  
 Stretch – растянуть (*деформация*)  
 Array – массив (*размножение массивом*)

Extend – удлинить  
 Trim – обрезать  
     Edge – кромка (*режим продолжения ребер*)  
         Extend – с продолжением (*продолжать ребра*)  
         No extend – без продолжения (*не продолжать ребра*)  
 Project – проекция (*режим проекции*)  
     None – нет (*отключить режим проекции*)  
     UCS – ПСК (*проекция относительно текущей ПСК*)  
     View – вид (*проекция относительно текущего отображения*)  
 Break – разорвать (*разорвать*)  
     First point – первая точка (*указание первой точки*)  
 Chamfer – фаска (*снять фаску*)  
     Distance – длина (*длина фаски*)  
     Angle – угол (*угол фаски*)  
     Method – метод (*метод указания размера фаски*)  
     Polyline – полилиния (*все углы полилинии*)  
     Trim – обрезка (*обрезать концы при снятии фаски*)  
     No trim – без обрезки (*не обрезать концы при снятии фаски*)  
     Multiple – несколько  
     Chain – контур (*снять все фаски с грани 3-мерной фигуры*)  
 Fillet – сопряжение (*скруглить углы*)  
     Loop – цепь (*скруглить все грани трехмерной фигуры*)  
 Undo – отменить (*отменить ошибочное действие*)  
 Redo – повторить (*вернуть ошибочную отмену*)

### Раздел 3.

Cal – кальк (*координатный калькулятор*)  
 Ucsman – диспк (*менеджер систем координат*)  
 Ucs – пск (*настройка систем координат*)  
     New – новая (*создать*)  
         ZAxis – Zось (*по оси Z*)  
             3Points – 3 точки (*по трем точкам*)  
             Object – объект (*по объекту*)  
             Face – грань (*по плоской грани*)  
             View – вид (*в соответствии с текущей проекцией*)  
     Move – перенести (*переместить*)  
     OrthoGraphic – ортогональная (*ортографическая ПСК*)  
     Prev – предыдущая (*предыдущая*)  
     Save – сохранить (*сохранить*)  
     Restore – восстановить (*загрузить*)  
     Del – удалить (*удалить*)

Apply – применить (*применить*)  
World – мир (*мировая СК*)  
Ucsicon – значок (*настройка иконки системы координат*)  
ORigin – начало (*обязательно в начале СК*)  
Noorigin – без начала (*необязательно в начале СК*)  
All – все (*для всех портов*)  
Properties – свойства (*отобразить окно свойств*)  
Osnap – привязка (*объектная привязка*)  
Regen – реген (*обновить*)  
Regenall – всереген (*обновить все*)  
Redraw – освежить (*перерисовать*)

#### Раздел 4.

Hatch – штрих (*штриховать*)  
Solid – заливка (*сплошной*)  
User defined – пользовательская  
Bhatch – кштрих (*штриховать через диалоговое окно*)  
Pline – полиния (*полилиния*)  
Width – ширина (*толщина линии*)  
Halfwidth – полуширина (*толщина линии от оси*)  
Length – длина (*длина сегмента*)  
Undo – отменить (*отменить последний*)  
Arc – дуга (*режим дуги*)  
Length – линейный (*длина сегмента*)  
Second pt – вторая (*вторая точка*)  
Pedit – полред (*редактировать полилинию*)  
Multiple – несколько (*несколько полилиний*)  
Open – разомкнуть (*удалив последний сегмент*)  
Join – добавить (*соединить две полилинии*)  
Jointype – способ (*тип соединения*)  
Extend – удлинить (*продлить до пересечения*)  
Add – добавить (*добавить сегмент*)  
Both – оба (*можно применять оба метода*)  
Spline – сплайн (*преобразовать в сплайн*)  
Fit – сгладить (*заменить отрезки дугами*)  
Decurve – убрать сглаживание (*заменить дуги отрезками*)  
Ltypegen – типлин (*применить одну толщину линии*)  
Edit vertex – вершина (*редактировать вершину*)  
Next – след (*следующая*)  
Prev – пред (*предыдущая*)  
Break – разорвать (*разорвать полилинию в выбранной вершине*)  
Go – выполнить

EXit – выход (*отказаться от редактирования вершины*)  
Insert – вставить (*вставить вершину*)  
Straighten – выпрямить (*спрямить, удалив вершину*)  
Tangent – касательная (*указать направление касательной в вершине*)  
Mline – млиния (*мультилиния*)  
Justification – расположение (*способ выравнивания*)  
Top/Zero/Bottom – верх/центр/низ  
Scale – масштаб (*масштаб мультилинии*)  
STyle – стиль  
Mlstyle – млстиль (*редактировать стиль мультилинии*)  
Mledit – млред (*редактировать мультилинию*)  
Donut – кольцо  
Region – область  
Boundary – контур (*вычислить контур, создав из него полилинию или область*)  
Wipeout – маскировка (*скрыть заплаткой*)  
Polyline – полилиния (*создать из полилинии*)  
Frame – контуры (*отображение рамки*)  
Revcloud – облако (*облако ревизий*)  
Object – объект (*создать из объекта*)  
Sketch – эскиз (*рисовать от руки*)  
Pen – перо (*поднять/опустить перо*)  
Erase – стереть (*стереть последнее*)  
Connect – продолжить (*рисовать из конца последнего*)  
Record – записать (*сохранить*)  
Exit – выход (*сохранить и выйти из команды*)  
Quit – покинуть (*выйти не сохраняя*)  
Measure – разметить (*разделить объект частями определенной длины*)  
Divide – поделить (*разделить объект на равные части*)  
Block – блок (*создать блок*)  
Insert – вставить (*вставить блок*)  
Explode – расчленить (*разбить объект на составляющие*)  
Base – база (*задать базовую точку для чертежа*)  
Attdef – атопр (*определить атрибуты*)  
Eatttext – атризвлечь (*мастер экспорта атрибутов*)

#### Раздел 5.

Mtext – мтекст (*многостроковый текст*)  
Height – высота  
Justify – выравнивание  
Rotation – поворот  
Width – ширина

Line spacing – межстрочный интервал  
 At least – минимум  
 Exact – точно  
 Ddedit – диалред (*диалоговое окно редактирования текста*)  
 Justifytext – выртекст (*изменить выравнивание текста*)  
 Scaletext – масштекст (*изменить масштаб текста*)  
 Existing – по объекту (*по существующему*)  
 Match object – по объекту (*такой, как у объекта*)  
 Scale factor – масштаб (*коэффициент масштаба*)  
 Spell – орфо (*проверка орфографии*)  
 Style – стиль (*настройка стиля текста*)  
 Properties – окновсв (*открыть окно свойств*)  
 Propertiesclose – окновсвзакр (*закрыть окно свойств*)  
 Matchprop – копироватьсв (*копировать свойства объекта*)  
 Qselect – бвыбор (*быстрый выбор объектов*)  
 Dimlinear – рзмлинейный (*линейный размер*)  
 Dimaligned – рзмпарал (*параллельный размер*)  
 Dimordinate – рзмордината (*высотная отметка*)  
 X/Ydatum – X/Yзначение (*отметка по X*)  
 Dimradius – рзмрадиус  
 Dimdiameter – рзмдиаметр  
 Dimangular – рзмугловой (*угол*)  
 Dimbaseline – рзмбазовый (*размеры от базовой линии*)  
 Dimcontinue – рзмцепь (*размерная цепь*)  
 Select – выбрать (*выбрать новую базовую линию*)  
 Dimcenter – рзмцентр (*маркер центра*)  
 Tolerance – допуск (*отклонение формы или расположения*)  
 Leader – выноска (*выноска*)  
 Annotation – надпись (*вести одностроковый текст*)  
 Tolerance – допуск (*присоединить отклонение формы или расположения*)  
 Copy – копировать (*копировать*)  
 Block – блок (*Вставить в качестве выноски блок*)  
 Mtext – мтекст (*вести многостроковый текст*)  
 None – ничего (*без ничего*)  
 Format – формат (*формат выноски*)  
 Spline – сплайн (*в виде сплайна*)  
 Straight – отрезки (*в виде ломаной*)  
 Arrow – стрелка (*со стрелкой*)  
 None – ничего (*без стрелки*)  
 Qleader – бвыноска (*быстрая выноска*)  
 Settings – параметры (*окно настройки параметров выноски*)

Qdim – бразмер (*быстрое образмеривание*)  
   Continious – цепь (*размеры цепью*)  
   Staggered – ступенчатый (*размеры лестницей*)  
   Baseline – базовый (*размеры от базовой линии*)  
   Ordinate – ординатный (*высотные отметки*)  
   Radius – радиус (*радиусы*)  
   Diameter – диаметр (*диаметры*)  
   DatumPoint – точка (*базовая линия или нулевая ордината*)  
   Edit – изменить (*редактировать набор точек*)  
     Add – добавить (*добавить точку в набор*)  
     Remove – исключить (*удалить точку из набора*)  
   SeTtings – параметры (*настройки образмеривания*)  
     Endpoints – конточка (*образмеривать только концы*)  
     Intersections – пересечение (*образмеривать и пересечения*)  
 Dimreassociate – размприкрепить (*сделать размер ассоциативным*)  
 Dimedit – рзмред (*редактировать размер*)  
   Home – вернуть (*вернуть размерный текст на место*)  
   New – новый (*изменить текст*)  
   Oblique – наклонить (*наклонить выносные линии*)  
 Dimstyle – рзмстиль (*редактировать размерный стиль*)  
   Restore – остановить (*загрузить*)  
   SStatus – статус (*вызов описания текущего стиля*)  
   Variables – переменные (*вызов значения системных переменных текущей надстройки*)  
   Apply – применить (*применить стиль*)  
 Dimoverride – рзмподавить (*надстройка стиля*)  
 Dist – дист (*измерить расстояние*)  
 Area – площадь (*измерить площадь*)  
 Massprop – масс-хар (*измерить объем*)  
 List – список (*вывести свойства текущего объекта*)  
 ID – коорд (*определить координаты точки*)  
 Time – время (*вывести время*)  
 Status – статус (*вывести сведения о чертеже*)  
 Setvar – устперем (*присвоить системной переменной значение*)

#### Раздел 6.

Isoplane – изомет (*выбор активной грани для аксонометрии*)  
 View – вид (*настройка вида*)  
 Camera – камера (*координаты виртуальной камеры*)  
 Vpoint – тзрения (*настройка виртуальной камеры*)  
 Ddvpoint – диалтзрен (*настройка виртуальной камеры через диалоговое окно*)

Plan – план (*вид сверху*)  
   Ucs – ПСК (*в требуемой ПСК*)  
   Current UCS – текущая (*в текущей ПСК*)  
   World – мир (*в мировой ПСК*)  
 3Dorbit – 3-орбита (*3D орбита*)  
 3Dcorbit – 3-порбита (*непрерывное вращение по 3D орбите*)  
 Dview – двид (*настройка виртуальной камеры*)  
 Elev – уровень (*ввод высоты боковой стенки объектов и поднятости их над плоскостью*)  
 3dpoly – 3-плиния (*пространственная полилиния*)  
 Vports – вэкран (*настройка видовых портов*)  
   Join – соединить (*объединить*)  
   Single – один (*один видовой порт*)  
   Lock – заблокировать (*заблокировать видовой порт*)  
   Fit – вписать (*вместить видовой порт в экран*)  
   Object – объект (*создать из объекта*)  
   Polygonal – многоугольный (*создать из полилинии*)  
   Shadeplot – тонирование (*настройка отображения в видовом порте*)  
     As displayed – нормальный (*как есть*)  
     Wireframe – каркас (*обязательно печатать рамку порта*)  
     Hidden – скрытие линий (*сначала скрыв невидимые линии*)  
     Render – тонирование (*применив рендеринг*)  
 Mspace – модель (*переключиться к редактированию на модели*)  
 Pspace – лист (*переключиться к редактированию на бумаге*)  
 Vpclip – вэкрес (*обрезать видовой порт*)

#### Раздел 7.

3D – 3М (*создать трехмерную поверхность*)  
   Box – ящик (*параллелепипед*)  
   Cube – куб  
   Wedge – клин (*призма*)  
   Pyramid – пирамида (*пирамида*)  
     Tetrahedron – тетраэдр (*четырёхгранная пирамида*)  
     Ridge – ребро (*ребро вместо вершины*)  
     Top – верх (*грань вместо вершины*)  
   Cone – конус (*конус*)  
   Sphere – сфера (*шар*)  
   Dome – купол  
   Dish – чаша  
   Torus – тор  
   Mesh – сеть  
 Solid – фигура (*зачерненный объект*)

3dface – 3-грань (*грань*)  
     Invisible – невидимая (*невидимое ребро грани*)  
 Edge – кромка (*редактировать ребро*)  
     Display – включить скрытые (*отображать невидимые ребра*)  
     Select – указать (*выбрать ребра, которые отобразить*)  
     All – все (*отобразить все*)  
 3dmesh – 3-сеть (*сеть через точки*)  
 Revsurf – п-вращ (*поверхность вращения*)  
 Tabsurf – п-сдвиг (*поверхность смещения*)  
 Rulesurf – п-соед (*направленная поверхность*)  
 Edgesurf – п-кромка (*краевая поверхность*)  
 Box – ящик (*твердотельный параллелепипед*)  
     Cube – куб (*куб*)  
     CEnter – центр (*центр куба*)  
 Sphere – шар (*твердотельный шар*)  
 Cylinder – цилиндр (*твердотельный цилиндр*)  
     Elliptical – эллиптический (*эллиптический цилиндр*)  
 Cone – конус (*твердотельный конус*)  
     Apex – вершина (*вершина*)  
 Wedge – клин (*твердотельная призма*)  
 Torus – тор (*твердотельный тор*)  
 Extrude – выдавить (*выдавить*)  
     Path – траектория (*путь выдавливания*)  
 Revolve – вращать (*вращать*)  
 Union – объединение  
 Subtract – вычитание  
 Intersect – пересечение  
 Slice – разрез  
     Keep both sides – обе стороны (*сохранить обе части*)  
 Section – сечение (*плоское сечение*)  
 Interfere – взаимод (*поиск пересечений*)  
 3darray – 3-массив (*трехмерный массив*)  
 Rotate3d – 3-повернуть (*трехмерный поворот*)  
 Mirror3d – 3-зеркало (*трехмерное зеркало*)  
     Last – последняя (*использовать последнюю указанную плоскость*)  
 Align – выровнять (*выровнять объект*)  
 Solidedit – редтел (*редактировать твердотельный объект*)  
     Face – грань  
     Extrude – выдавить  
     Taper – конус (*создать уклон*)  
     Color – цвет (*цвет*)  
     Edge – ребро

Body – тело (*весь твердотельный*)  
 Imprint – клеймить (*впечатать в объект*)  
 Separate – разделить (*разделить*)  
 Clean – упростить (*очистить*)  
 Shell – оболочка (*преобразовать в оболочку*)  
 Check – проверить (*проверить*)  
 Hide – скрыть (*скрыть невидимые линии*)  
 Shademode – режимраскр (*режим затенения объектов*)  
 2d wireframe – 2М каркас (*ребра, двухмерный стиль*)  
 3d wireframe – 3М каркас (*ребра, трехмерный стиль*)  
 Hidden – скрытие (*скрыв невидимые*)  
 Flat – плоское (*простое затенение*)  
 Gouraud – гуро (*затенение Гуро*)  
 Flat+Edges – плоское+кромки (*простое затенение с ребрами*)  
 Gouraud+Edges – гуро+кромки (*затенение Гуро с ребрами*)  
 Render – тонировать (*визуализировать*)

### **Пункты меню программы AutoCAD**

Пункты меню приведены в порядке их расположения в главном окне программы AutoCAD. Официального перевода AutoCAD 2004 на русский язык не существует, переводы были сделаны в большинстве своем непрофессионалами и энтузиастами. Переводы неоднократно исправлялись, поэтому встречаются версии с различными названиями пунктов меню.

После некоторых пунктов меню указаны два перевода. Первый – из наиболее распространенной версии AutoCAD 2004, второй – из официальной русской версии AutoCAD 2005 (при условии, что они не совпадают).

В приложении описаны лишь те пункты меню, работа которых рассматривается в данном пособии. При необходимости в скобках дано краткое напоминание о действии, выполняемом данным пунктом.

Меню Window и Help являются стандартными меню Windows-приложений, их пункты переводятся так же и имеют те же значения, что и у большинства программ (типа MS Word и пр.).

#### File – Файл

New – Новый – Создать (*создать документ*)  
 Open – Открыть (*открыть документ*)  
 Close – Закрывать (*закрывать документ*)  
 Save – Сохранить (*сохранить документ*)  
 Save As – Сохранить как (*сохранить документ под новым именем*)  
 Page Setup – Настройка страницы (*настройка параметров печати*)

Plot Preview – Просмотр построения – Предварительный просмотр (*просмотр перед печатью*)

Plot – Построить – Печать

Drawing Properties – Свойства рисунка (*свойства чертежа: автор, комментарии, время создания и редактирования и пр.*)

Exit – Выход (*выход из программы*)

Edit – Редактировать – Правка

Undo... – Отменить действие (*отменить ошибочное действие, название действия вместо многоточия или в скобках*)

Redo... – Повторить действие (*вернуть ошибочно отмененное действие, название действия вместо многоточия или в скобках*)

Cut – Вырезать (*вырезать в буфер*)

Copy – Копировать (*копировать в буфер*)

Copy with Base Point – Копировать с базовой точкой (*копировать в буфер, предварительно указав базовую точку копирования*)

Paste – Вставить (*вставить из буфера*)

Paste as Block – Вставить как блок (*вставить из буфера, преобразовав в блок*)

Paste as Huperlink – Вставить как гиперссылку (*вставить из буфера в виде гиперссылки*)

Clear – Очистить – Стереть

Select All – Выбрать все (*выделить все объекты на чертеже*)

Find – Найти (*найти и, при необходимости, заменить текст на чертеже*)

View – Вид

Redraw – Перерисовать – Освежить (*почистить изображение*)

Regen – Воссоздать – Регенерировать (*обновить изображение*)

Regen All – Воссоздать все – Регенерировать все (*обновить изображение во всех видовых портах*)

Zoom – Масштаб – Зуммирование (*масштабировать изображение*)

Realtime – Реальное время – В реальном времени (*мышкой в реальном времени*)

Previous – Предыдущий (*вернуть предыдущий масштаб изображения*)

Window – Окно – Рамка (*задать масштаб окном*)

Dynamic – Динамический – Динамика (*динамическое масштабирование и панорамирование мышкой*)

Scale – Масштаб (*задать масштаб изображения числом*)

Center – Центр (*указать центральную точку и масштаб изображения числом*)

In/Out – Увеличить/Уменьшить (*изменить масштаб*)

- All – Все (*показать все в пределах границ чертежа*)
- Extends – Размеры – Границы (*показать все, даже если выходит из границ*)
- Pan – Панорама – Панорамирование (*прокрутка чертежа*)
- Realtime – Реальное время – В реальном времени (*мышкой в реальном времени*)
- Point – Точка (*переместить экран, указав точки начала и конца вектора перемещения*)
- Left/Right/Up/Down – Слева/Справа/Сверху/Снизу (*переместить в заданном направлении*)
- Aerial View – Область вида – Общий вид (*открыть окно с изображением всего чертежа полностью*)
- Clean Screen – Очистить экран – Чистый экран (*убрать панели инструментов, аналог полноэкранного режима просмотра*)
- Viewports – Порты – Видовые экраны (*видовые порты*)
  - Named Viewports – Названные порты – Именованные ВЭ (*диалоговое окно управления видовыми портами, вкладка именованных видовых портов*)
  - New Viewports – Новые порты – Новые ВЭ (*диалоговое окно управления видовыми портами, вкладка создания новых видовых портов*)
  - 1-4 Viewports – 1-4 порта – 1-4 ВЭкрана (*размещение на экране 1-4 видовых портов*)
  - Polygonal Viewport – Полигонный порт – Многоугольный ВЭ (*создание видового порта произвольной формы*)
  - Object – Объект (*превращение объекта в видовой порт*)
  - Join – Объединить – Соединить (*объединение видовых портов*)
- Named Views – Названные виды – Именованные виды (*диалоговое окно настройки видов, вкладка именованных видов*)
- 3D Views – 3D виды – 3М виды (*настройка видов*)
  - Viewpoint Presets – Пресеты точки зрения – Стандартные точки зрения (*диалоговое окно настройки угла виртуальной камеры*)
  - Viewpoint – Порт – Точка зрения (*настройка положения виртуальной камеры*)
  - Plan View – Плановый вид – Вид в плане (*вид сверху*)
    - Current UCS – Текущий UCS – Текущая ПСК (*относительно текущей ПСК*)
    - Named UCS – Названный UCS – По имени (*относительно именованной ПСК*)
    - World UCS – Мировой UCS – МСК (*относительно мировой СК*)

SW/SE/NE/NW Isometric – SW/SE/NE/NW изометрический – ЮЗ/ЮВ/СВ/СЗ изометрия (*изометрический вид соответствующего направления, S-юг, N-север, W-запад, E-восток*)

3D Orbit – 3D орбита – 3М орбита (*непрерывное изменение проекции в реальном времени*)

Hide – Скрыть (*временно скрыть невидимые линии*)

Shade – Тень – Раскрашивание (*режим отображения трехмерных объектов*)

2D Wireframe – 2D каркас – 2М каркас (*каркас в 2-мерном стиле*)

3D Wireframe – 3D каркас – 3М каркас (*каркас в 3-мерном стиле*)

Hidden – Скрытый – Скрытие линий (*со скрытыми невидимыми линиями*)

Flat Shaded – Плоское затенение – Плоское (*простая заливка*)

Gouraud Shaded – Затенение Гуро – по Гуро (*сложная заливка*)

Flat Shaded, Edges On – Плоские тени, ребра вкл. – Плоское, с кромками (*простая заливка с ребрами*)

Gouraud Shaded, Edges On – Тени Гуро, ребра вкл. – По Гуро, с кромками (*сложная заливка с ребрами*)

Render – Прорисовка – Тонирование (*получение фотореалистичных изображений трехмерных объектов*)

Scene – Сцена (*диалоговое окно управления сценами*)

Light – Свет (*диалоговое окно настройки света*)

Materials – Материалы (*диалоговое окно настройки материала объекта*)

Background – Фон (*диалоговое окно настройки заднего фона сцены*)

Fog – Туман (*настройка эффекта тумана*)

Display – Отображение (*отображение служебных объектов*)

UCS Icon – UCS иконка – Знак ПСК (*отображение иконки ПСК*)

On – Вкл (*отображать*)

Origin – Начало (*по возможности отображать в начале координат*)

Properties – Свойства (*диалоговое окно систем координат, вкладка настроек*)

Attribute Display – Показать атрибуты – Атрибуты (*отображать атрибуты*)

On/Off – Вкл/Выкл (*включить/выключить отображение*)

Text Window – Текстовое окно (*текстовое окно командной строки*)

Toolbars – Панели (*диалоговое окно панелей инструментов*)

Insert – Вставить – Вставка

Block – Блок (*вставить блок*)

External Reference – Внешняя ссылка (*вставить чертеж в виде ссылки XRef*)

Raster Image – Растровое изображение (*вставить растровое изображение*)

Layout – Расположение – Лист (*управление вкладками пространств листа*)

New Layout – Новое расположение – Новый лист (*создать новый лист*)

Layout from Template – Расположение из шаблона – Лист по шаблону (*создать новый лист из шаблона*)

Layout Wizard – Помощник расположений – Мастер компоновки листа (*мастер создания листов*)

OLE Object – OLE объект – Объект (*вставить объект из другого Windows-приложения*)

Hyperlink – Гиперссылка (*вставить гиперссылку*)

#### Format – Формат

Layer – Слои (*диалоговое окно менеджера слоев*)

Color – Цвет (*диалоговое окно выбора цвета*)

Linetype – Тип линии (*диалоговое окно менеджера типов линий*)

Lineweight – Вес линии (*диалоговое окно настройки толщины линий*)

Text Style – Стиль текста – Текстовые стили (*диалоговое окно настройки стиля текста*)

Dimension Style – Стиль размера – Размерные стили (*диалоговое окно управления размерными стилями*)

Point Style – Стиль точки – Отображение точек (*диалоговое окно настройки стиля отображения точки*)

Multiline Style – Многостроковый стиль – Стили мультитлиний (*диалоговое окно настройки стиля мультитлинии*)

Units – Единицы (*диалоговое окно настройки единиц измерения*)

Drawing Limits – Ограничения рисунка – Лимиты (*ввод границ чертежа*)

Rename – Переименовать (*переименование стилей и других элементов чертежа*)

#### Tools – Инструменты – Сервис

Spelling – Орфография (*проверка орфографии*)

Quick Select – Быстрый выбор (*диалоговое окно быстрого выбора объектов*)

Inquiry – Назначить – Сведения (*сбор сведений о чертеже*)

Distance – Расстояние (*измерение расстояния*)

Area – Область – Площадь (*измерение площади и периметра*)

- Region/Mass properties – Свойства области/массы – Геометрия и масса (*измерение объема и других свойств*)
- List – Список (*вывод свойств выделенного объекта*)
- ID Point – ID точка – Координаты (*определение координат точки*)
- Time – Время (*вывод времени и прочих свойств*)
- Status – Статус (*вывод сведений о чертеже*)
- Set Variable – Назначить переменную – Переменные (*присвоение значения системной переменной*)
- Attribute Extraction – Извлечение атрибута (*мастер экспорта атрибутов*)
- Properties – Свойства (*отображение панели свойств*)
- Design Center – Центр дизайна (*отображение панели библиотек Design Center*)
- Named UCS – Названный UCS – Именованные ПСК (*диалоговое окно систем координат, вкладка именованных ПСК*)
- Orthographic UCS – Ортографический UCS – Ортогональные ПСК (*ортографические ПСК*)
  - Preset – Пресет – Стандартные ПСК (*диалоговое окно систем координат, вкладка ортографических ПСК*)
- Move UCS – Двигать UCS – Перенести ПСК (*переместить существующую ПСК*)
- New UCS – Новый UCS – Новая СК (*создать новую систему координат*)
  - World – Мир – МСК (*создать мировую СК*)
  - Face – Грань (*связать ПСК с гранью трехмерного объекта*)
  - View – Вид (*связать ПСК с текущей проекцией*)
  - Origin – Начало (*указать новое начало координат*)
  - ZAxis – Вектор оси Z – Зось (*задать направление оси Z*)
  - ZPoint – 3 точки (*создать ПСК по 3 точкам*)
- Apply – Применить (*применить настройки ПСК к видовому порту*)
- Drafting Settings – Настройки наброска – Режимы рисования (*диалоговое окно настроек черчения*)
- Customize – Изменить – Адаптация (*настройка пользовательского интерфейса AutoCAD*)
  - Menus – Меню (*настройка меню*)
  - Toolbars – Панели (*настройка кнопок на панелях инструментов*)
  - Keyboard – Клавиатура (*настройка клавиатурных сочетаний и горячих клавиш*)
- Properties – Опции – Настройка (*диалоговое окно настроек программы AutoCAD*)

## Draw – Рисовать – Рисование

Line – Линия

Ray – Луч (*бесконечный луч*)

Construction Line – Линия конструкции – Прямая (*бесконечная прямая*)

Multiline – Мультилиния

Polyline – Полилиния

3D Polyline – 3D полилиния – 3М полилиния (*пространственная полилиния*)

Polygon – Многоугольник (*правильный многоугольник*)

Rectangle – Прямоугольник

Arc – Дуга

3 Points – 3 точки (*по 3 точкам на дуге*)

Continue – Продолжить (*дуга, являющаяся продолжением предыдущего объекта*)

Start – Начало (*начальная точка дуги*)

Center – Центр (*центр дуги*)

End – Конец (*конечная точка дуги*)

Angle – Угол (*угол сектора дуги*)

Length – Длина (*длина дуги*)

Direction – Направление (*вектор направления в точке дуги*)

Radius – Радиус (*радиус дуги*)

Circle – Окружность – Круг

2 Points – 2 точки (*по 2 точкам на диаметре*)

Tan – Кас. – Точка касания (*касательная*)

Donut – Кольцо

Spline – Сплайн (*математическая кривая*)

Ellipse – Эллипс

Axis – Ось

Block – Блок

Make – Создать (*создать блок*)

Base – Основа – Базовая точка (*задать точку вставки чертежа*)

Define Attributes – Назначить атрибуты – Задание атрибутов (*определить атрибуты*)

Point – Точка

Single Point – Одиночная точка

Multiple Point – Несколько точек (*несколько точек подряд*)

Divide – Разделить – Поделить (*разделить объект точками*)

Measure – Размер – Разметить (*измерить объект точками*)

Hatch – Штрих – Штриховка (*штриховка*)

Boundary – Граница – Контур (*вычислить замкнутый контур*)

Region – Область (*область*)

Wipeout – Очистить – Маскировка (*скрыть объекты заплаткой*)  
 Revision Cloud – Область просмотра – Облако (*облако ревизий*)  
 Text – Текст  
     Multiline Text – Многостроковый – Многострочный  
     Single Line Text – Однострочковый – Однострочный  
 Surfaces – Поверхности (*моделирование поверхностями*)  
     2D Solid – 2D сплошной – 2М фигура (*зачерненная фигура*)  
     3D Face – 3D грань – 3М грань (*плоская грань*)  
     3D Surfaces – 3D поверхности – 3М поверхности (*диалоговое окно трехмерных поверхностей*)  
     Edge – Ребро – Кромки (*настройки ребра*)  
     3D Mesh – 3D сетка – 3М сеть (*сетка по точкам*)  
     Revolved Surface – Поверхность вращения  
     Tabulated Surface – Табулированная поверхность – Поверхность сдвига  
     Ruled surface – Выровненная поверхность – Поверхность соединения (*поверхность между двумя кривыми*)  
     Edge Surface – Краевая поверхность – Поверхность Кунса (*поверхность между четырьмя кривыми*)  
 Solids – Сплошные – Тела (*твердотельное моделирование*)  
     Box – Бокс – Ящик (*параллелепипед*)  
     Sphere – Сфера – Шар  
     Cylinder – Цилиндр  
     Cone – Конус  
     Wedge – Клин (*призма*)  
     Torus – Тор  
     Extrude – Вынесение – Выдавить  
     Revolve – Вращение – Вращать  
     Slice – Доля – Разрез  
     Section – Секция – Сечение (*плоское сечение*)  
     Interference – Столкновение – Взаимодействие (*проверка на пересечение объектов*)  
     Dimension – Размер  
     Quick Dimension – Быстрый размер (*мастер быстрого образмеривания*)  
     Linear – Линейный (*линейный размер – горизонтальный либо вертикальный*)  
     Aligned – Выровненный – Параллельный (*линейный размер вдоль наклонного объекта*)  
     Ordinate – Ордината – Ординатный (*высотная отметка*)  
     Radius – Радиус  
     Diameter – Диаметр

Angular – Угловой  
 Baseline – Базовая линия – Базовый (*размерная цепь от базовой линии*)  
 Continue – Продолжить – Цепь (*непрерывная размерная цепь*)  
 Leader – Ведущая – Выноска  
 Tolerance – Толерантность – Допуск (*отклонение формы и расположения поверхности*)  
 Center Mark – Центральная метка – Маркер центра (*маркер центра окружности*)  
 Oblique – Наклон – Наклонить (*наклон выносных линий*)  
 Align text – Выровнять текст – Размерный текст  
     Home – Дом – Вернуть (*возвратить размерный текст в положение по умолчанию*)  
     Angle – Угол (*повернуть размерный текст на угол*)  
 Style – Стиль (*диалоговое окно настройки стиля размера*)  
 Override – Поверх – Переопределить (*надстройка размерного стиля*)  
 Reassociate Dimension – Ассоциировать размеры – Прикрепить размеры (*восстановить ассоциативность размера*)  
     Modify – Изменить  
 Properties – Свойства (*отображение панели свойств*)  
 Match Properties – Учитывать свойства – Копирование свойств (*копирование свойств объекта*)  
 Object – Объект – Объекты (*редактирование объектов*)  
     Hatch – Штрих – Штриховка (*редактирование штриховки*)  
     Polyline – Полилиния (*редактирование полилинии*)  
     Spline – Сплайн (*редактирование сплайна*)  
     Multiline – Мультилиния (*редактирование мультилинии*)  
     Text – Текст (*редактирование текста*)  
         Edit – Редактировать (*редактирование собственно текста*)  
         Scale – Масштаб (*изменение размера текста*)  
         Justify – Выровнять – Выравнивание (*изменение выравнивания текста*)  
 Clip – Обрезка – Подрезка (*обрезка объектов*)  
     Viewport – Порт – Видовой экран (*обрезка видового порта*)  
 Erase – Стереть  
 Copy – Копировать  
 Mirror – Отразить – Зеркало (*симметрично отразить*)  
 Offset – Сдвиг – Подобие (*сместить*)  
 Array – Массив (*скопировать массивом*)  
 Move – Двигать – Перенести (*переместить*)  
 Rotate – Вращать – Повернуть (*повернуть*)  
 Scale – Масштаб (*изменить размер*)

Stretch – Растяжение – Растянуть (*деформирование*)  
 Trim – Обрезка – Обрезать  
 Extend – Расширение (*удлинить*)  
 Break – Разрушить – Разорвать  
 Chamfer – Фаска (*снять фаску*)  
 Fillet – Обод – Сопряжение (*скруглить*)  
 3D Operation – 3D операция – 3М операции (*пространственные операции*)  
     3D Array – 3D массив – 3М массив (*скопировать массивом в пространстве*)  
     Mirror 3D – 3D отражение – 3М зеркало (*симметрично отразить в пространстве*)  
     Rotate 3D – 3D вращение – 3М поворот (*повернуть в пространстве*)  
     Align – Выровнять (*выровнять один пространственный объект по другому*)  
 Solid Editing – Редактирование сплошных – Редактирование тел (*редактирование твердых тел*)  
     Union – Объединение  
     Subtract – Вычитание  
     Interfere – Пересечение  
     Extrude Faces – Вынесение граней – Выдавить грани  
     Move Faces – Перемещение граней – Перенести грани  
     Offset Faces – Сдвиг граней – Сместить грани  
     Delete Faces – Удалить грани  
     Rotate Faces – Вращать грани – Повернуть грани  
     Taper Faces – Наклон граней – Свести грани на конус (*придать граням уклон*)  
     Color Faces – Цвет граней – Изменить цвет граней  
     Copy Faces – Копировать грани  
     Color Edges – Цвет ребер – Изменить цвет ребер  
     Copy Edges – Копировать ребра  
     Imprint – Оттиск – Клеймить (*впечатать объекты в твердое тело*)  
     Clean – Очистить – Упростить (*удалить впечатанные объекты*)  
     Separate – Разделить – Разделить (*разделить непересекающиеся тела*)  
     Shell – Оболочка (*трансформировать тело в оболочку*)  
     Check – Проверка – Проверить (*проверить геометрию твердого тела*)  
 Explode – Взорвать – Расчлнить (*расчлнить составной объект на элементарные*)

### **Элементы диалоговых окон программы**

Здесь рассмотрены диалоговые окна программы в том порядке, в котором они были описаны в пособии. Чтобы облегчить ориентирование, описание каждого окна снабжено ссылкой на рисунок, где оно изображено.

Как и у всех программ, в AutoCAD многие диалоговые окна имеют ряд одинаковых кнопок, имеющих одно и то же значение:

OK – *(принять изменения, введенные в окне, либо выполнить команду, и закрыть окно)*

Cancel – *(отказаться от изменений, введенных в окне, либо прервать команду и закрыть окно)*

Apply – *(принять изменения, введенные в окне, либо выполнить команду, но окно не закрывать)*

Help – *(вызвать страницу справочной системы, описывающую назначение органов управления данного окна)*

Preview – *(принять изменения, введенные в окне, либо выполнить команду, окно временно скрыть или заменить на маленькое окно с кнопками, позволяющими окончательно принять результат либо отказаться от изменений, вернув окно на экран)*

Также в целях экономии элементы, встречавшиеся в предыдущих окнах и бывшие переведенными там, в описании следующих окон не приводятся.

#### **Drafting Settings – Настройки наброска *(настройки черчения)***

Вкладка «Snap and Grid» – «Привязка и сетка» *(см. рисунок 1.4)*

Snap On – Привязка вкл.

Snap – Привязка

Snap X spacing – Промежуток по X

Snap Y spacing – Промежуток по Y

Angle – Угол

X Base – X база

Y Base – Y база

Polar Spacing – Полярный промежуток

Polar Distance – Полярное расстояние

Grid On – Сетка вкл.

Grid – Сетка

Grid X spacing – Промежуток по X

Grid Y spacing – Промежуток по Y

Snap type and style – Тип привязки и стиль

Grid Snap – Привязать к сетке

Rectangular Snap – Прямоугольная привязка

Isometric Snap – Изометрическая привязка

Polar Snap – Полярная привязка

Options – Опции

Вкладка «Polar Tracking» – «Полярное слежение» (*настройка полярной трассировки, см. рисунок 2.2*)

Polar Tracking On – Полярное слежение вкл.

Polar angle settings – Настройки полярного угла

Increment angle – Инкремент угла

Additional angles – Дополнительные углы

New – Новый

Delete – Удалить

Object Snap Tracking Settings – Настройки привязки объекта

Track orthogonally only – Только ортогональное слежение

Track using all polar angle settings – Отслеживать с использованием всех настроек полярного угла

Polar Angle measurement – Измерение полярного угла

Absolute – Абсолютное

Relative to the last segment – Относительно посл. сегмента

Вкладка «Object Snap» – «Привязка объекта» (*настройка объектной привязки, см. рисунок 3.6*)

Object Snap On – Привязка объектов вкл.

Object Snap Tracking On – Отслеживание привязки объектов вкл.

Object Snap modes – Режимы привязки объектов  
(*подробнее о режимах см. таблицу 3.2*)

Select All – Выбрать все

Clear All – Очистить все

To track from an Osnap point, pause over the point while in a command. A tracking vector appears when you move the cursor. To stop tracking pause over the point again – Чтобы отследить с точки Osnap, остановитесь на точке во время команды. Вектор слежения появится после перемещения курсора. Чтобы остановить слежение, остановитесь на точке снова.

Layer Properties Manager – Менеджер свойств слоя (*см. рисунок 1.5*)

Named layer filters – Именованные фильтры слоя

Invert Filter – Инвертировать фильтр

Apply to layers toolbar – Применить к панели инструментов слоев

Current – Тек (*Текущий*)

Show Details – Показать детали

Save state – Сохранить состояние

State manager – Менеджер состояний

Current Layer – Текущий слой

Name – Имя

On – Включено

Freeze – Замороженный

Lock – Блокирование

Color – Цвет

Linetype – Тип линии

Lineweight – Толщина линии

Plot Style – Стилль вычерчивания

Plot – Вычерчивание

Linetype Manager – Менеджер Типа Линии (*см. рисунок 1.7*)

Linetype Filters – Фильтры типа линии

Load – Загрузка

Current Linetype – Текущий тип линии

Linetype – Тип линии

Appearance – Оформление

Description – Описание

Lineweight Settings – Установки толщины штрихов линий  
(*настройка толщины линий, см. рисунок 1.8*)

Lineweights – Толщина штрихов линий

Current Lineweight – Текущая толщина линии

Units for Listing – Единицы для листинга

Display Lineweight – Показать толщину штрихов линий

Default – По умолчанию

Adjust Display Scale – Настроить масштаб экрана

Select Color – Выберите цвет (*см. рисунок 1.9*)

Index Color – Индекс цвета

True Color – Полноцветный

Color Books – Цветовые книги

AutoCAD Color Index – Цветоиндекс AutoCAD

Point Style – Стилль точки (*стилль отображения точки, см. рисунок 2.4*)

Point Size – Размер точки

Set Size relative to Screen – Настроить размер относительно экрана

Set Size in Absolute Units – Настроить размер в абсолютных единицах

Array – Массив (*размножение массивом*)

Select objects – Выбрать объекты

Rectangular Array – Прямоугольный массив

Polar Array – Полярный массив

Режим прямоугольного массива (*см. рисунок 2.6*)

Rows – Ряды

Columns – Колонки

Row offset – Сдвиг ряда

Column Offset – Сдвиг колонки

Angle of array – Угол массива

By default, if the row offset is negative, rows are added downward. If the column offset is negative, columns are added to the left – По умолчанию, если сдвиг ряда отрицательный, ряды добавляются снизу.

Режим полярного массива (*см. рисунок 2.7*)

Center Point – Центр. точка

Method and values – Метод и значения

Method – Метод

Total number of items – Общее количество элементов

Angle to fill – Угол для заполнения

Angle between items – Угол между элементами

For angle to fill, a positive value specifies counterclockwise rotation. A negative value specifies clockwise rotation – Для угла заливки положительное значение означает вращение против часовой стрелки, отрицательное по часовой стрелке

Rotate items as copied – Вращать элементы как скопир.

More – Больше

UCS – UCS (*настройка систем координат*)

Вкладка «Named UCS» – «Именованные ПСК» (*выбор поименованных систем координат, см. рисунок 3.3*)

Current UCS – Текущая ПСК

Set Current – Установка текущего

Details – Детали

Вкладка «Orthographic UCS» – «Ортографическая ПСК» (*выбор ортографических систем координат, см. рисунок 3.4*)

Name – Имя  
Depth – Глубина  
Relative to – Относительно

Вкладка «Settings» – «Установки» (*настройка различных параметров систем координат, см. рисунок 3.5*)

UCS Icon settings – Установки значка UCS

On – Включить

Display at UCS origin point – Показывать как исходную точку UCS

Apply to all active viewports – Применить ко всем активным окнам

UCS settings – Установки UCS

Save UCS with viewport – Сохранить UCS с окном

Update view to Plan when UCS is changed – Обновить вид в план при изменении UCS

Boundary Hatch and Fill – Граничная штриховка и заливка  
(*настройка штриховки, вычисления контура и градиентной заливки*)

Вкладка «Hatch» – «Хэтч» (*штриховка, см. рисунок 4.1*)

Type – Тип

Pattern – Образец

Swatch – Образец

Custom pattern – Выборочный обрез

Angle – Угол

Scale – Масштаб

Relative to paper space – Относительно пространства бумаги

Spacing – Расстояние

ISO pen width – ISO ширина пера

Double – Двойной

Composition – Композиция

Associative – Ассоциативно

Nonassociative – Неассоциативно

Pick Points – Указать точки

Select Object – Выбрать объекты

Remove Islands – Удалить островки

View Selections – Показать выделенное

Inherit Properties – Наследовать свойства

Вкладка «Advanced» – «Дополнительно» (*настройка вычисления контура, см. рисунок 4.9*)

Island Detection Style – Стиль обнаружения острова

Normal – Нормальный

Outer – Внешний  
Ignore – Пропуск  
Object type – Тип объекта  
Retain boundaries – Сохранить границы  
Boundary set – Набор границы  
Island detection method – Метод обнаружения острова  
Flood – Наводнение  
Ray Casting – Подсчитывание луча

Multiline Style – Стиль мультилинии (*стиль мультилиний, см. рисунок 4.5*)

Current – Текущий  
Name – Имя  
Description – Описание  
Load – Загрузить  
Save – Сохранить  
Add – Добавить  
Rename – Переименовать  
Element Properties – Свойства элементов  
Multiline Properties – Свойства мультилинии

Element Properties – Свойства элементов (*настройка элементов мультилиний, см. рисунок 4.6*)

Elements – Элемент  
Offset – Смещение  
Color – Цвет  
Ltype – Тип линии  
Linetype – Тип линии

Multiline Properties – Свойства мультилинии (*настройка концов и заливки мультилиний, см. рисунок 4.7*)

Display Joints – Показывать узлы  
Caps – Концы  
Line – Линия  
Outer Arc – Наружная дуга  
Inner Arc – Внутренняя дуга  
Angle – Угол  
Start – Начало  
End – Конец  
Fill – Залить  
On – Включить

Block Definition – Определение блока (создание блока, см. рисунок 4.10)

Name – Имя  
Base point – Базовая точка  
Pick Point – Взять точку  
Objects – Объект  
Select Objects – Выбрать  
Retain – Запомнить  
Convert to block – Преобразовать в блок  
Delete – Удалить  
Preview Icon – Просмотр иконки  
Do not include an icon – Не включать иконку  
Create icon from block geometry – Создать иконку из геометрии блока  
Drag-and-drop units – Единицы для перетаскивания  
Description – Описание  
Hyperlink – Гиперссылка

Insert Block – Вставить (вставка блока, см. рисунок 4.11)

Name – Имя  
Browse – Обзор  
Path – Путь  
Insertion point – Точка вставки  
Specify On-screen – Указать на экране  
Scale – Масштаб  
Uniform Scale – Универсальный масштаб  
Rotation – Вращение  
Angle – Угол  
Explode – Взорвать

Attribute Definition – Определение атрибутов (определение атрибутов, см. рисунок 4.12)

Mode – Режим  
Invisible – Невидимый  
Constant – Постоянный  
Verify – Проверить  
Preset – Предустановка  
Tag – Метка  
Prompt – Запрос  
Value – Величина  
Insertion point – Точка вставки  
Pick Point – Взять точку  
Justification – Выравнивание

Text Style – Стиль текста

Height – Высота

Rotation – Поворот

Align below previous attribute definition – Выровнять  
под предыдущим определением атрибута

Enhanced Attribute Editor – Редактор расширенных атрибутов (см.  
рисунок 1.8)

Block – Блок

Tag – Метка

Select Block – Выбор блока

Attribute – Атрибут

Text Options – Параметры текста

Properties – Свойства

Text Style – Стиль текста (см. Рисунок 5.4)

Style Name – Название стиля

New – Создать

Rename – Новое имя

Font – Шрифт

Font Name – Имя шрифта

Font Style – Начертание

Height – Высота

Use Big Font – Использовать Большой Шрифт

Effects – Эффекты

Upside Down – Перевернуть

Backwards – Назад

Vertical – По вертикали

Width Factor – Фактор ширины

Oblique Angle – Косой угол

Preview – Просмотр

Apply – Назначить

Quick Select – Быстрый выбор (см. рисунок 5.6)

Apply to – Применить к

Object type – Тип объекта

Properties – Свойства

Operator – Оператор

Value – Значение

How to apply – Как применить

Include in new selection set – Включить в новый  
набор выделения

Exclude from new selection set – Исключить из  
нового набора выделения

Append to current selection set – Присоединить к текущему набору

Geometric Tolerance – Допуск на размер (*допуск формы и расположения поверхностей, см. рисунок 5.8*)

Sym – Символ

Tolerance 1/2 – Допуск 1/2

Datum 1/2/3 – Начало 1/2/3 (*более правильный перевод как База*)

Height – Высота

Datum Identifier – Идентификатор начала (*более правильный перевод как Идентификатор базы*)

Projected Tolerance Zone – Проектируемая зона допуска

Leader Settings – Параметры выноски

Вкладка «Annotation» – «Заметки» (*выбор объекта на конце выноски, см. рисунок 5.9*)

Annotation type – Тип комментария

MText – МТекст

Copy an Object – Копировать объект

Tolerance – Допуск

Block Reference – Блочная ссылка

None – Нет

MText options – Опции МТекста

Prompt for width – Подсказка для ширины

Always left justify – Всегда левое выравнивание

Frame text – Текст рамки

Annotation Reuse – Повторное использование

None – Нет

Reuse Next – Следующее

Reuse Current – Текущее

Вкладка «Leader Line and Arrow» – «Указатели и стрелки» (*настройка линий и стрелок выноски, см. рисунок 5.10*)

Leader Line – Стрелка выноски

Straight – Прямая

Spline – Сплайн

Number of points – Число точек

No Limit – Без ограничения

Maximum – Максимум

Arrowed – Со стрелками на концах

Angle Constraints – Ограничение угла

First segment – Первый сегмент

Second Segment – Второй сегмент

Вкладка «Attachment» – «Вложение» (*настройка положения текста выноски, см. рисунок 5.11*)

Multi-line Text Attachment – Присоединение мультитрассового текста

Text on left side – Текст на левой стороне

Text on right side – Текст на правой стороне

Top of top line – Верх верхней строки

Middle of top line – Середина верхней строки

Middle of multiline text – Середина строки

Middle of bottom line – Середина нижней строки

Bottom of bottom line – Низ нижней строки

Underline bottom line – Подчеркнуть нижнюю строку

Dimension Style Manager – Программа управления стилями измерения (*менеджер размеров стилей, см. рисунок 5.12*)

Current Dimension Style – Текущий стиль

Styles – Стили

Preview of – Просмотр

List – Список

Don't list styles in XRefs – Не перечислять стили в перекрестных ссылках

Description – Описание

Set Current – Текущий

New – Новый

Modify – Изменить

Override – Отказ (*более правильный перевод как Надстройка*)

Compare – Сравнить

View – Просмотр (*настройка видов*)

Вкладка «Named Views» – «Проименованные виды» (*выбор проименованных видов, см. рисунок 6.1*)

Current View – Текущий вид

Name – Имя

Location – Место

UCS – UCS

Perspective – Перспектива

Set Current – Установка текущего

New – Создать

Details – Детали

Вкладка «Orthographic and Isometric Views» – «Ортографический и изометрический вид» (*выбор ортографических и изометрических видов, см. рисунок 6.2*)

Current View – Текущий вид

Relative to – Относительно

Restore Orthographic UCS with View – Восстановить

Ортографический UCS с видом

Viewpoint Presets – Пресеты точки зрения (*настройки положения виртуальной камеры, см. рисунок 6.4*)

Set Viewing Angles – Настроить углы зрения

Absolute to WCS – Абсолютно по WCS

Relative to UCS – Относительно UCS

From X Axis – От X оси

From XY Plane – От XY плоскости

Set to Plan View – К плановому виду

Viewports – Виды (*видовые порты*)

Вкладка «New Viewports» – «Новые области просмотра» (*создание новой схемы видовых портов, см. рисунок 6.6*)

New Name – Новое имя

Standard Viewports – Стандартные окна

Preview – Просмотр

Apply to – Применить к

Viewport Spacing – Расстояние просмотра (*более правильный перевод как Интервал между портами*)

Setup – Установки

Change view to – Изменить вид на

## Приложение Б

### **ОСНОВНЫЕ ОТЛИЧИЯ ПОСЛЕДУЮЩИХ ВЕРСИЙ AUTOCAD**

В данном приложении дается краткая характеристика основных возможностей различных версий программы AutoCAD. За последнее десятилетие было выпущено множество версий этой программы, в каждой последующей исправлялись недочеты предыдущей и добавлялись новые функции. Приложение должно помочь выбрать ту версию программы, которая подойдет студенту лучше всего, а также помочь перестроиться с работы в одной версии программы в работу в другой.

Базовой версией в данном методическом пособии будет считаться AutoCAD 2004.

Однако чтобы более полно проследить историю развития программы, следует начать с версии AutoCAD 2000. Версии, предшествующие 2000, морально устарели и практически нигде не встречаются. AutoCAD 2000 может успешно и достаточно быстро работать на машинах под управлением Windows 98.

Основные функции AutoCAD 2002 относительно предыдущей версии:

- Модернизированная функция Publish to Web обеспечивает размещение Ваших проектов в сети Интранет/Интернет с помощью Мастера и заранее разработанных шаблонов.
- i-drop технология позволяет буксировать содержание веб - сайтов, поддерживающих эту технологию, прямо в рисунки.
- Функция eTransmit выполняет объединение текущих рисунков и связанных с ними файлов (внешние ссылки, фонты, картинки) в единый пакет передачи.
- Функция ePlot преобразует с максимальной точностью файлы DWG в компактные, доступные только для просмотра файлы DWF. Просмотр и печать могут производиться любым разработчиком и вне AutoCAD.
- Улучшенное средство извлечения атрибутов суммирует и выводит информацию из нескольких рисунков и прикрепленных внешних ссылок. Также эта информация экспортируется во внешние приложения, такие как Microsoft Access или Excel или используется при формировании спецификаций.
- Функция Meet Now является средством совместного просмотра конструкции, идей и производимых изменений.

- Менеджер Стандартов служит основным диалоговым средством для управления всеми стандартами, применяемыми в автоматизированном проектировании.

- Поддержка адресов URL при работе со стандартами

- Интерактивная проверка показывает выявленные расхождения со стандартами и предлагает способы исправления. У разработчика остается право исправить несоответствие, игнорировать или пропустить.

- Пакетная проверка удобна для контроля большого количества рисунков с выдачей отчета о замеченных несоответствиях.

- Результатом пакетной проверки является единый отчет для всех рисунков. Отчет выводится в формате XML с использованием шаблона листа XSL и может просматриваться в браузере.

- Ассоциативное образмеривание привязывает размеры к геометрии, то есть любое изменение геометрии отражается на соответствующих размерах. Ассоциативное образмеривание работает и в случае, когда размеры, образованные в пространстве листа, привязаны к геометрии в пространстве модели.

- Менеджер Атрибутов Блока редактирует значения атрибутов и свойства без разрушения или переопределения этого блока. Изменения автоматически отражаются на экземплярах блока, вставленных в рисунок.

- Улучшенный Редактор Атрибутов редактирует значения атрибутов, текстовые настройки и свойства выбранного экземпляра блока.

- Транслятор Слоев легко преобразует слои рисунка из одного стандарта в другой по образцу существующего рисунка или файла стандартов.

- Масштабирование текста позволяет легко задавать и редактировать высоту текстовых объектов на чертеже, уменьшая число необходимых ручных операций.

- Беспрепятственный обмен файлами с AutoCAD 2000 и 2000i благодаря унифицированному на 100 % формату DWG и совместимость с ранее разработанными приложениями. Все приложения на языках LISP, ARX и VBA, ранее используемые в AutoCAD 2000 и 2000i, могут быть применены и в AutoCAD 2002.

Основные функции AutoCAD 2004 относительно предыдущей версии

В первую очередь, следует отметить ввод непосредственно в графический редактор инструментов, позволяющих настраивать ряд

элементов интерфейса – "горячие клавиши", сокращения команд и т.д. Хотя принципиально ничего особо нового не произошло, опытные пользователи во всех версиях могли сделать все то же самое посредством редактирования служебных файлов.

Также улучшена команда редактирования многострочного текста – появились отступы и табуляции.

Появились инструментальные палитры. Отношение к этому инструменту двойное: кто хвалит, кто ругает. В данном пособии работа с ними не рассматривается.

Также был усовершенствован ряд возможностей по работе в Интернет.

Было введено несколько новшеств, касающихся работы с цветом: градиентная заливка, TrueColor, печать тонированных видовых экранов и т.д.

Дальнейшее развитие получили инструменты автоматического нормоконтроля за соблюдением стандартов CAD.

Интерфейс программы претерпел незначительное изменение. Рисунки на кнопках стали более красивыми.

В AutoCAD 2004 был изменен формат файла dwg. Чертежи AutoCAD 2004 не могут быть открыты на компьютерах, где установлены версии программы 2000 и 2002.

Также в дополнение к версии 2004 появилась облегченная версия 2004LT. Основное отличие ее – отсутствие возможностей работы в пространстве (только 2-мерные координаты, нет настройки видов и камер, отсутствие поверхностного и твердотельного моделирования) но цена уменьшена практически в два раза. В дальнейшем выход каждой новой версии сопровождался ее «облегченным» собратом.

#### Основные функции AutoCAD 2005 относительно предыдущей версии

При отсутствии инсталлированного AutoCAD пользователь может открыть DWF файлы с помощью нового приложения DWF Composer, позволяющего просмотреть, сделать пометки и аннотации к каждому чертежу. В состав поставки AutoCAD 2005 входит бесплатный просмотрщик Autodesk DWF Viewer версии 4.1. Он позволяет просматривать и печатать многостраничные файлы DWF с учетом входящих в него листов и гиперссылок.

Пароль на файлах DWG защищает интеллектуальную собственность пользователя, а цифровая подпись подтверждает его права на этот чертеж.

Диспетчер наборов листов Sheet Sets Manager отображает все группы листов в виде дерева файлов, благодаря чему можно увидеть,

кто именно в данный момент работает с тем или иным чертежом. Это обеспечивает эффективное создание, управление и совместное использование целых наборов логически связанных друг с другом проектов.

Markup set manager, диспетчер управления слоями аннотаций, позволяет обмениваться по Internet компактными чертежами формата DWF с заметками по исправлениям и текущим изменениям основных чертежных файлов.

Управлять слоями в Layer Properties Manager стало значительно легче в связи с появлением в диалоговом окне дерева фильтров.

AutoCAD 2005 предоставил возможность работать с крупноформатными таблицами. Таблицы создаются с помощью отдельного диалогового окна Create Table, где задаются количество столбцов и строк, данные о ширине и высоте ячеек или просто размеры таблицы. С учетом возможности размещать по чертежу метки, идентификатора элементов, информация с меток автоматически считывается и формируется на листе в таблицы спецификации. Пользователи AutoCAD 2005 получили возможность копирования табличных данных из Excel в AutoCAD или сохранение таблиц из AutoCAD в формате CSV.

В AutoCAD 2005 на обновленной инструментальной палитре есть возможность помещать часто используемые команды так же, как и на панели инструментов. AutoCAD 2005 позволяет создавать свои предметно ориентированные библиотеки графических элементов. Практически все команды AutoCAD 2005, включая написанные на LISP, выполняются с палитры. Палитры можно организовывать в группы и вызывать нужную группу из контекстного меню. В AutoCAD 2005 палитры представлены отдельными вкладками в специальном окне, что позволяет пользователю быстро создавать инструменты прямо из объектов текущего рисунка, легко создать новые оперативные библиотеки графических блоков изображений, включая внешние ссылки и растровые изображения.

Полученные библиотеки графических блоков на инструментальной палитре впоследствии легко можно использовать для построения чертежа из этих же объектов методом "перетащи и брось" (drag and drop). При этом блоки имеют те же свойства, что и оригинальные объекты.

При создании инструмент-команды в её составе образуется подменю с целым стандартным набором вложенных инструментов. Вставленный с помощью подменю объект будет иметь те же свойства, что и исходный инструмент на палитре. После создания инструмента

его можно копировать из одной палитры в другую. Также можно создавать инструменты, выполняющие последовательность команд, процедуры AutoLISP или пакетные файлы.

Также следует отметить, что именно с 2005 версии AutoDesk самостоятельно занялась русской локализацией своих продуктов. С этого момента на рынке присутствуют официальные русские версии AutoCAD 2005 и всех последующих с высоким качеством перевода всех компонентов (включая команды и запросы командной строки, справочную систему и дополнительные приложения).

Интерфейс AutoCAD 2005 повторяет интерфейс 2004 практически на 100 %.

#### Основные функции AutoCAD 2006 относительно предыдущей версии

В AutoCAD 2006 многие реально необходимые при работе функции были кардинально переработаны. И если AutoCAD 2005 можно рассматривать как пакет дополнений и исправлений к версии 2004, то AutoCAD 2006 – это уже полностью независимая обновленная версия программы.

До сих пор при создании чертежа ввод значений размеров и параметров каждой команды происходил в командной строке. При этом не было видно никакой связи между вводимым значением и его графическим представлением. В AutoCAD 2006 при вводе команд динамически отображаются размеры, которые не только наглядно воспроизводят текущие значения размеров, но и позволяют редактировать их прямо на чертеже. Аналогично, прямо в активной области чертежа выводится информация из командной строки и выпадающий список параметров текущей команды. Необходимость в постоянном присутствии на экране командной строки заметно уменьшилась.

В дополнение к давно существующей в AutoCAD истории введенных команд (Command History) теперь отдельно запоминаются значения вводимых пользователем точек. Выпадающее меню с этими значениями доступно по правому щелчку мыши.

Редактор аннотаций теперь позволяет корректировать текст непосредственно на чертеже. Прямо в момент редактирования пользователь может контролировать не только вводимый текст, но и его окончательное расположение и выравнивание на чертеже. В дополнение к этому редактор объектов DTEXT теперь включает в себя ряд функций MTEXT, таких как смена регистра, поиск в строке, вставка поля, управление атрибутами и т.п.

В версии 2006 продолжилось развитие редактора объектов MTEXT. Теперь полноценный редактор, похожий на редактор таблиц в AutoCAD 2005, имеет плавающую панель инструментов с линейкой и набором функций форматирования и всплывающее по щелчку правой кнопки мыши меню опций и второстепенных команд и функций. В числе прочих улучшений стоит отметить появление в MTEXT нумерованного и ненумерованного списков.

В новой версии редактор таблиц стал более наглядным. Во время редактирования таблицы теперь отображаются номера столбцов и строк, как это происходит в MS Excel. Данное новшество важно в случае использования в таблицах формул.

Менеджер стилей размеров претерпел, наряду с улучшениями, некоторые внешние изменения. Наиболее заметным является преобразование вкладки «линии и стрелки» в две отдельные вкладки «линии» и «символы и стрелки». Среди нововведений можно отметить возможность выбора типа для каждой выносной линии и возможность задать фиксированную длину выносных линий. Также появились два новых типа размеров – длина дуги и размер с изломом.

В том случае, если выделен размер, во всплывающем по щелчку правой кнопки мыши меню появилась новая команда – «переключить направление стрелок».

В AutoCAD 2006 появилось множество улучшений в модуле штриховок. Более понятным и простым стал дизайн диалогового окна штриховок и градиентов. Из трех вкладок диалога осталось две, а оставшаяся вкладка расширенных параметров теперь сделана в виде выдвигающейся части. Среди прочих новшеств следует отметить возможность задать начало объекта-штриховки. Также теперь можно выделить несколько замкнутых областей и создать для них отдельные объекты-штриховки, что может быть весьма полезно при работе с большими чертежами.

При создании или редактировании блока теперь можно указать, что блок должен масштабироваться по всем осям пропорционально. Свойство «запрет расчленения блока» позволяет защитить блок от мелких ненужных изменений. Приятной, хотя, наверное, и не самой важной, функцией является предварительный просмотр значка выбираемого блока при его вставке.

В части интерфейса Мастера извлечения атрибутов появилась возможность использовать шаблоны, что позволяет упростить и ускорить использование стандартных для пользователя схем извлечения атрибутов. Другим улучшением является возможность полного предварительного просмотра результатов извлечения

атрибутов. Если в прошлых версиях для составления таблицы из атрибутов необходимо было экспортировать их в отдельный файл и импортировать этот файл обратно, например, в таблицу спецификации, то теперь можно обойтись без внешних файлов.

Дополнительно в строке состояния появилась иконка обновления извлеченных атрибутов в таблице. При изменении значений атрибутов в блоках эта иконка активизируется и позволяет быстро обновить таблицу извлеченных атрибутов. Извлечение атрибутов возможно как из стандартных, так и из новых динамических блоков.

В AutoCAD 2006 появилось новое понятие – динамический блок. Средство для создания динамических блоков позволяет добавлять элементы динамики в уже созданные обычные блоки. Динамические блоки позволяют уменьшить количество объектов и упростить манипуляции с блоками в чертеже. Серьезным плюсом динамических блоков является возможность задания для одного и того же блока множества видов. К примеру, для одного типа болта можно задать ряд размеров, для двери – варианты правой, левой ориентации и открывание внутрь или наружу. Все это позволяет структурировать библиотеку стандартных элементов и сделать ее значительно более простой и управляемой. Для того чтобы создавать и использовать динамические блоки, от пользователя не требуется навыков программирования. Новая среда для создания динамических блоков включает в себя наборы готовых действий, атрибутов и ручек управления, позволяя создавать динамические блоки с помощью мыши.

Новая команда `join` позволяет объединять однородные, находящиеся на одной линии объекты типа линия, дуга, ломаная, сплайн и эллиптическая дуга в один объект. Также возможно объединение двух и более дуг в одну окружность или, соответственно, эллипс.

Команда смещения объекта очень полезна при создании таких повторяющихся объектов, как стены или параллельные прямые. Новые параметры в этой команде позволяют указать, удалять ли старый объект после создания нового и привязывать ли новый объект на слой оригинала. Кроме того, для команды `undo` можно задать, следует ли отменять каждую команду смещения отдельно или все повторяющиеся команды смещения разом.

Команда копирования теперь имеет опцию отмены последней операции копирования. Аналогичные новшества сделаны и в командах создания фаски и кромки. Теперь и эти команды имеют опцию отмены последней операции соответствующего типа.

Появившись в AutoCAD 2005, в 2006 версии поля данных получили некоторое развитие. В связи с появлением динамических блоков и формул в таблицах список доступных полей несколько расширился. Добавилось порядка десяти новых полей, которые содержат сводку атрибутов или отдельные свойства блоков и формулы.

Пользователи также могут теперь искать чертежи через стандартный инструмент поиска Windows, используя не только атрибуты файла, такие как название, тип, дата и т.д., но и текстовые строки в атрибутах, однострочном и многострочном тексте, таблицах и именах (например, именах слоев).

В тех случаях когда сеанс работы AutoCAD завершается некорректно вследствие программного или системного сбоя, пользователю предлагается при следующем запуске AutoCAD восстановить потерянный чертеж из сохраненных резервных копий. Менеджер восстановления файлов позволяет увидеть список резервных копий файлов чертежей, сравнить их и, выбрав наиболее подходящий, сохранить взамен потерянного чертежа.

Инструмент отправки отчета об ошибке практически полностью повторяет аналогичный инструмент компании Microsoft, который появился в MS Windows XP, но, в отличие от него, отправляет отчет непосредственно в компанию Autodesk. Исключение лишних экземпляров из цепочки ускоряет отклик производителя и способствует повышению уровня технической поддержки компании Autodesk.

Никаких изменений в формате файлов чертежей, по сравнению с прошлой версией, не произошло, то есть сохранена полная обратная совместимость с AutoCAD версий 2004 и 2005.

Впервые появившись в AutoCAD 2005, мастер миграции с предыдущих версий AutoCAD еще раз вернулся и в 2006 версии.

Библиотека objectARX для AutoCAD 2006, с использованием которой написано большинство приложений для платформы AutoCAD, бинарно совместима с версией objectARX для AutoCAD 2004/2005. Другими словами, большинство приложений под AutoCAD 2004/2005 без участия разработчиков будут работать и под AutoCAD 2006.

#### Основные функции AutoCAD 2007 относительно предыдущей версии

Добавлены новые инструменты по созданию и редактированию тел и поверхностей. С их помощью теперь вы можете создавать сложные твердотельные объекты, «лицо» которых может определяться целым комплексом различных поверхностей. Новый улучшенный

пользовательский интерфейс использует единое рабочее окружение для создания тел и поверхностей.

В AutoCAD 2007 реализована новая всплывающая панель «Концептуальный дизайн», в которую интегрированы все инструменты, касающиеся моделирования тел и поверхностей. AutoCAD 2007 использует уже известные и интуитивно понятные инструменты, основанные на технологии «ручек» – ОРТО, ОТСЛЕЖИВАНИЕ, ДИНАМИЧЕСКИЙ ВВОД. Только теперь они адаптированы для работы с телами и поверхностями, что позволяет быстро создавать и редактировать эти элементы.

В AutoCAD 2007 расширены возможности существующих ранее инструментов навигации в пространстве модели. Теперь можно «зуммировать» в режиме перспективного вида, «панорамировать» в «прозрачном» режиме и редактировать в режиме «Орбита». Новый режим «Обход» позволяет пройти по модели так же, как это делается в компьютерных играх. Новая функция камеры быстро делает снимки модели, с их помощью можно посмотреть, как будет выглядеть ваш проект с некоторых специфических точек.

Визуальные стили AutoCAD 2007 помогают подобрать внешний вид модели. В системе предусмотрено создание новых стилей наружных поверхностей, эффектов кромок, отображение материалов, теней и освещения, а также создание перспективных и параллельных видов.

Используя режимы анимации «Обход» и «Путь» в AutoCAD 2007, вы можете сначала обозначить интересные места в вашей модели, а затем создать путь обхода или просто «прогуляться с камерой» по этим точкам. Может быть сформирован анимационный файл с соответствующими эффектами. Используя анимацию в сочетании с различными визуальными стилями и режимами наложения теней, можно получить правильные и красивые визуальные эффекты.

В AutoCAD 2007 использована передовая технология по созданию фотореалистичных изображений – mental ray® (генератор воображаемых лучей). Эта мощная технология, используемая в Autodesk® 3ds Max®, теперь встроена в пользовательский интерфейс AutoCAD. Она позволяет легко и быстро создавать качественные фотореалистичные изображения.

Новые интерактивные инструменты по управлению источниками света в AutoCAD 2007 дают возможность быстро и точно разместить на чертеже точечные источники света или прожекторы на указанном расстоянии. Для точного позиционирования источника света, вы

можете использовать специальную «ручку». Результат действия виден по теням в реальном времени.

В AutoCAD 2007 появились новые возможности по нанесению материалов на объекты: просто возьмите материал из библиотеки и перенесите его на грани и поверхности объекта. Если в библиотеке материалов нет нужного, его быстро можно создать в редакторе материалов.

Новые инструменты AutoCAD 2007 «Сечения» и «Плоские снимки» дают возможность легко и быстро извлекать чертежную информацию из трехмерной модели. Инструмент «Сечение» динамически передвигает секущую плоскость по твердотельной модели или модели из поверхностей. Это позволяет быстро создавать различные рассеченные виды и использовать их для оформления 2D чертежей, на которые наносятся пояснительные обозначения и проставляются размеры.

Инструмент «Плоский снимок» позволяет автоматически преобразовать 3D модель в 2D иллюстрацию, что дает возможность быстро оформлять вспомогательную документацию.

Динамические блоки появились еще в AutoCAD 2006. В AutoCAD 2007 включен ряд дополнительных динамических блоков и несколько подробных уроков по их созданию.

Программное обеспечение AutoCAD 2007 дает новую возможность импортировать DWF файлы как подоснову (подложку) для создания новых чертежей. При этом сам DWF файл остается неизменным. Использование DWF файлов как подосновы помогает поддерживать целостность и точность визуальных чертежных данных при работе команды разработчиков. Одно из главных преимуществ DWF формата перед DWG – это маленький размер файлов DWF, с помощью которых вы получаете возможность более гибкого обмена информацией.

В AutoCAD 2007 появилась возможность публикации чертежей в формате Adobe PDF. Теперь нет необходимости использовать продукты третьих разработчиков для перевода файлов из DWG в PDF формат.

В AutoCAD 2007 изменен формат DWG файлов, теперь он отличен от формата файлов DWG 2004/2005/2006. В AutoCAD 2007 встроен тот же DWG формат, который используется в последних релизах продуктов Autodesk: Autodesk® Architectural Desktop, Autodesk Map 3D™, Autodesk® Civil 3D, AutoCAD Electrical и AutoCAD® Mechanical. Тем не менее, сохраняется возможность обмена данными между командами проектировщиков, работающих в предыдущих версиях продукта.

### Основные функции AutoCAD 2008 относительно предыдущей версии

В AutoCAD 2008 появилось такое свойство объектов, как масштаб обозначений. Вы можете установить текущий масштаб видового экрана или вида пространства модели, а затем применить его к каждому объекту, задав размер, положение и внешний вид на основе значения масштаба видового экрана. Другими словами, масштабирование обозначений теперь автоматизировано.

Возможности Диспетчера слоев AutoCAD 2008 дополнились переопределением цвета, веса и типа линий, а также стиля печати для каждого видового экрана по отдельности. Эти настройки можно легко включить или отключить по мере добавления или удаления видовых экранов.

Появилась возможность объединения данных из таблиц AutoCAD и Excel в единую таблицу AutoCAD. Такая таблица может поддерживать динамическую связь с обоими исходными приложениями, поэтому при обновлении данных и в AutoCAD, и в Excel появляются уведомления. При выборе уведомления данные сразу же обновляются в обоих исходных документах.

В Редакторе многострочного текста появилась возможность задания количества столбцов и распределения текста по этим столбцам. Также можно задать расстояние между текстовым столбцом и границей листа. Значения всех этих переменных настраиваются либо в диалоговом окне, либо интерактивно с помощью новых ручек управления многоколоночным текстом.

Новая панель содержит инструменты автоматического создания совмещенных выносок и задания ориентации выносок с примечаниями.

### Основные функции AutoCAD 2009 относительно предыдущей версии

Autodesk полностью изменил интерфейс AutoCAD 2009 так, чтобы ускорить выполнение задач, позволить пользователям без труда находить нужную команду и быстрее овладевать приемами работы.

Интерфейс ленты задач вместо традиционного меню и панелей инструментов дает возможность повысить общую производительность работы благодаря сокращению количества действий, требуемых для обращения к команде. Опции команд представляются в наглядном визуальном формате; вы можете быстро находить команды, имеющие прямое отношение к выполняемым в данный момент действиям. Переход между ними теперь происходит быстро и интуитивно. Лента может адаптироваться и расширяться, что позволяет гибко настраивать

ее под стандарты предприятия и потребности конкретных пользователей.

Видовой куб (ViewCube) представляет собой интерактивный инструмент для вращения и подбора пространственного отображения объемных и поверхностных моделей AutoCAD. При выборе грани, ребра или вершины куба на экране устанавливается соответствующая предопределенная ориентация модели. Если же щелкнуть на кубе и не отпускать кнопку мыши, модель можно свободно поворачивать в любом направлении. Видовой куб располагается в фиксированной позиции экрана и обладает высокой степенью наглядности. Он дополнит набор средств для работы с 3D моделями во всех продуктах Autodesk.

Штурвал (SteeringWheels) представляет собой инструмент для быстрого доступа к командам вращения по орбите, панорамирования, центрирования и зумирования. Штурвал допускает адаптацию, поэтому, например, можно добавить в него функцию обхода модели с записью изображения.

Просмотр нескольких файлов и работа с ними больше не является сложным и длительным процессом. В новом обозревателе меню можно перемещаться по файлам, рассматривать их образы, получать информацию о размерах файлов и их авторах. Недавно открывавшиеся файлы могут быть упорядочены по именам, датам и заголовкам.

Новая функция «рекордер операций» повышает скорость работы и производительность труда, автоматизируя часто выполняемые задачи без необходимости привлечения опытных специалистов по САПР. Рядовые пользователи могут сами записывать последовательности действий, добавлять текстовые сообщения и запросы ввода, а затем быстро выбирать и воспроизводить записанные файлы.

Новое диалоговое окно «Слои» делает процедуры назначения и редактирования свойств слоев более быстрыми и безошибочными. Изменения, внесенные в диалоговом окне, сразу же становятся видны на чертеже. Работать с диалоговым окном стало проще: теперь пользователь может управлять шириной каждого столбца таблицы так, чтобы были полностью видны и заголовок, и данные. Появилась возможность фиксации положения отдельных столбцов (например, имени слоя), в то время как все остальные столбцы прокручиваются в таблице.

Настраиваемое меню быстрого вызова свойств позволяет существенно сократить количество действий, необходимых для получения информации о свойствах объектов. При этом она

упорядочивается в соответствии с настройками, сделанными для конкретного проекта и пользователя.

Функция быстрого просмотра оперирует не именами файлов, а их образами. Она упрощает открытие нужного файла на нужной вкладке; о методе проб и ошибок при открытии файлов теперь можно забыть.

Программа Autodesk Design Review, бесплатное интегрированное средство для электронной проверки проектов и внесения пометок в них позволяет привлекать к проверке чертежей специалистов из любых точек земного шара.

#### Основные функции AutoCAD 2010 относительно предыдущей версии

Теперь можно воплощать любые идеи проекта, дав волю творческой мысли. Для создания сложных форм просто перемещайте грани, ребра и вершины.

Параметрические чертежи позволяют автоматически поддерживать взаимосвязи объектов. Существует возможность задания геометрических и объектных зависимостей: например, параллельные линии автоматически остаются параллельными, а концентрические окружности всегда имеют общий центр.

Можно не просто создавать фотореалистичные изображения проектов, но и воплощать их в реальность. Физические макеты проектов создаются путем вывода на 3D-принтер (собственный или принадлежащий специализированной компании, оказывающей услуги 3D-печати).

Стал меньше размер публикуемых PDF-файлов, добавилась поддержка шрифтов TrueType. Новые возможности импорта и использования в качестве подложек позволяют добавлять PDF-файлы непосредственно в чертежи AutoCAD, сохраняя возможность привязки к распознаваемым AutoCAD примитивам.

Введенные улучшения помогли упростить создание и редактирование динамических блоков. Благодаря усовершенствованному отображению и выделению объектов инструменты работы с динамическими блоками существенно сокращают время выпуска документации.

Также AutoCAD претерпел ряд дополнительных улучшений:

- справочная система с анимацией примеров работы функций;
- исправление слиянием с фоном для внешних ссылок;
- новые средства измерений (дистанция, площадь, объем и пр.);
- конвертирование сплайна в полилинию;
- улучшенные мультивыноски;

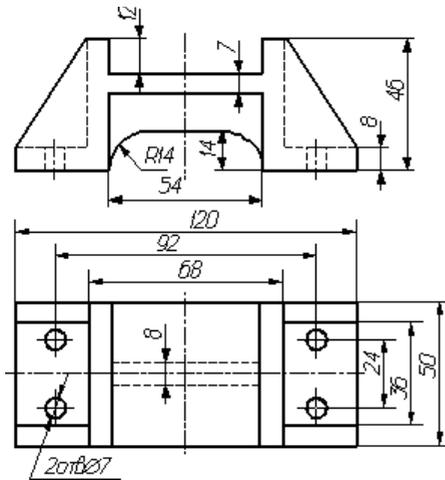
- при повороте видового экрана виды объектов также поворачиваются;
- усовершенствованный выбор 3D объектов и подобъектов;
- цифровая подпись файлов.

Выпуск AutoCAD 2010 состоялся в январе 2010 года, на момент написания пособия локализованная версия продукта на рынке не была доступна.

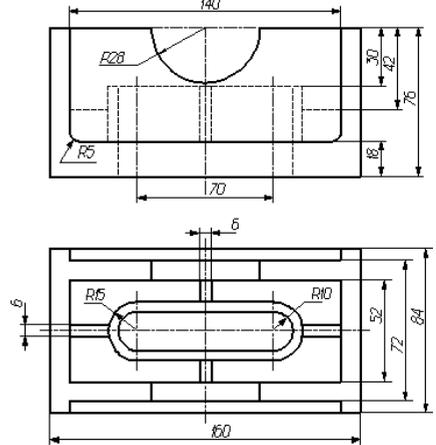
Приложение В  
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание №1

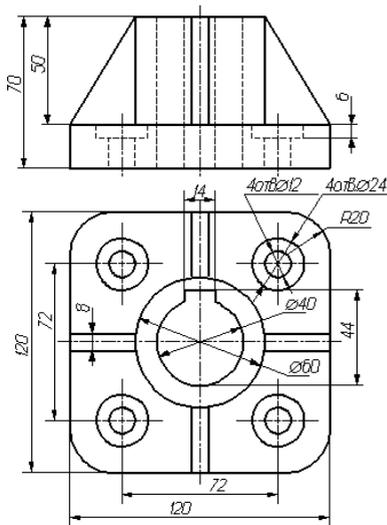
Вариант 1



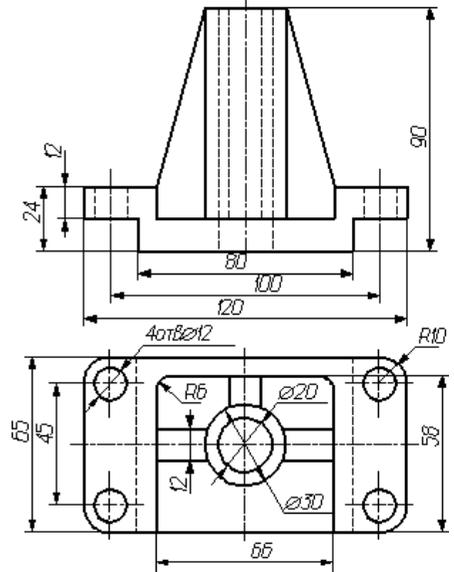
Вариант 3



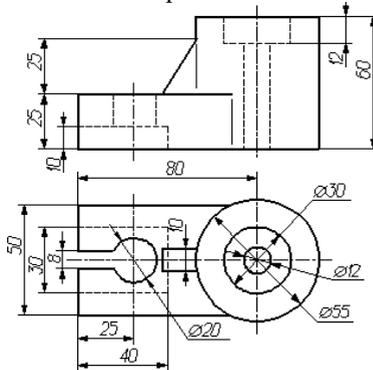
Вариант 2



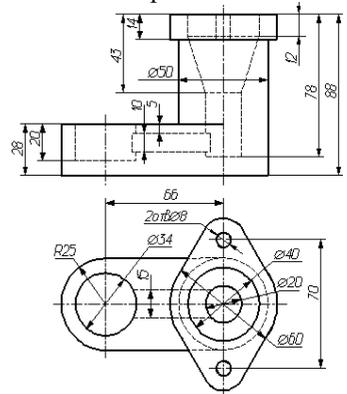
Вариант 4



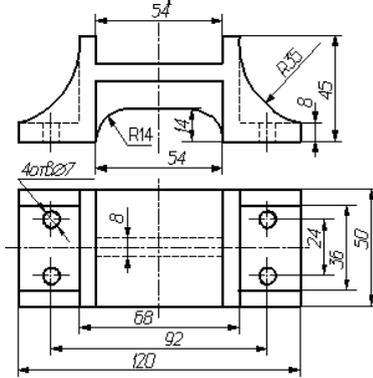
Вариант 5



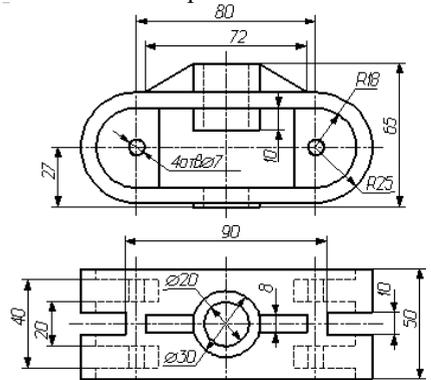
Вариант 8



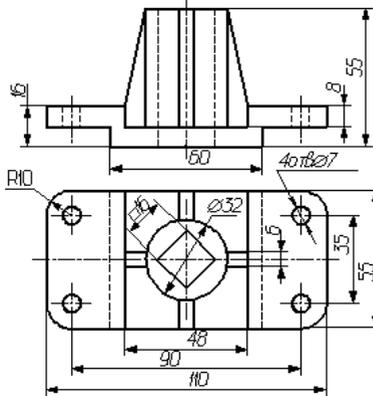
Вариант 6



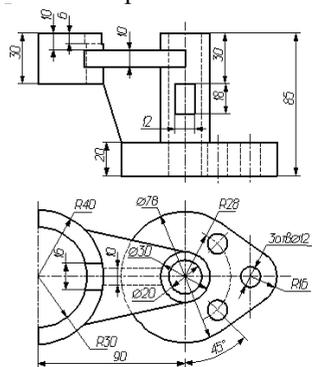
Вариант 9

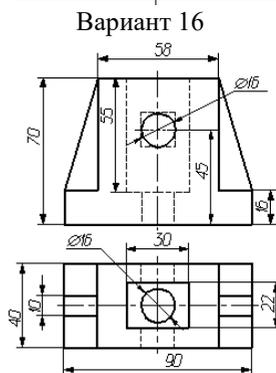
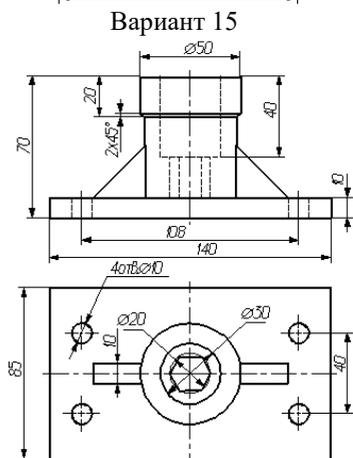
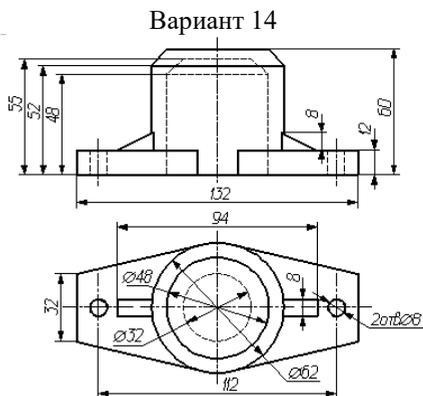
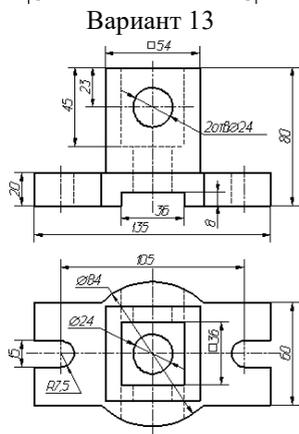
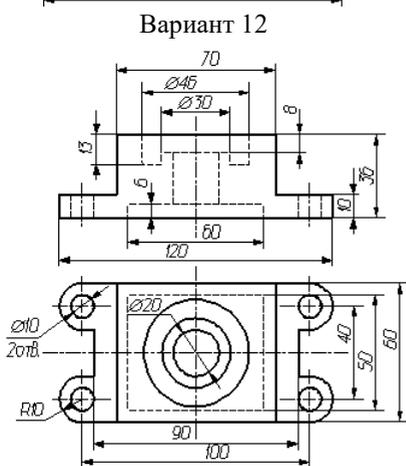
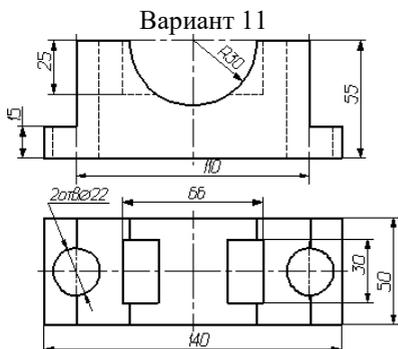


Вариант 7



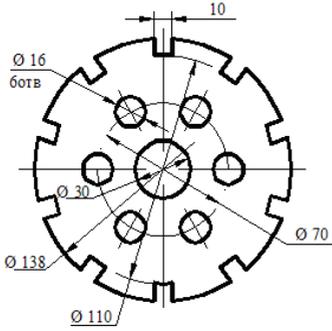
Вариант 10





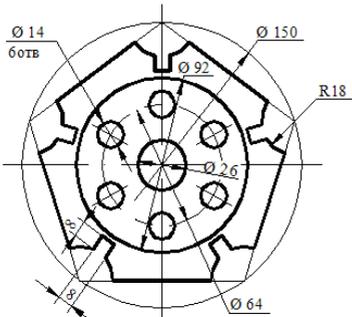
Задание №2

Вариант 1



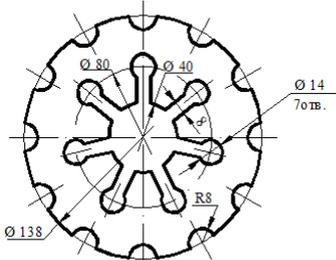
Прокладка

Вариант 2



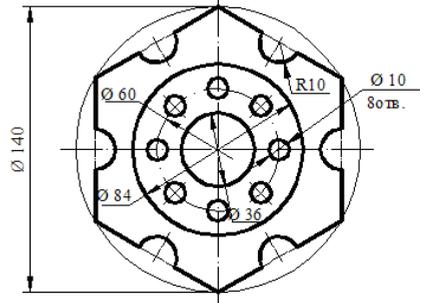
Крышка

Вариант 3



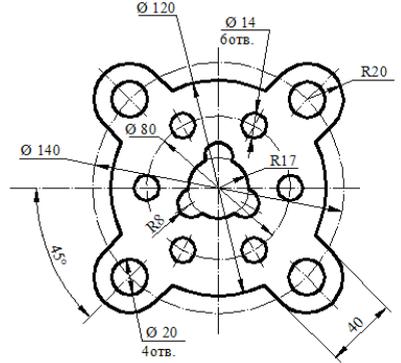
Прокладка

Вариант 4



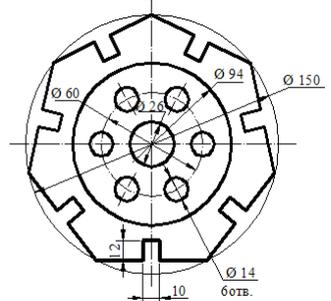
Пластина

Вариант 5

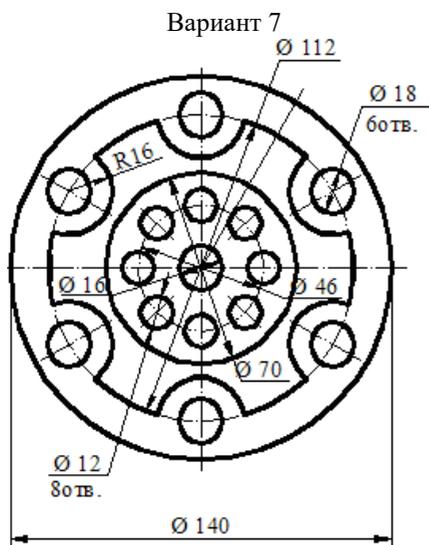


Фланец

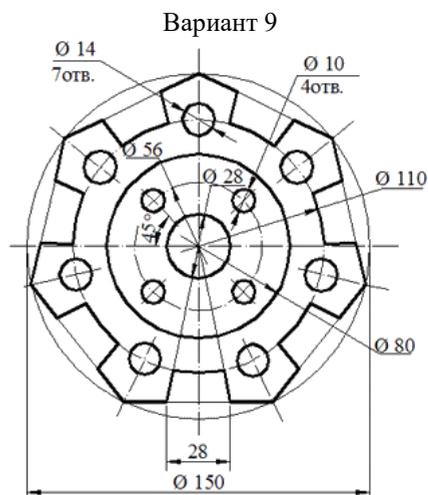
Вариант 6



Пластина

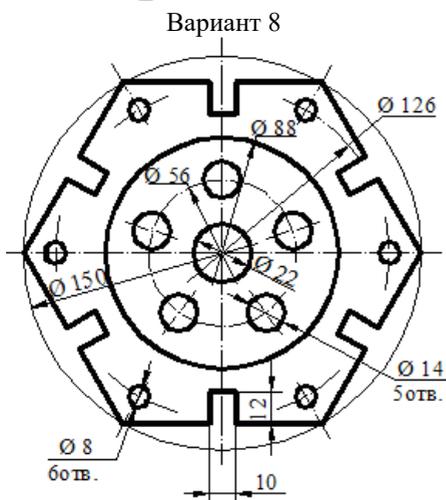


Крышка

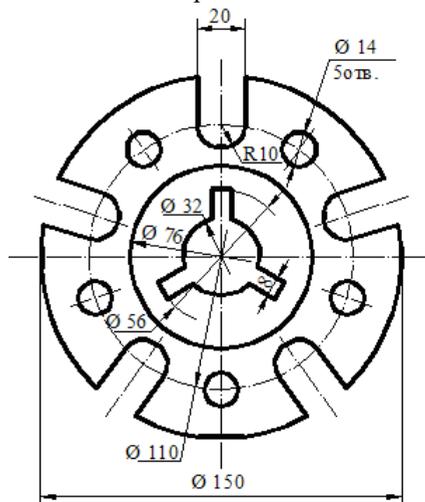


Решетка

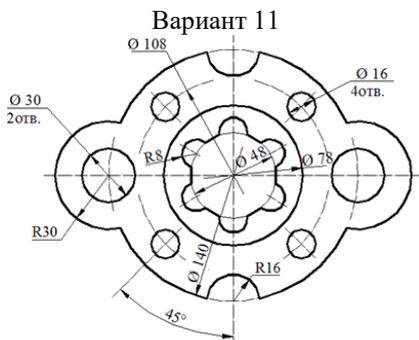
Вариант 10



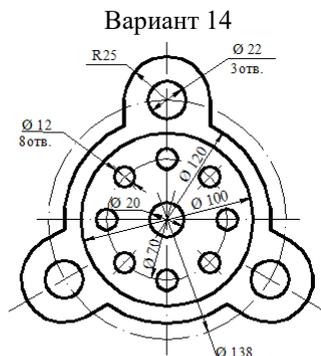
Пластина



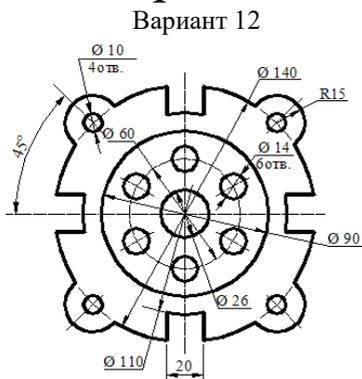
Фланец



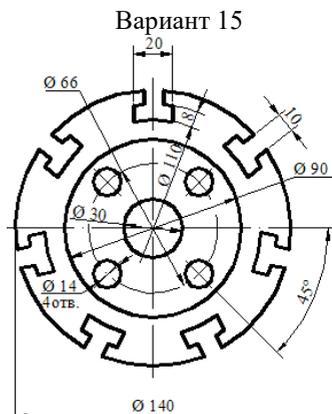
**Крышка**



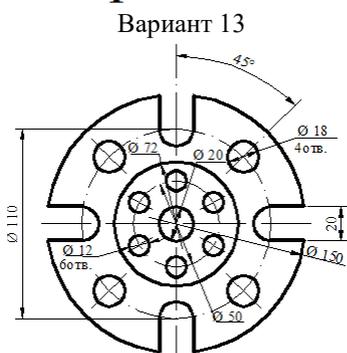
**Фланец**



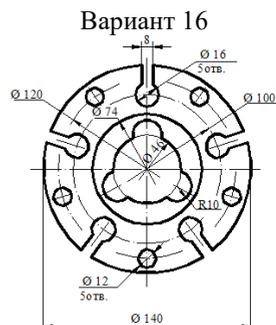
**Крышка**



**Пластина**



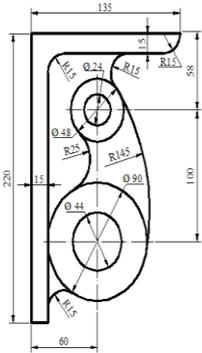
**Фланец**



**Прокладка**

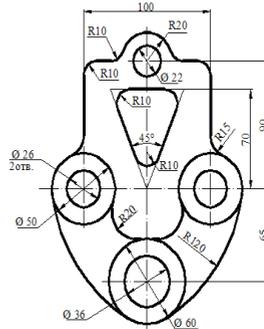
Задание №3

Вариант 1



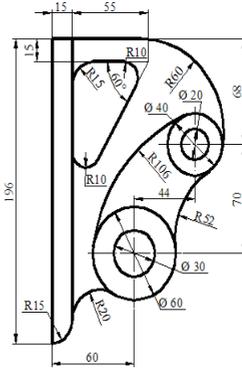
Кронштейн

Вариант 4



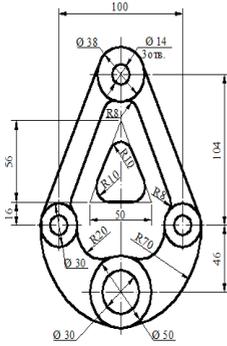
Подвеска

Вариант 5



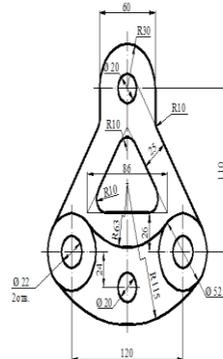
Кронштейн

Вариант 2



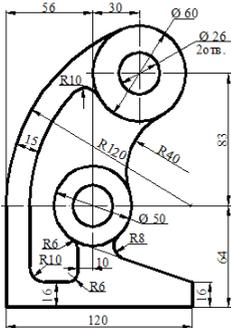
Подвеска

Вариант 6

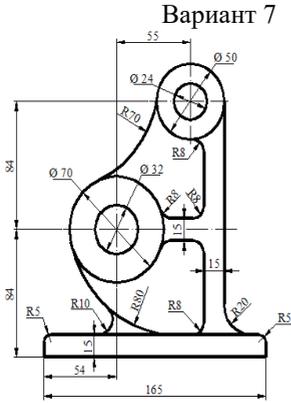


Подвеска

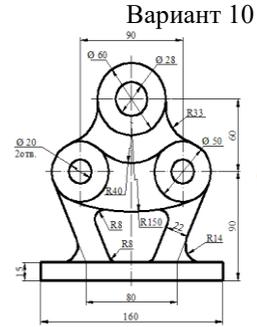
Вариант 3



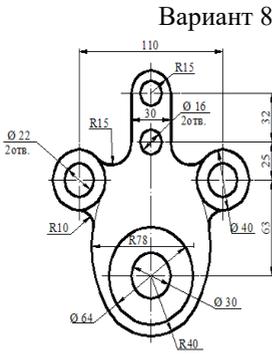
Станина



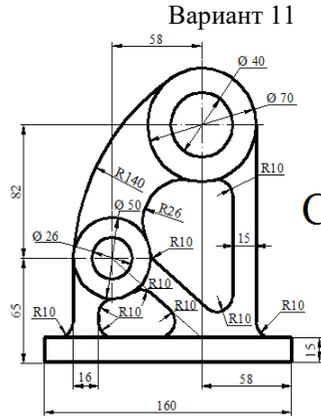
Станина



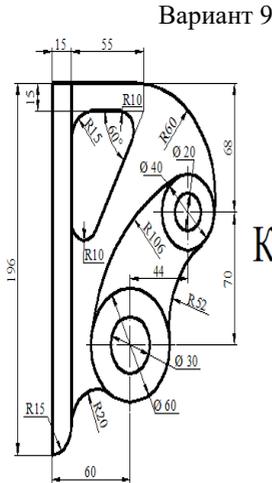
Станина



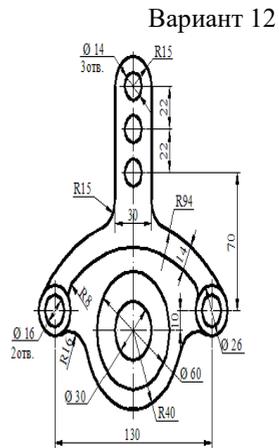
Подвеска



Станина

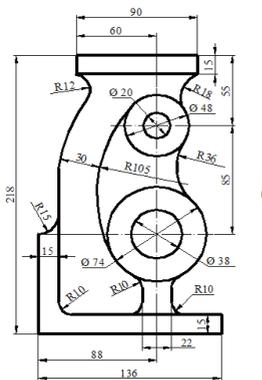


Кронштейн

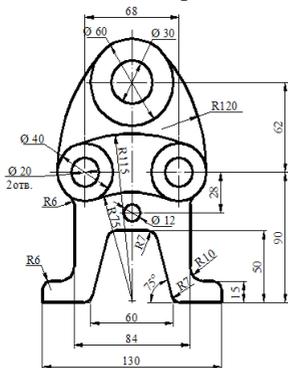


Подвеска

Вариант 13



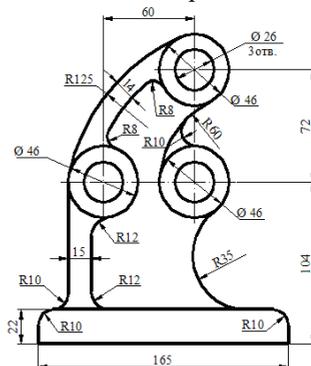
Вариант 14



Станина

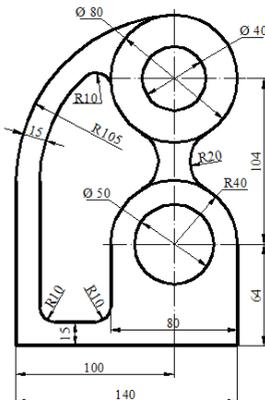
Станина

Вариант 15



Опора

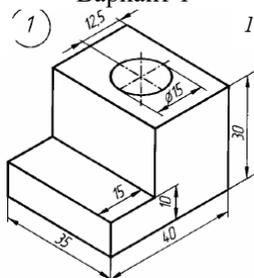
Вариант 16



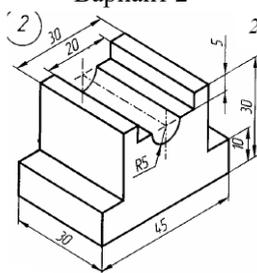
Корпус

Задание №4

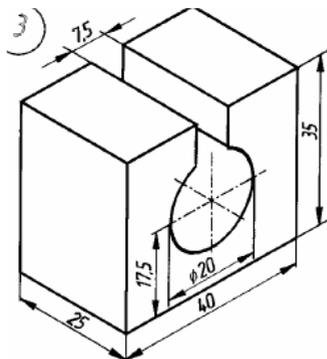
Вариант 1



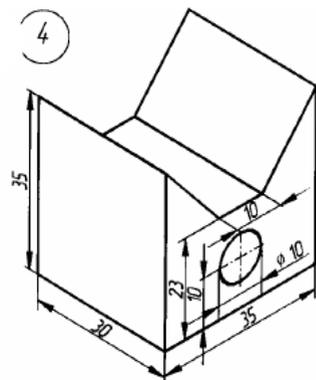
Вариант 2



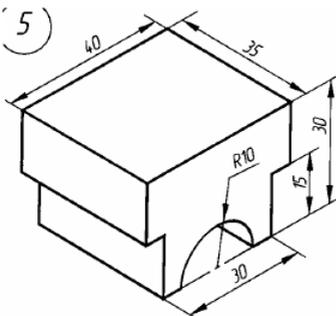
Вариант 3



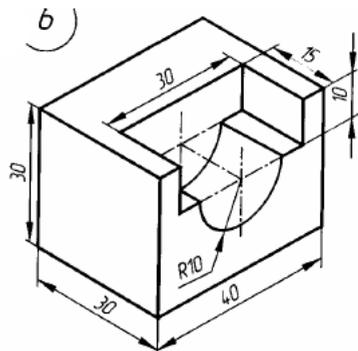
Вариант 4



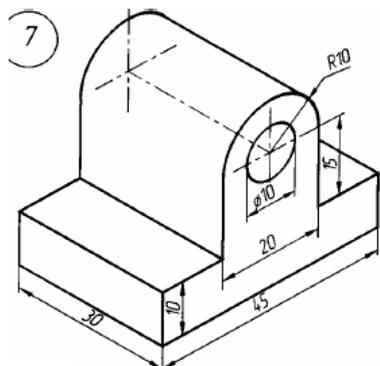
Вариант 5



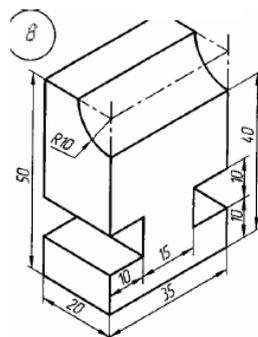
Вариант 6

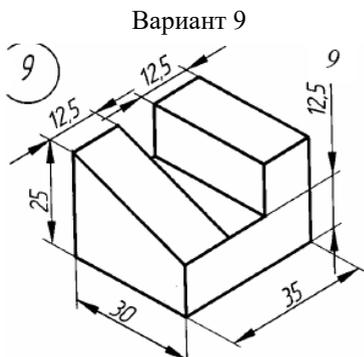


Вариант 7

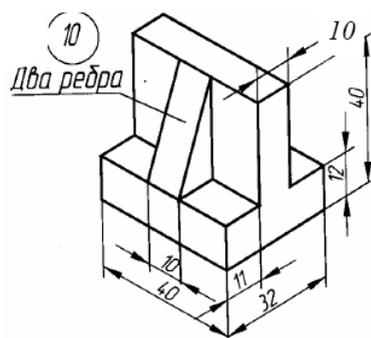


Вариант 8

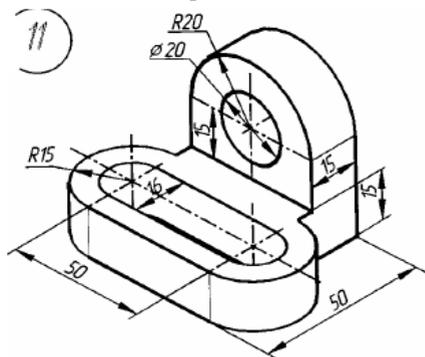




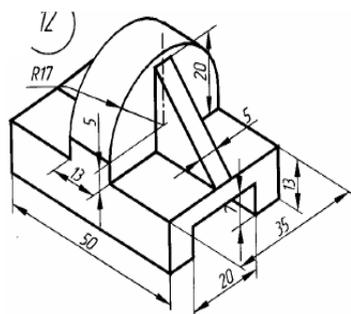
Вариант 10



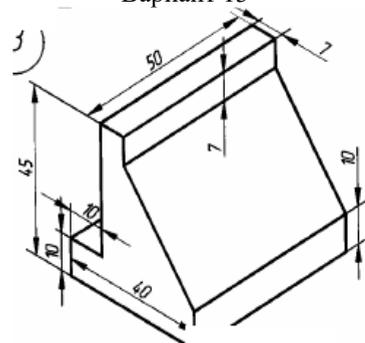
Вариант 11



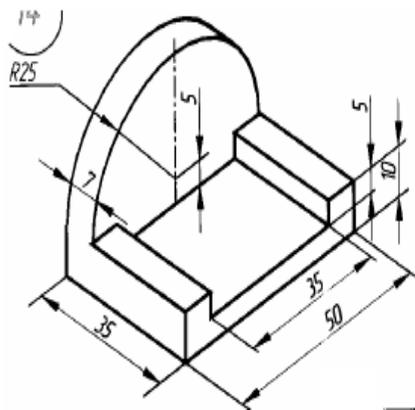
Вариант 12



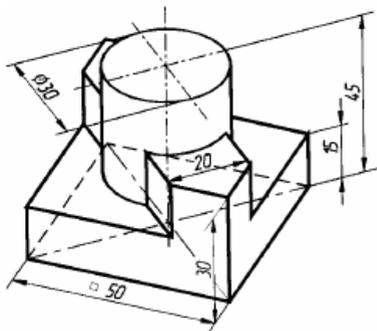
Вариант 13



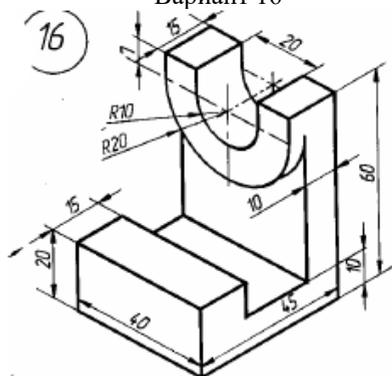
Вариант 14



Вариант 15

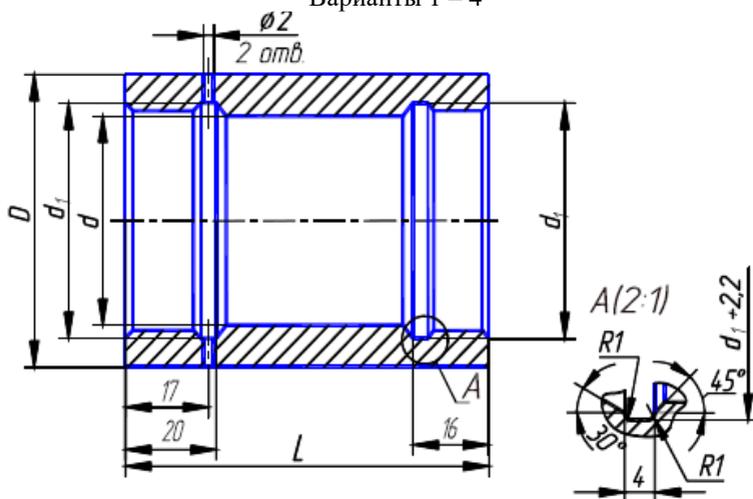


Вариант 16



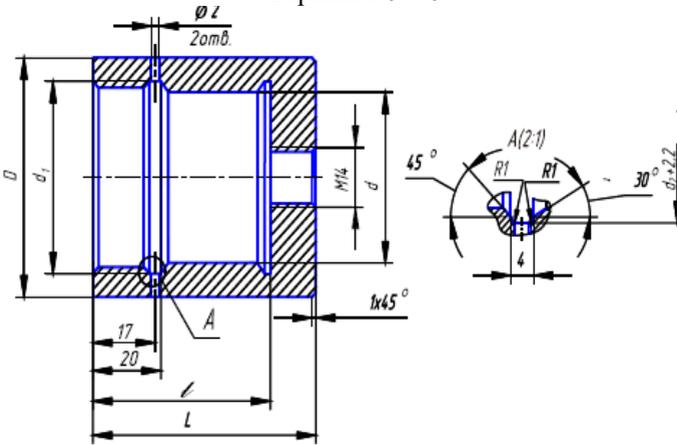
Задание №5

Варианты 1 – 4



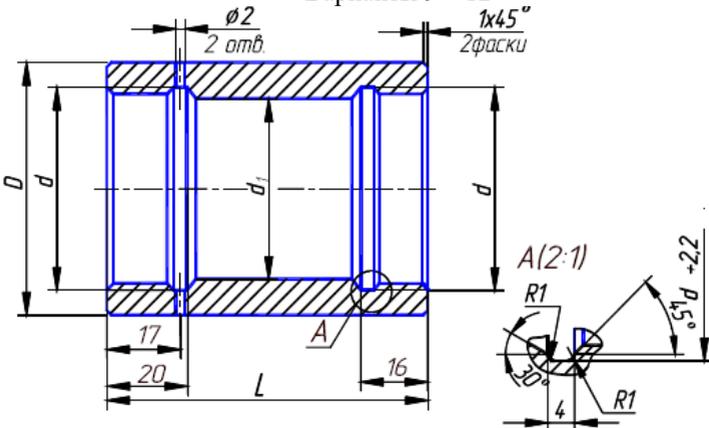
Вариант 1	$D=56$	$L=72$	$d=40$	$d_1=M45 \times 1,5$
Вариант 2	$D=67$	$L=85$	$d=50$	$d_1=M56 \times 1,5$
Вариант 3	$D=80$	$L=85$	$d=63$	$d_1=M68 \times 1,5$
Вариант 4	$D=105$	$L=87$	$d=80$	$d_1=M85 \times 1,5$

Варианты 5 – 8



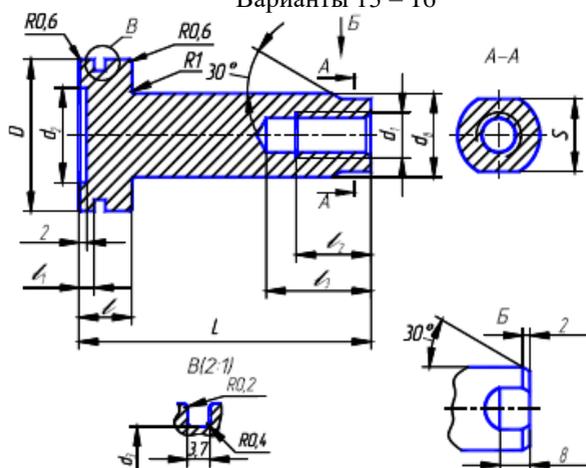
Вариант 5	$D=56$	$L=59$	$l=47$	$d=40$	$d_1=M45x1,5$
Вариант 6	$D=67$	$L=65$	$l=55$	$d=50$	$d_1=M56x1,5$
Вариант 7	$D=80$	$L=70$	$l=59$	$d=63$	$d_1=M68x1,5$
Вариант 8	$D=105$	$L=73$	$l=60$	$d=80$	$d_1=M85x1,5$

Варианты 9 – 12



Вариант 9	$D=56$	$L=82$	$d=M45x1,5$	$d_1=40$
Вариант 10	$D=67$	$L=90$	$d=M56x1,5$	$d_1=50$
Вариант 11	$D=80$	$L=95$	$d=M68x1,5$	$d_1=63$
Вариант 12	$D=105$	$L=97$	$d=M85x1,5$	$d_1=80$

Варианты 13 – 16



Вариант 13	$D=40$	$L=80$	$d_6=22$	$d_1=M12$	$d_2=25$	$d_3=35$
Вариант 14	$D=50$	$L=90$	$d_6=25$	$d_1=M16$	$d_2=34$	$d_3=45$
Вариант 15	$D=63$	$L=94$	$d_6=32$	$d_1=M20$	$d_2=45$	$d_3=58$
Вариант 16	$D=80$	$L=97$	$d_6=36$	$d_1=M24$	$d_2=60$	$d_3=75$
Вариант 13	$l=14$	$l_1=4$	$l_2=20$	$l_3=28$	$S=19$	
Вариант 14	$l=14$	$l_1=4$	$l_2=25$	$l_3=32$	$S=22$	
Вариант 15	$l=18$	$l_1=6$	$l_2=30$	$l_3=40$	$S=30$	
Вариант 16	$l=18$	$l_1=6$	$l_2=40$	$l_3=50$	$S=32$	