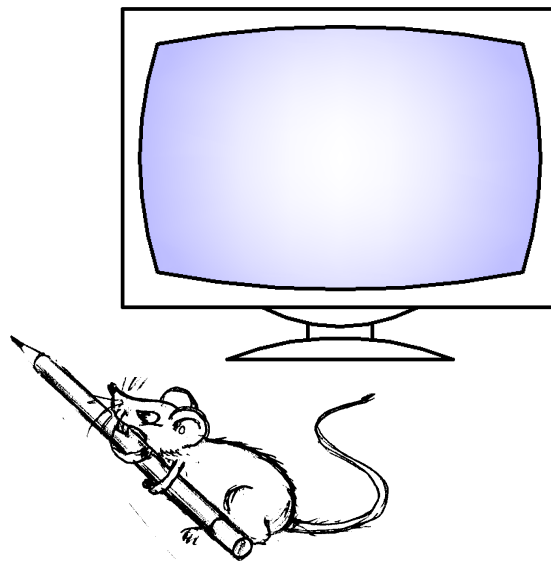


**Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный
университет (СибАДИ)»**



О.А. Мусиенко, О.М. Третьяк, И.И. Ширлина

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Учебное пособие

Омск – 2017

УДК 514.18:004.92
ББК 22.151.34:32.973.26-018.2
М91

Согласно 436-ФЗ от 29.12.2010 «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» данная продукция маркировке не подлежит.

Рецензенты:

начальник отдела искусственных сооружений С.В. Козырев (ОАО проектно-изыскательского института ТюменьДорПроект);
канд. техн. наук, доц. В.Е. Русанов (СибАДИ)

Работа утверждена редакционно-издательским советом СибАДИ в качестве учебного пособия.

Мусиенко, Ольга Алексеевна.

М91 Геометрическое компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.А. Мусиенко, О.М. Третьяк, И.И. Ширлина. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2017. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/fulltext/esd345.pdf>, свободный после авторизации. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-00113-009-3.

Рассмотрены основные приемы работы в графическом редакторе AutoCAD, примеры построения чертежей.

Имеет интерактивное оглавление в виде закладок.

Рекомендовано для обучающихся всех специальностей, направлений и форм обучения, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий.

Работа выполнена на кафедре «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика».

Текстовое (символьное) издание (5,2 МБ)
Системные требования : Intel, 3,4 GHz ; 150 МБ ; Windows XP/Vista/7 ; DVD-ROM ;
1 ГБ свободного места на жестком диске ; программа для чтения pdf-файлов
Adobe Acrobat Reader ; Google Chrome

Редактор И.Г. Кузнецова

Издание первое. Дата подписания к использованию 09.06.2017

Издательско-полиграфический комплекс СибАДИ. 644080, г. Омск, пр. Мира, 5
РИО ИПК СибАДИ. 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2017

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия обязательным условием выполнения чертежей при проектировании зданий и транспортных сооружений стало оформление их с помощью компьютера. AutoCAD является одной из самых мощных современных программ, позволяющих создавать сложнейшие чертежи строительных и машиностроительных конструкций.

В данном пособии предлагается изучение графического редактора AutoCAD с помощью методического комплекса, состоящего из практических рекомендаций и теоретического материала. Результатом освоения материала данного пособия является выполнение графических работ. Для оптимального изучения программы из всего разнообразия команд, режимов и других инструментов AutoCAD предлагаются к ознакомлению лишь самые необходимые, которые рассматриваются при пошаговом выполнении графических работ.

1. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ AUTOCAD

Система AutoCAD разработана американской фирмой Autodesk в начале 80-х гг. Каждый год на рынке появляются новые версии программы. С 1999 г. после нескольких первых версий программы, работавших в DOS, была разработана 15-я версия AutoCAD (AutoCAD 2000) под Windows 95.

Для использования AutoCAD 2014 необходим компьютер с двухъядерным процессором 2,2 ГГц (с поддержкой SSE2), с оперативной памятью 2 Гбайт, на винчестере необходимо иметь 250 Гбайт под программное обеспечение и не менее 2 Гбайт для временных файлов, появляющихся во время сеансов работы. Также необходимо оставить место для хранения создаваемых файлов.

1.1. Начало работы

При запуске программы используют ярлык  или кнопку **Пуск** → **Все программы** → **Autodesk** → **AutoCAD 2014**. После загрузки программа предлагает выбрать режим работы с помощью окна **Создание нового чертежа** (рис. 1). При создании нового чертежа можно выбрать один из возможных режимов работы: **Открытие чертежа**; **Простейший шаблон**; **По шаблону**; **Вызов мастера**.

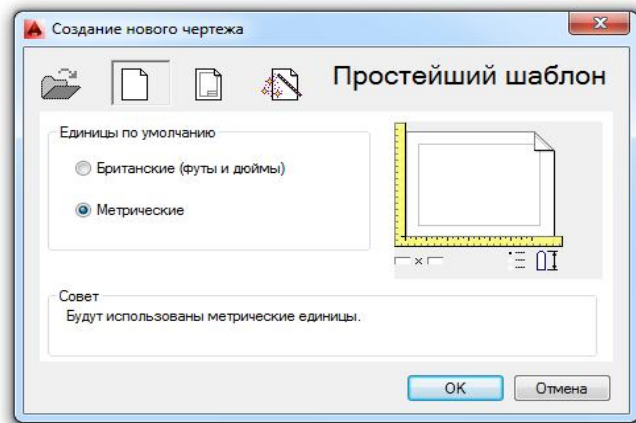


Рис. 1. Начальное окно

Не имея шаблона чертежа, соответствующего ГОСТам ЕСКД, начинающий пользователь может создать свой первый чертеж в режиме **Создание нового чертежа**, выбрав метрические единицы измерения и задав границы чертежа. При необходимости это окно будет появляться при создании нового чертежа после задания команды **Startup** → 1.

1.2. Пользовательский интерфейс

Начав свой первый чертеж с простейшего шаблона, пользователь оказывается перед главным экраном программы (рис. 2). Последние версии программы AutoCAD предлагают интерфейс с лентами команд.

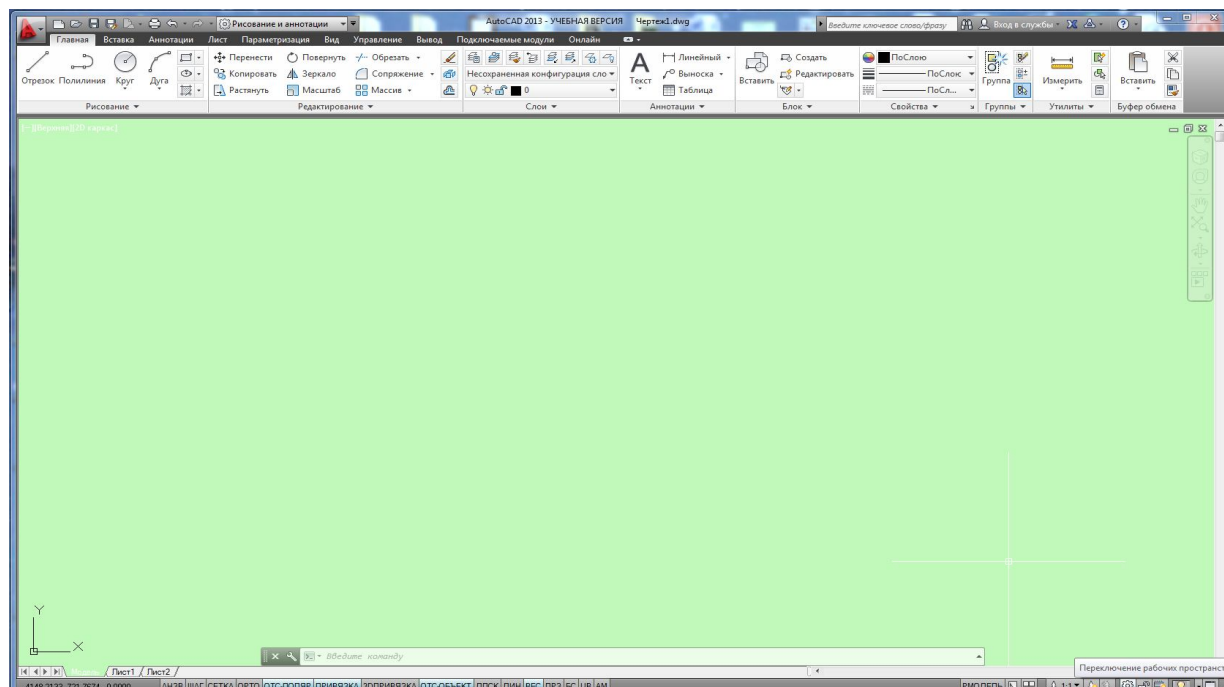


Рис. 2. Интерфейс графического редактора AutoCAD 2014

Однако можно создать свой собственный интерфейс с удобным для работы набором панелей (рис. 3). Для этого в нижней части интерфейса можно вызвать переключение рабочих пространств кнопкой . Затем, выбрав из появившегося списка позицию **Классический AutoCAD**, можно удалить лишнее и выбрать панели **Стандартная, Слои, Свойства, Рисование, Редактирование, Сведения, Рабочие пространства, Объектные привязки**. Список панелей появляется при нажатии правой кнопки мыши на любой из панелей. Дальнейшее объяснение будет обращаться к классическому интерфейсу, созданному и сохраненному последовательностью команд **Сервис → Рабочие пространства → Сохранить текущее как...** Рассмотрим элементы созданного классического интерфейса.

В свободной области (в середине экрана) – в *графической зоне* – наносят элементы чертежа.

Верхняя строка экрана – *падающее командное меню*: **Файл, Правка, Вид, Вставка, Формат, Сервис, Рисование, Размеры, Редактировать, Параметризация, Окно, Справка**. Для вызова необходимой команды щелчком левой кнопки мыши открывают падающее меню, выбрав соответствующую страницу из указанных выше.

В нижней части экрана расположены кнопки вкладок **Модель, Лист 1, Лист 2**. Они используются при переключении между пространствами модели и листа.

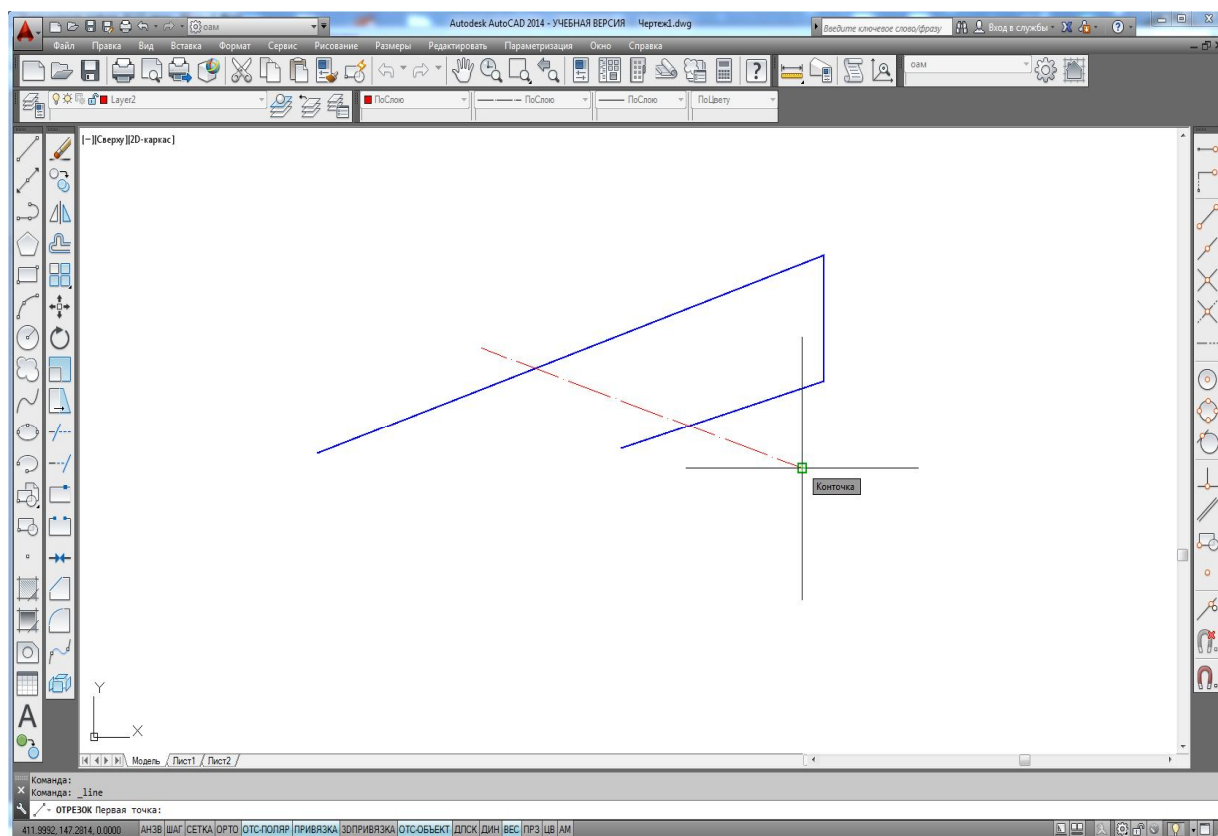


Рис. 3. Классический интерфейс

Ниже строки вкладок расположена область, через которую происходит диалог пользователя с системой. В последних версиях программы ее можно удалить или восстановить командами **Сервис** → **Командная строка** (Ctrl+9).

Ниже зоны командных строк находится строка режимов, в которой расположены счетчик координат и кнопки режимов. Из всего разнообразия, щелкнув правой кнопкой мыши в режимной строке, можно отобразить на интерфейсе только необходимые для работы режимы (рис. 4):

- **ШАГ** – привязка к сетке (F9);
- **СЕТКА** – отображение сетки на экране (F7);

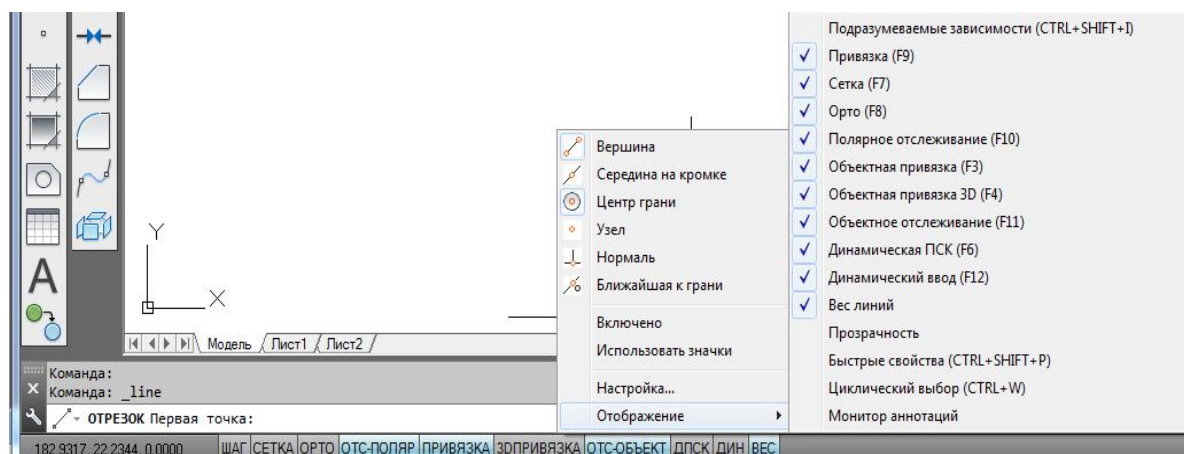


Рис. 4. Настройка режимной строки

- **ОРТО** – прямоугольная привязка (F8);
- **ОТС-ПОЛЯР** – полярное отслеживание (F10);
- **ПРИВЯЗКА** – объектная глобальная привязка (F3);
- **3D ПРИВЯЗКА** – объектная глобальная привязка 3D (F4);
- **ОТС-ОБЪЕКТ** – объектное отслеживание (F11);
- **ДПСК** – динамическая пользовательская система координат (F6);
- **ДИН** – динамический ввод данных (F12);
- **ВЕС** – вес (толщина) линий.

Настройку шага сетки, величины угла трассировки линий, выбор глобальных привязок можно выполнить, выбрав окно **Настройка...** щелчком правой кнопки мыши в режимной строке (см. рис. 4). Наиболее удобным для дальнейшего выполнения графических работ является сочетание режимов, показанное активным на рисунке. Масштаб отображения толщины (веса) линии корректируют в окне **Параметры весов линий**, которое открывают с помощью операций **Формат → Веса линий...**

1.3. Использование мыши

Левая кнопка мыши в AutoCAD, так же как и в других современных программах, является кнопкой выбора. То есть если нужно выбрать команду в падающем меню, нужную пиктограмму, указать точки при выполнении графического объекта или выделить примитив для редактирования, то используют левую кнопку мыши (такое использование в литературе часто называют щелчком мыши, а в данном пособии будет обозначаться ЛКМ).

Правую кнопку мыши часто используют для обращения к контекстному меню. Контекстное меню при щелчке правой кнопкой мыши (в дальнейшем изложении ПКМ) в различных областях интерфейса отличается по содержанию:

- на любой панели интерфейса вызывает список панелей программы AutoCAD (рис. 5);
- в командной строке щелчок ПКМ позволяет вызвать окно **Параметры...** программы AutoCAD. В этом окне, открыв вкладку **Экран**, можно изменить цвет экрана, величину курсора и мишени (рис. 6);
- в графической зоне содержание контекстного меню зависит от выполняемой в данный

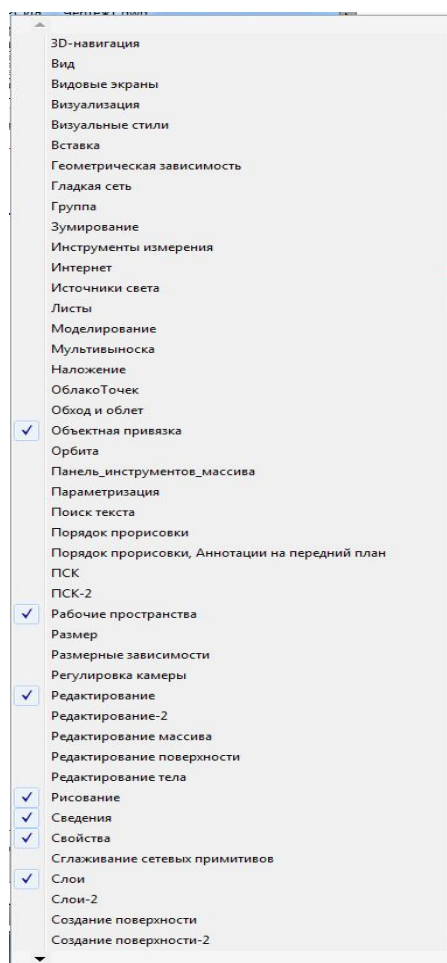


Рис. 5. Список панелей

момент операции. Например, при выполнении команды **Круг** щелчок ПКМ в графической зоне откроет контекст данной команды (рис. 7), что позволит выбрать нужную опцию в этом контекстном меню щелчком ЛКМ.

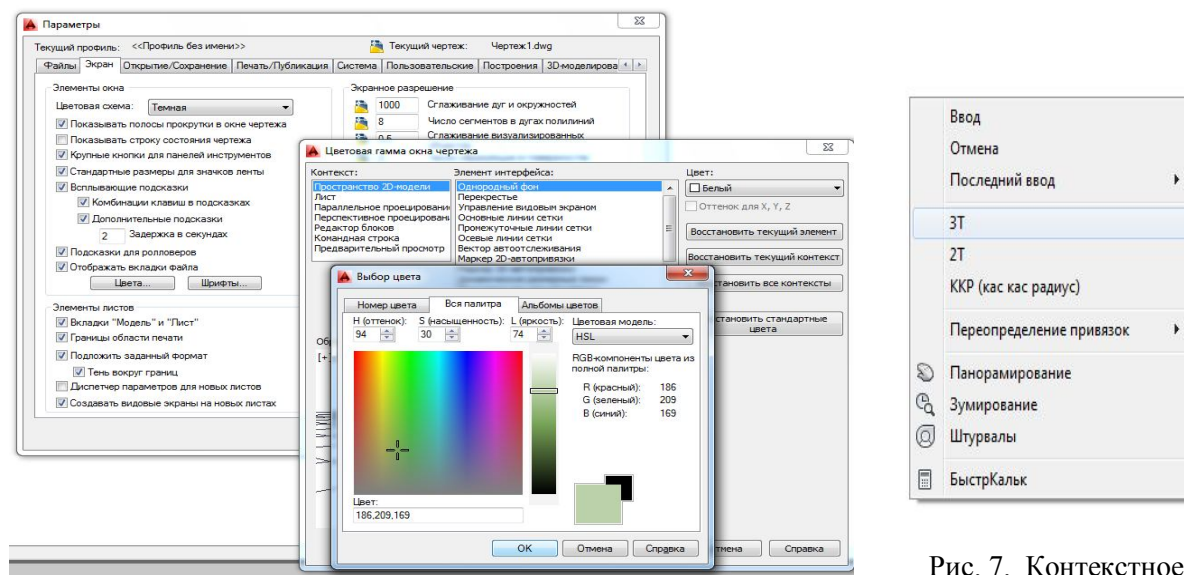


Рис. 6. Окно **Параметры...**

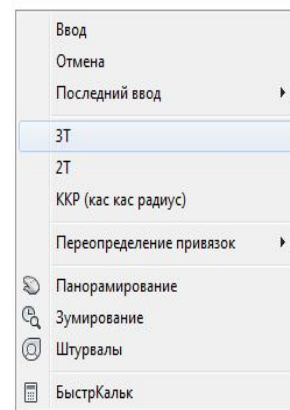


Рис. 7. Контекстное меню команды **Круг**

1.4. Управление изображением на экране

Для перемещения и изменения величины изображения на экране используют кнопки, расположенные на стандартной панели , а также горизонтальную и вертикальную линейки прокрутки.

С помощью кнопки **Панорамирование в реальном времени**  изображение передвигают по экрану. После активизации данной команды курсор изменяет свой вид и его перемещают по экрану нажатием и удержанием ЛКМ. При этом вместе с курсором передвигается все изображение.

Кнопка **Зумирование в реальном времени**  позволяет увеличивать и уменьшать изображение на экране. Для этого щелчком мыши на данной кнопке активизируют команду и затем перемещают курсор в поле чертежа. Величина изображения будет увеличиваться и уменьшаться при диагональных движениях нажатой и удержанной ЛКМ.

Возврат к предыдущему окну просмотра осуществляется с помощью кнопки **Показать предыдущий**  панели **Стандартная**.

Третьей кнопкой в ряду кнопок зумирования и панорамирования расположена групповая кнопка . Если нажать и удерживать на ней ЛКМ, то появится панель с девятью опциями (рис. 8). Эти команды, как и все команды панорамирования и зумирования, являются прозрачными, то есть их использование не требует прерывания выполнения других команд.

Опция **Показать рамкой** позволяет двумя щелчками ЛКМ показать диагональные углы рамки, которая будет увеличена до размеров графической зоны.

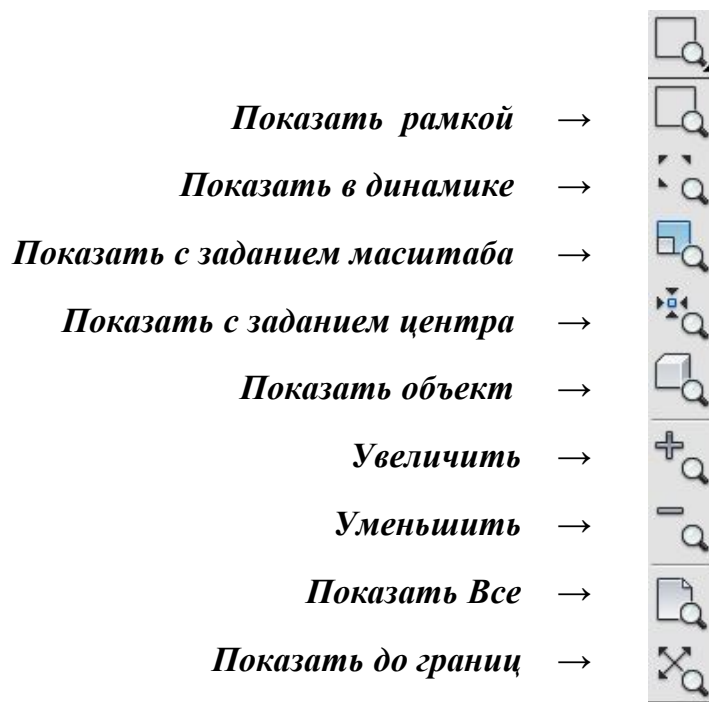


Рис. 8. Меню зумирования экрана

Опция ***Показать в динамике*** позволяет в динамическом режиме выбрать новое окно просмотра.

Опция ***Показать с заданием масштаба*** позволяет изменять масштаб изображения на экране в соответствии с масштабом, выбранным самим пользователем.

При выборе опции ***Показать с заданием центра*** система запрашивает центр и затем вертикальный размер будущего окна.

Опция ***Показать объект*** позволяет увеличить выбранный объект до границ экрана.

С помощью опции ***Увеличить*** происходит увеличение изображения на экране в 2 раза (по умолчанию).

С помощью опции ***Уменьшить*** происходит уменьшение изображения на экране в 2 раза (по умолчанию).

Опция ***Показать Все*** позволяет показать все выполненные объекты и границы чертежа.

Опция ***Показать до границ*** позволяет показать все выполненные на данном чертеже объекты, выбирая прямоугольник окна просмотра по границам этих объектов.

1.5. Общие приемы выполнения чертежа

Операции выделения объектов для редактирования выполняют:

– с помощью *рамки*: щелчком ЛКМ указывают 2 точки на экране, выполняя рамку слева направо, при этом выделяются объекты, попавшие внутрь рамки;

– с помощью *секущей рамки*: щелчком ЛКМ указывают 2 точки на экране, выполняя рамку справа налево. При этом выделяются все объекты, пересеченные рамкой и попавшие в нее;

– с помощью щелчка мыши на данном объекте.

Существуют и другие приемы выбора объектов.

Во время выполнения какой-нибудь операции редактирования выбор объектов можно осуществлять после запроса системы в командной строке **Выбрать объекты**. Выбор объектов завершается нажатием клавиши ↵ *Enter*.

Нажатие, удерживание ролика мыши и одновременное смещение курсора помогает двигать весь чертеж по экрану. Простое вращение ролика мыши увеличивает или уменьшает размер отображения чертежа на экране.

1.6. Способы ввода команд

Команды программы AutoCAD можно вызвать несколькими способами:

– выбором соответствующего пункта падающего меню;

– щелчком мыши на пиктограмме соответствующей панели команд;

– выбором нужного пункта экранного (контекстного) меню;

– набором на клавиатуре названия команды в командной строке (в ответ на запрос программы **Команда:**). Название команды можно набирать как на русском, так и на английском языке и вводить её нажатием клавиши ↵ *Enter*;

– в последних версиях программы выбор опции команды можно выбрать как в контекстном (экранном) меню, так и щелчком мыши прямо в командной строке (рис. 9). Также опцию команды можно ввести в командной строке, набрав

буквы или цифры, которые в нужной опции в командной строке выделены прописными (большими) буквами.

Если в ответ на запрос программы **Команда:** сразу нажать клавишу ↵ *Enter*, то AutoCAD повторит вызов предыдущей команды. Прервать выполнение команды можно, нажав на клавишу *Esc* или ↵ *Enter*.

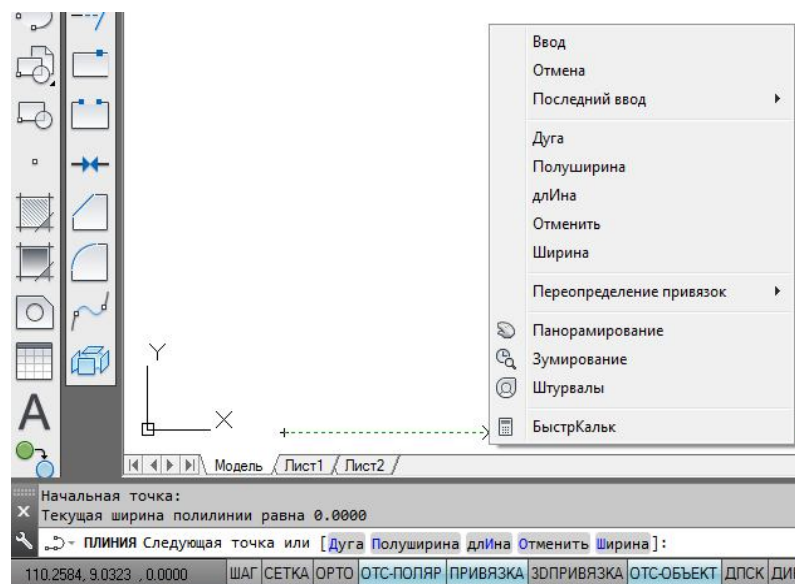


Рис. 9. Выбор опции команды **Полилиния**

1.7. Способ ввода точек. Использование привязок

Выполнение чертежей по размерам как «от руки», так и в среде AutoCAD требует обеспечения точности. Для этого система AutoCAD предлагает различные способы ввода точек, использование объектных привязок, пользовательской системы координат и др.

Кроме непосредственного ввода точек на экране с помощью щелчка мыши можно использовать иные способы ввода координат точек. При вводе точек с клавиатуры необходимо последовательно указать координаты X,Y на запрос системы в командной строке, например,

43.3,55.7

В этом случае числовые значения X и Y разделены запятой.

При необходимости используют относительный ввод координат с клавиатуры

@25.5,33.2

При этом новая точка будет введена относительно предыдущей со сдвигом по оси x на 25,5 мм и по оси y на 33,2 мм. Относительный ввод обеспечивает знак @. Числа могут быть как положительными, так и отрицательными.

Если известна длина прямой и угол ее наклона к оси x, то используют относительный ввод в полярных координатах с клавиатуры

@44.2<30

В этой строке @ – знак относительного ввода, далее вводится длина отрезка и после знака < (угол наклона) этого отрезка относительно положительного направления оси x.

Возможен также ввод точек с помощью объектной привязки. Привязкой в компьютерной графике называют перемещение курсора в одну из характерных точек уже построенных объектов (например, в центр окружности, к концу отрезка, в точку пересечения объектов и т.д.).

Доступ к различным функциям привязок осуществляют разными способами. Если необходимо длительное использование определенного набора привязок, то нажимают кнопку **Привязка** в строке режимов. Выбор необходимых привязок выполняют в диалоговом окне **Режимы рисования** вкладка **Объектные привязки** (рис. 10). Диалоговое окно открывают щелчком правой кнопкой мыши в области одной из кнопок режимов рисования.

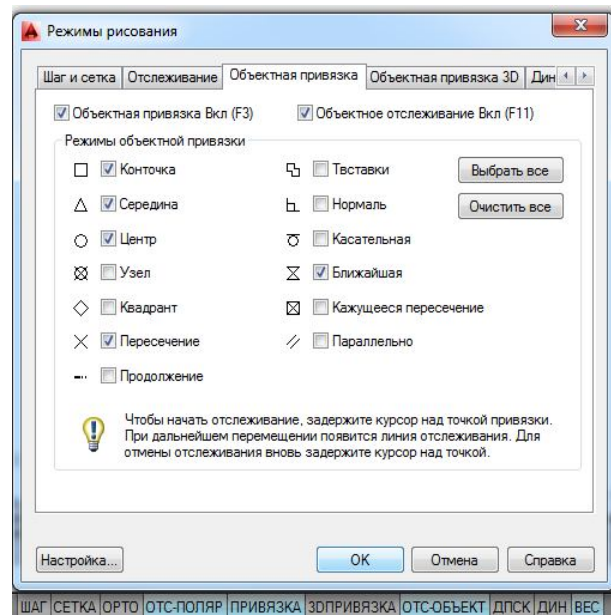


Рис. 10. Окно **Режимы рисования**

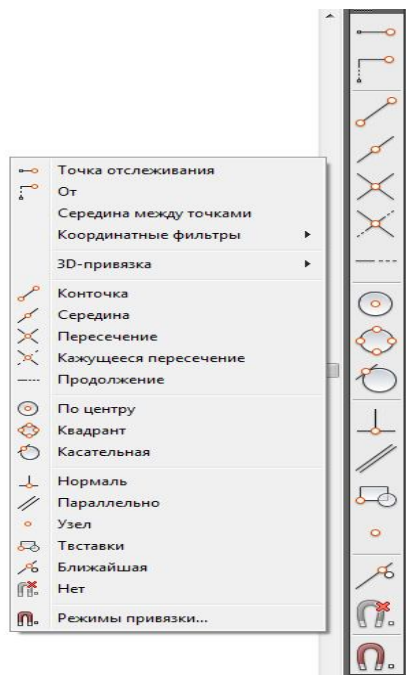


Рис. 11. Панель и контекстное меню *Объектные привязки*

Временные привязки, действующие на один щелчок мыши, выбираются либо на панели **Объектные привязки**, либо в контекстном меню, которое открывается щелчком ПКМ + *Shift* в графическом поле экрана (рис. 11).

Выбор большого количества глобальных привязок часто мешает использованию конкретной привязки. В этом случае выбор нужной привязки достигается нажатием клавиши *Tab* на клавиатуре.

Наиболее удобно сочетание глобальных привязок, показанных на рис. 10, и включение при необходимости временных привязок, таких как **Нормаль**, **Параллельно**, **От**, **Координатные фильтры** и др. Их подробное использование рассмотрено в последующем описании графической работы.

2. СОЗДАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Для выполнения чертежей необходимо уметь выполнять геометрические элементы, в компьютерной графике называемые примитивами. К простым примитивам относят такие элементы чертежа, как точка, отрезок, окружность, дуга, прямая, луч, эллипс, сплайн, текст и др.

К сложным примитивам относятся: полилиния, мультилиния, мульти-текст, размер, выноска, допуск, вхождение блока и внешней ссылки и т.д. В этом пособии рассмотрены наиболее часто употребляемые примитивы.

2.1. Отрезок

Для построения отрезка на чертеже, как и всех рассматриваемых далее команд, необходимо вызвать данную команду одним из перечисленных способов: выбором команды **Отрезок** в падающем меню **Рисование**, на панели инструментов выбором пиктограммы  или набором команды **Отрезок** в командной строке. Для дальнейшего изучения команд будем указывать только такое описание последовательности, как **Рисование** → **Отрезок**.

После вызова команды в командной строке появляется первый запрос:

Первая точка:

Точку указывают щелчком мыши в графической зоне экрана (для этого используют привязки) или набором координат (X, Y, Z) в командной строке.

После указания первой точки система выводит очередной запрос:

Следующая точка или [Отменить]:

Система предлагает выбор. Его можно осуществить с помощью контекстного меню, вызванного правой кнопкой мыши в графической зоне экрана. Это избавит пользователя от набора команды на клавиатуре. Содержание контекстного меню зависит от команды, выполняемой в данный момент. Для продолжения работы команды **Отрезок** в контекстном меню будут такие варианты: **Ввод**, **Отмена**, **Последний ввод**, **Отменить**, **Панорамирование**, **Зумирование**. Пункты **Ввод**, **Отмена** заканчивают работу команды (в данный момент они равносильны), команда **Отменить** отменяет последнюю введенную точку. Пункты **Панорамирование**, **Зумирование** вызывают прозрачные команды, т.е. прерывающие на время действие работающей команды. Эти команды позволяют изменить масштаб отображения на экране.

Если последовательно указать вторую и третью точки, на экране появится запрос:

Следующая точка или [Замкнуть /Отменить]:

После построения ломаной линии, состоящей из двух отрезков, система предлагает на выбор завершение команды, ввод следующей точки или возможность замкнуть линию, выбрав начальную точку.

2.2. Окружность

Рисование окружностей выполняется с помощью команды **Круг**  по-следовательно **Рисование** → **Круг**. При вызове команды появляется запрос:

Центр круга или [3Т/2Т/ККР (кас кас радиус)]:,

где центр круга нужно выбрать по умолчанию, а пункты, данные внутри квадратных скобок, означают построение окружности соответственно:

3Т – по 3 точкам, задающим окружность;

2Т – по 2 диаметрально противоположным точкам;

ККР – по радиусу касательно к двум указанным объектам (рис. 12).

Если будет указана точка центра, система предложит следующий запрос:

Радиус круга или [Диаметр]:

Радиус можно указать щелчком ЛКМ непосредственно в графической зоне. Можно ввести число в командной строке, закончив ввод клавишей **Enter**.

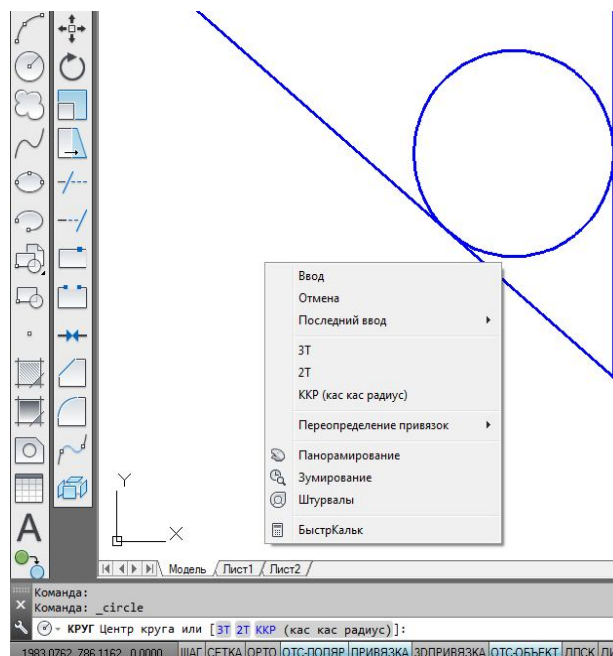


Рис. 12. Выполнение окружности с помощью опции **ККР**

2.3. Дуга

Команда **Дуга**  может быть введена с помощью последовательности **Рисование** → **Дуга**.

Первый запрос системы после ввода команды будет:

Начальная точка дуги или [Центр]:

Далее можно выбрать центр дуги или по умолчанию задать начальную точку дуги. Если в данный момент нажать клавишу **Enter**, то в качестве начальной будет принята конечная точка последнего объекта и система построит дугу, касательную к этому примитиву (это касается только отрезков и дуг).

Если на запрос будет введена начальная точка, то последует запрос:

Вторая точка дуги или [Центр/Конец]:

Если указать вторую точку, то система запрашивает:

Конечная точка дуги:

После ввода точки дуга будет построена.

2.4. Прямая

Конструкционная прямая, в отличие от отрезка, – бесконечная в обе стороны линия. Вызов команды осуществляется последовательностью **Рисование** → **Прямая** . После вызова команды появляется первый запрос:

Укажите точку или [Гор/Вер/Угол/Биссект/Отступ]:

Сделав выбор, можно провести горизонтальную, вертикальную, расположенную под заданным углом, биссекторную прямую или линию, параллельную другой прямой. По умолчанию прямую задают вводом двух точек. Для горизонтальной и вертикальной линий достаточно ввода одной точки. При построении биссектрисы система запросит последовательно вершину угла, точку на первом

луче и точку на втором луче. Опция **Отступ** строит прямые линии, параллельные отрезкам, лучам и другим прямым (рис. 13). Ее первый запрос будет:

Величина смещения или [Точка] <1.0000>:

Указав величину смещения числом в командной строке или щелчком ЛКМ после выбора опции **Точка**, пользователь получит следующий запрос:

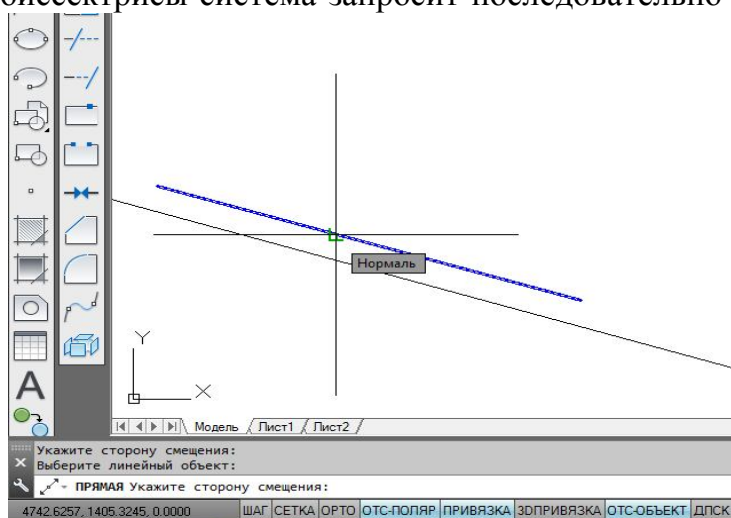


Рис. 13. Построение прямой с помощью команды **Рисование** → **Прямая** → **Отступ**

Выберите линейный объект:

Необходимо указать прямую, отрезок или луч и далее ответить на запрос:

Укажите сторону смещения:

На этот запрос указывают сторону относительно базового объекта, в которой строят параллельную прямую.

2.5. Сплайн

Команда **Сплайн** , позволяющая чертить линию, которая проходит через заданные точки, осуществляется последовательностью **Рисование** → **Сплайн**. После вызова команды система указывает текущие настройки (например: **Способ** = *Определяющие Узлы* = *Хорда*) (рис. 14, а) и дает первый запрос:

Первая точка или [Способ/Узлы/Объект]:

можно ввести точку, затем вторую, после которой следующие запросы для данного способа будут:

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

Способ **УВ** позволяет строить линию более гладкой и проводить ее на расстоянии допуска от указанных точек (рис. 14, б).

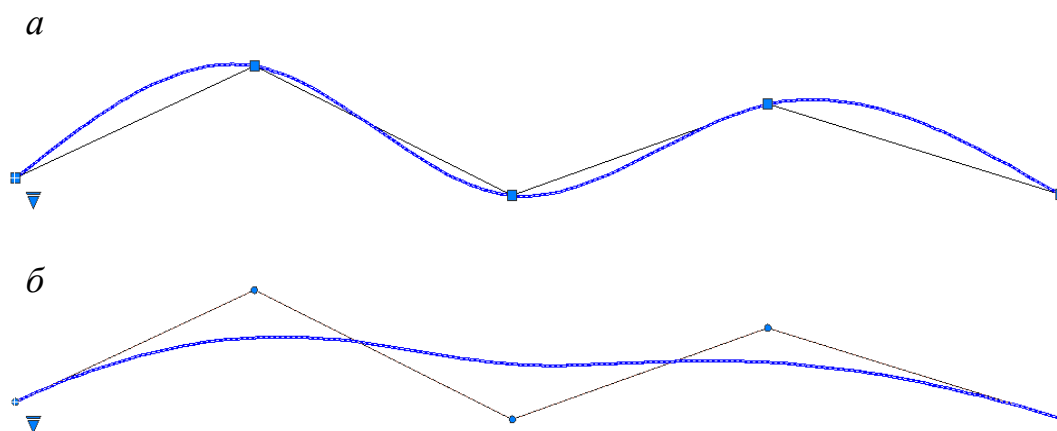


Рис. 14. Выполнение сплайна способами: а – *Определяющие*; б – *УВ*

Если на первый запрос выбрать опцию **Объект**, то система переходит в режим преобразования ранее построенных и сглаженных с помощью опции **Сплайн** полилиний. По окончании выбора объектов (полилиний) они преобразуются в примитивы «сплайны».

2.6. Полилинии

Система AutoCAD предлагает к использованию полилинии, такие как: прямоугольник, правильный многоугольник, полилиния и др. Полилинии воспринимаются системой как единый объект. Поэтому для редактирования элементов, принадлежащих полилиниям, этот сложный примитив следует разрушить с помощью команды **Расчленить**  панели (или падающего меню) **Редактирование**.

2.6.1. Прямоугольник

Создание прямоугольников осуществляется с помощью команды **Прямоугольник**  панели (или падающего меню) **Рисование**. Первый запрос системы будет:

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

При выборе одной из опций возможны операции (рис. 15):

- **Фаска** – выбор величин сторон фаски, снимаемой в каждом углу прямоугольника;
- **Уровень** – задание уровня расположения прямоугольника по оси *z* трехмерного пространства;
- **Сопряжение** – задание радиуса скругления, выполняемого в каждом углу прямоугольника;
- **Высота** – задание высоты выдавливаемого прямоугольника при построениях в трехмерном пространстве;
- **Ширина** – задание толщины линии прямоугольника.

Если указать точку, то она будет первой угловой точкой прямоугольника, и следующим запросом будет указание второй, расположенной по диагонали, точки:

Другой угол или [Площадь/Размеры/Поворот]:

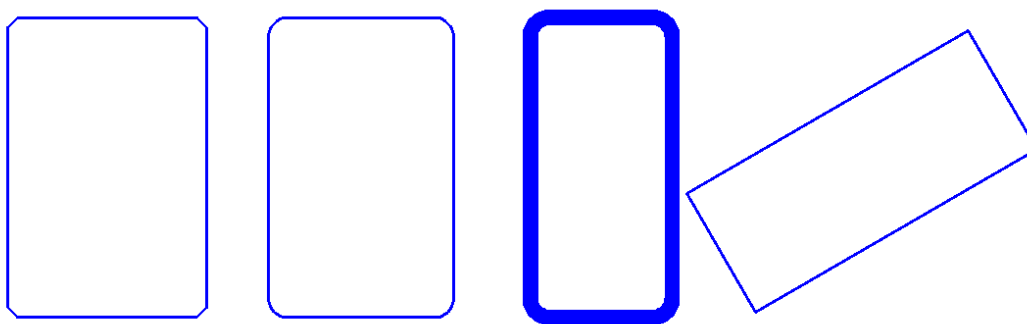


Рис. 15. Прямоугольники, выполненные с помощью команды **Прямоугольник** и опций **Фаска**, **Сопряжение**, **Ширина**, **Поворот**

Все параметры, измененные во время сеанса работы, сохраняют свои настройки до следующего изменения.

2.6.2. Многоугольник

Правильный многоугольник выполняют с помощью команды **Многоугольник**  падающего меню **Рисование**. Первый запрос системы после вызова команды будет:

Число сторон <4>:

Следующий запрос после ввода числа сторон многоугольника:

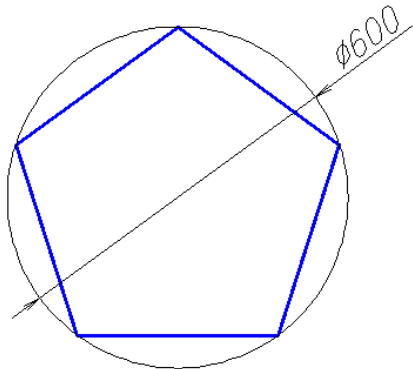
Укажите центр многоугольника или [**Сторона**]:

Если выбрать опцию **Сторона**, то система запросит положение вершин многоугольника, расположенных на одной стороне. В случае указания центра многоугольника последует запрос:

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

Опция **Вписанный в окружность** соответствует размеру диаметра окружности, описанной вокруг многоугольника (рис. 16, а); опция **Описанный вокруг окружности** соответствует диаметру окружности, вписанной в многоугольник (рис. 16, б).

а



б

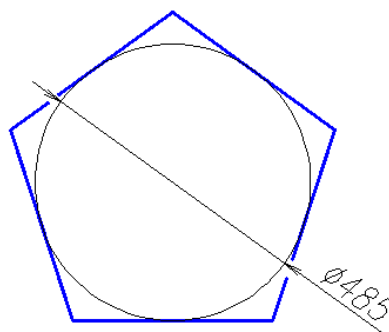


Рис. 16. Опции команды **Многоугольник**: а – **Вписанный в окружность**; б – **Описанный вокруг окружности**

2.6.3. Полилиния

При выполнении полилинии создается сложный примитив, состоящий из последовательно связанных участков прямых линий и дуг. Полилиния воспринимается системой при редактировании как единый объект.

Полилинию выполняют с помощью последовательности операций **Рисование** → **Полилиния** . На первый запрос системы после вызова команды **Начальная точка**:

следует указать положение первой точки полилинии. Следующий запрос будет:

Текущая ширина полилинии равна 0.0000

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

Если в этот момент указать положение следующей точки, то будет вычерчен отрезок. Для создания криволинейного участка полилинии необходимо выбрать опцию *Дуга*. При этом программа предлагает несколько способов выполнения дуги:

Конечная точка дуги или [Угол/ Центр/ Направление/ Полуширина/ Линейный/ Радиус/ Вторая/ Отменить/ Ширина]:

Полилиния – примитив, который может иметь ненулевую толщину. Выбор опций *Ширина* или *Полуширина* позволит чертить отрезки и дуги с изменяющейся толщиной линии, что удобно для выполнения стрелок и других графических эффектов (рис. 17).



Рис. 17. Выполнение полилинии с прямолинейными и дугообразными сегментами различной ширины

2.6.4. Штриховка

Команда *Штриховка* позволяет штриховать область, ограниченную замкнутыми и разомкнутыми линиями, указывая точки внутри замкнутого контура или путем выбора объектов границы штриховки. После активизации этой команды с помощью пункта *Штриховка*  меню *Рисование* открывается диалоговое окно *Штриховка и градиент* с двумя вкладками (рис. 18).

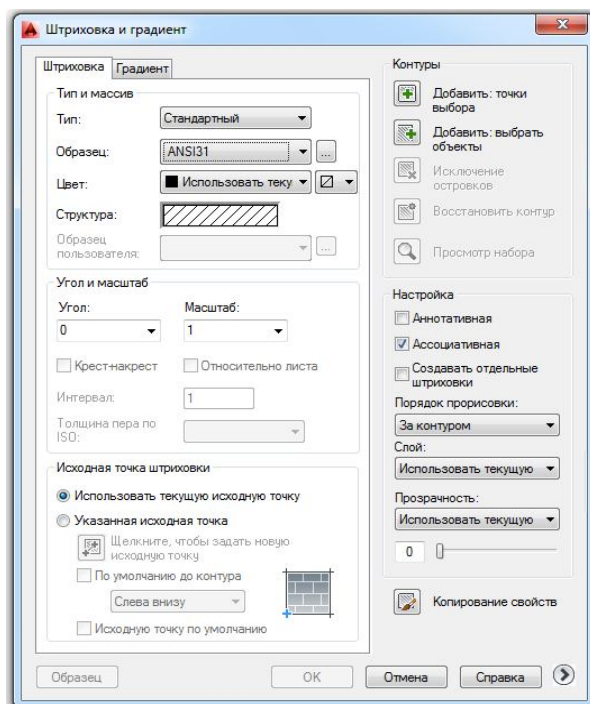


Рис. 18. Окно *Штриховка и градиент*

Левая часть вкладки задает параметры штриховки, правая – заполняемую штриховкой область. Система предлагает набор стандартных штриховок, которые можно выбрать по образцам и из списка штриховок. Увеличение или уменьшение масштаба позволит изменить расстояние между линиями в штриховке. Угол, отличный от нулевого, изменяет наклон линий.

Чтобы перейти к выбору заполняемой штриховкой области, можно обратиться к кнопке *Добавить: точки выбора*, что позволяет указать внутренние точки областей. Указание областей штриховки завершают нажатием клавиши *Enter*. В этом случае область штриховки должна быть замкнутой.

Кнопка *Добавить: выбрать обь-*

екты позволяет отметить объекты, разомкнутое пространство между которыми дает заполняемую штриховкой область. На рис. 19 показано выполнение условного изображения естественного грунта с помощью штриховки PLAST.



Рис. 19. Штриховка области между двумя полилиниями с помощью кнопки **Добавить: выбрать объекты**

Вторая вкладка **Градиент** позволяет выполнять одно- и двухцветную заливку контура. Настройка **Ассоциативная** (см. рис. 18) как для штриховки, так и для градиентной заливки при включенном состоянии влечет за изменением контура изменение и самой штриховки. Одноцветная градиентная заливка показана на рис. 20, а, ассоциативная штриховка – на рис. 20, б, неассоциативная штриховка – на рис. 20, в.

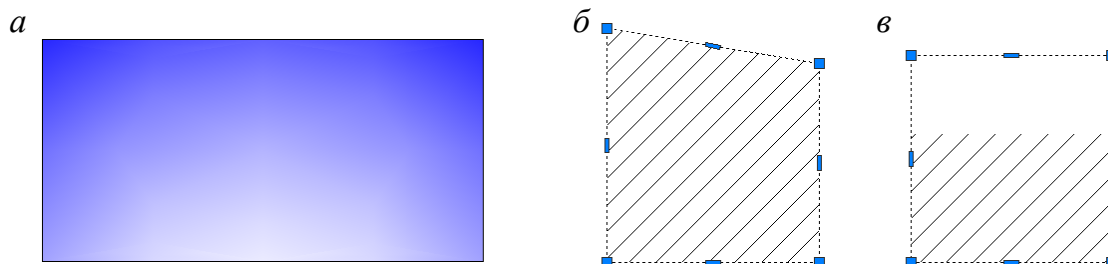


Рис. 20. Стили штриховки: а – градиентная заливка; б – ассоциативная штриховка; в – неассоциативная штриховка

2.6.5. Текст

Создание стиля текста, удобного для выполнения чертежей в AutoCADe, начинают с помощью команды **Стиль текста...** меню **Формат**. В открывшемся окне **Стили текста** на базе стиля Standard (рис. 21) создают новый стиль текста нажатием кнопки **Новый...**. На запрос программы дают имя новому стилю, например, **1**. Выбирают наиболее близкий по начертанию к требованиям ГОСТ ЕСКД 2.304–81 стиль *Simplex* с параметрами: *Степень растяжения* 0.8, *Угол наклона* 15. Значение высоты стиля оставляют 0.0000 для назначения этого параметра при выполнении текста на чертеже.

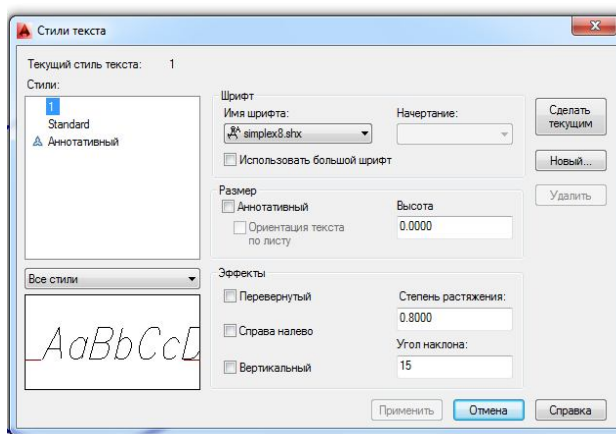


Рис. 21. Окно **Стили текста**

Текстовую строку на чертеже создают с помощью операций **Рисование** → **Текст** → **Однострочный** (или **Многострочный...**). Для однострочного текста AutoCAD предлагает текущие параметры: текущий стиль, высоту, аннотативность, выравнивание и дает последовательные запросы команды

Укажите начальную точку текста или [**Выравнивание/Стиль**]:

Высота <2.5000>:

Угол поворота текста <0>:

ТЕКСТ

Если не изменять стиль текста и выравнивание строки текста, то необходимо последовательно указать точку привязки строки, высоту заглавной буквы, угол наклона текстовой строки (без указания знака градусов) и ввести текст в поле чертежа, закончив ввод клавишей **Enter**.

Многострочный текст создается с помощью окна **Формат текста**, которое позволяет размещать текст в указанной области чертежа, вводить различные символы и изменять параметры текста при работе в окне. После вызова команды **Многострочный...** программа перечисляет текущие параметры: стиль, высоту, аннотативность и дает запрос:

Первый угол:

Указав щелчком мыши первую точку области выполнения текста, переходят к следующему запросу:

Противоположный угол или [**Высота/Выравнивание/Межстрочный интервал/Поворот/Стиль/Ширина/Колонки**]:

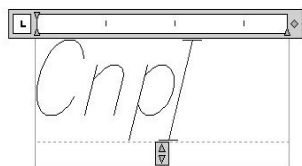
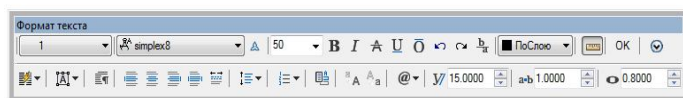


Рис. 22. Окно **Формат текста**

Перед указанием противоположной точки последовательно выбирают соответствующую опцию команды и задают необходимые параметры текстового абзаца. После указания противоположной точки открывается окно **Формат текста**, в котором создается текст (рис. 22).

2.6.6. Размеры

Для простановки размеров, соответствующих ГОСТам ЕСКД и СПДС, необходимо создать стили размеров. Для их создания открывают окно **Диспетчер размерных стилей** с помощью команды **Размерные стили...** падающего меню **Формат** (рис. 23). В открывшемся окне создают новый стиль размера на базе стиля ISO-25 нажатием кнопки **Новый...**. На запрос программы дают имя новому стилю, например **I**, и нажимают кнопку **Далее** или клавишу **Enter**.

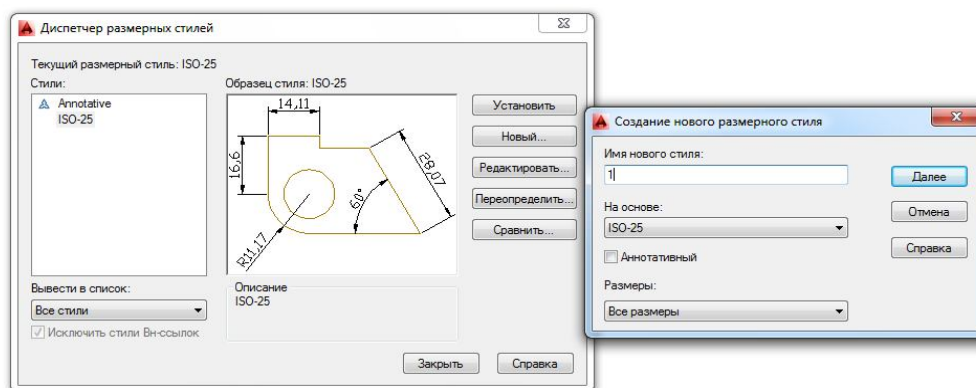


Рис. 23. Окно создания и редактирования размерных стилей
Диспетчер размерных стилей

Затем редактируют параметры создаваемого стиля во вкладках, ставших доступными после вышеперечисленных операций.

Вкладка **Линии** позволяет изменить удлинение линий выносных за размерные и размерных за выносные (в случае создания строительного размерного стиля с засечками), обнулить отступ выносных линий от контура чертежа и при необходимости **подавить** (погасить) выносную линию и стрелку с частью размерной линии (рис. 24).

Вкладка **Символы и стрелки** позволяет выбрать тип стрелки из падающего меню и назначить ее размер (рис. 25). К сожалению, величина размерных стрелок и стрелки выноски, удобной для обозначения направления взгляда на чертеже, в данной вкладке задается одним параметром, поэтому для отметок, стрелок выноски, размеров для машиностроительных чертежей и размеров строительных чертежей необходимо создавать свои стили размеров. После выбора типа стрелок **Наклон** для выполнения строительных размеров нужно исправить параметр **Удлинение за выносные** на вкладке **Линии**.

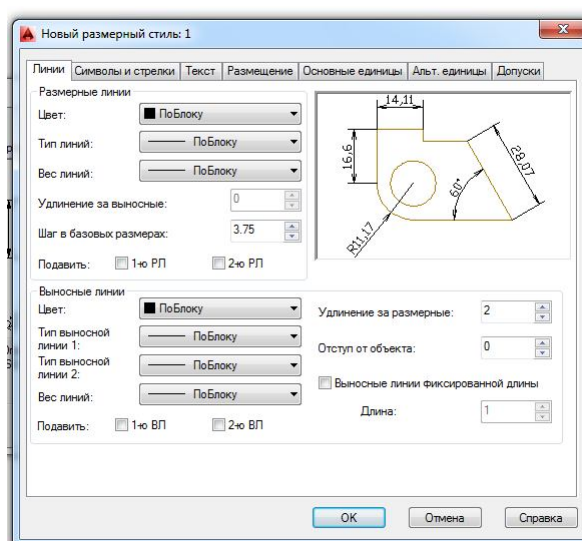


Рис. 24. Вкладка **Линии**

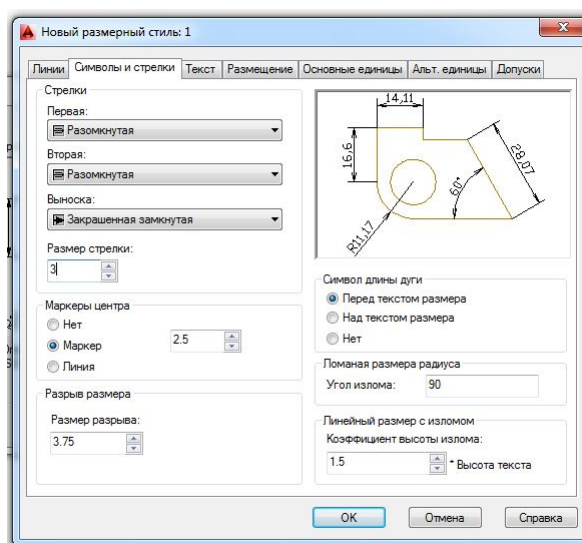


Рис. 25. Вкладка **Символы и стрелки**

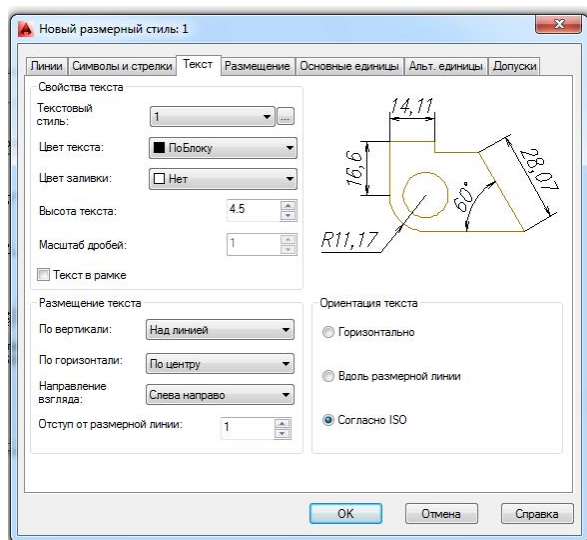


Рис. 26. Вкладка **Текст**

Вкладка **Текст** предназначена для выбора стиля текста, его величины и расположения относительно размерных линий (рис. 26). Если стиль текста до создания стиля размеров не создан, его создают, обратившись во вкладку **Текст** к операции **Текстовый стиль**.

Ориентацию текста в соответствии с ГОСТами ЕСКД и СПДС необходимо выбирать или **Вдоль размерной линии**, или **Согласно ISO**. Последняя ориентация позволяет размещать радиальные и диаметральные размеры на полках.

Вкладка **Размещение** позволяет выбрать кроме параметров размещения

текста и стрелок масштаб отрисовки всех элементов размерного стиля в позиции **Глобальный масштаб** (рис. 27). Так, при выполнении строительного объекта в масштабе 1:1 все элементы размерного стиля будут читаться на чертеже, если их увеличить в 10... 100 раз в зависимости от величины конструкции.

Вкладка **Основные единицы** отвечает за выбор формата единиц измерения, точность проставляемых размеров и степень из округления (рис. 28). Позиция **Масштаб** позволяет выбрать коэффициент увеличения размера, проставляемого на чертеже, в случае выполнения этого чертежа в масштабе, отличном от натуральной величины.

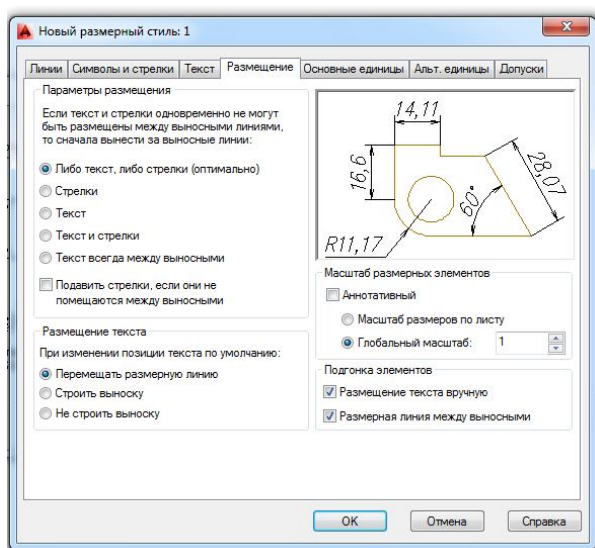


Рис. 27. Вкладка **Размещение**

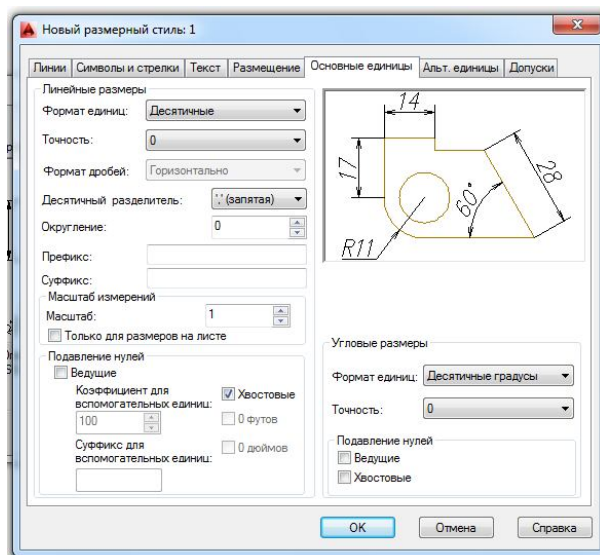


Рис. 28. Вкладка **Линии**

Рассмотренные элементы позволяют создать размерный стиль и наносить размеры на чертеже в соответствии с ГОСТ ЕСКД и СПДС. Для простановки размеров используют меню **Размеры** или панель **Размер** (рис. 29).

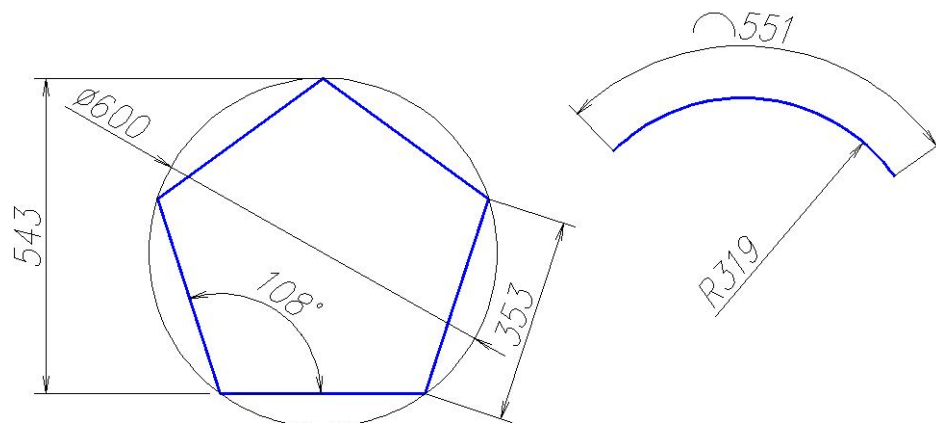
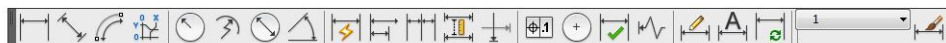


Рис. 29. Простановка размеров с помощью команд панели **Размер**

3. РЕДАКТИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

При выполнении чертежей необходимо уметь редактировать уже выполненные геометрические элементы. Редактирование примитивов осуществляют:

- с помощью «ручек»;
- с помощью команд общего редактирования (перемещение, копирование, деформация сдвигом и пр.);
- с помощью команд редактирования сложных примитивов;
- с помощью окна **Свойства**.

3.1. Редактирование с помощью «ручек»

Для редактирования, т.е. удаления, перемещения, изменения параметров данного примитива, необходимо выделить его на экране. Выделяют нужный геометрический объект одним из способов, рассмотренных в подр. 1.5. Во время выделения примитива сплошная линия становится прерывистой и на ней появляются «ручки» (рис. 30).

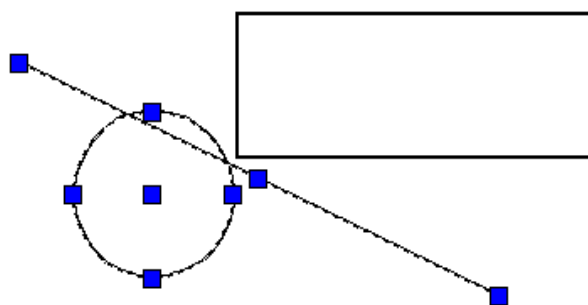


Рис. 30. Редактирование объекта с помощью «ручек»

С помощью «ручек» примитив можно переместить или изменить его параметр формы. Чтобы выполнить перемещение, подводят курсор к средней или центральной «ручке» выделенного объекта и, одновременно удерживая ее

левой кнопкой мыши, перетаскивают примитив в нужное место чертежа. Удаляют выделенный объект нажатием клавиши *Delete* на клавиатуре, щелчком на пиктограмме **Стереть**  панели или падающего меню **Редактирование** или одноименной командой контекстного экранного меню.

3.2. Команды общего редактирования

Вызов команды редактирования выполняют:

- с помощью позиций падающего меню **Редактирование**, **Правка**;
- позиций контекстного меню, вызываемого правой кнопкой мыши после выделения редактируемого объекта;
- пиктограмм панели **Редактирование**;
- вызова команды редактирования в командной строке.

Последовательность выполнения команды может быть такой:

- выбор объектов для редактирования;
- вызов команды и выполнение ее.

Или наоборот:

- ✓ вызов команды;
- ✓ выбор редактируемых объектов, который заканчивают нажатием клавиши *Enter* или щелчком правой кнопки мыши;
- ✓ выполнение команды.

Далее рассмотрены команды панели и падающего меню **Редактирование**.

3.2.1. Копирование объекта

Копирование объекта выполняют с помощью команды  **Копировать** падающего меню или одноименной панели **Редактирование**. По умолчанию система выполняет многократное копирование (режим работы **Несколько**) после выбора объекта и базовой точки.

Чтобы выполнить операцию массивом, необходимо выбрать опцию **Массив**. Далее необходимо указать расстояние между соседними объектами (по умолчанию) или расстояние между крайними объектами (опция **Вписать**) (рис. 31). Массив будет создан однорядный из выбранных объектов. Направление массива задают трассировкой курсором.

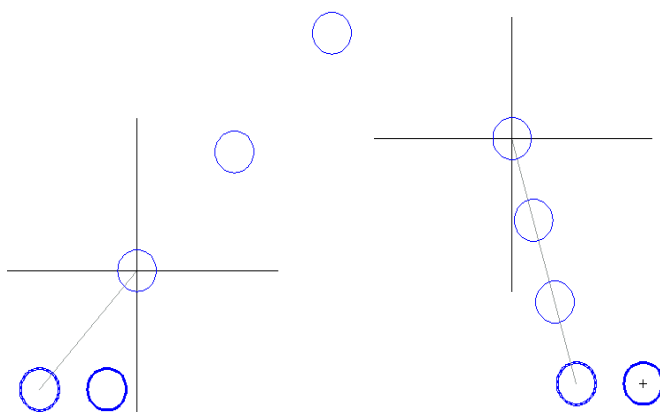


Рис. 31. Копирование окружности опцией **Массив**

3.2.2. Симметричное копирование объекта

Симметричное копирование осуществляют с помощью команды **Зеркальное отражение**  падающего меню или одноименной панели **Редактирование**. После выбора объектов система делает запросы:

Первая точка оси отражения:

Вторая точка оси отражения:

Удалить исходные объекты? [Да/Нет]<Н>:)

После ответа на последний запрос команда будет выполнена.

3.2.3. Создание подобного объекта

Создание подобного объекта (рис. 3.32) выполняют с помощью команды **Смещение**  падающего меню или одноименной панели **Редактирование**. При выполнении этой команды система делает запросы:

Укажите расстояние смещения или [Через/Удалить/Слой] <Через>:

Отвечая на запрос, указывают расстояние, на которое будут удалены подобные объекты, или положение точки, через которую будет проведен новый объект:

Выберите объект для построения подобного или [Выход/Отменить]:

указывают объект-источник для построения подобного объекта;

Укажите точку, определяющую сторону смещения или [Выход/Несколько/Отменить] <Выход>:

указывают, с какой стороны от объекта-источника будет построен подобный объект. При выборе опции **Несколько** программа позволяет строить подобные выбранному объекту с указанной стороны несколько раз. Далее система запрашивает объект для новых построений или предлагает закончить выполнение команды.

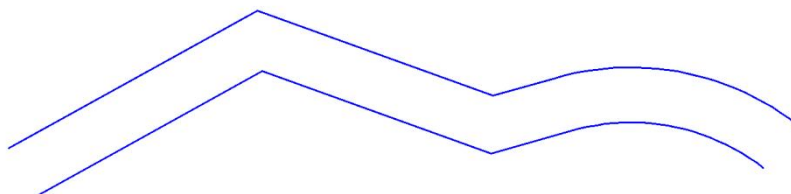


Рис. 32. Построение подобного объекта
с помощью команды **Смещение**

3.2.4. Копирование массивом

Копирование массивом объектов, расположенных закономерно (рядами, по окружности или по заданной траектории), выполняется с помощью меню команд **Массив**  панели или падающего меню **Редактирование**. Программа предлагает команды **Прямоугольный массив**, **Массив по траектории** и **Круговой массив** соответственно. Далее будет рассмотрена операция **Прямоугольный массив**. После выбора объектов копирования команда предлагает прямоугольный массив в графической зоне экрана с несколькими рядами и столбцами и запрос команды:

Выберите ручку, чтобы редактировать массив, или [Ассоциативный/ Базовая точка/Количество/Интервал/столбцы/строки/Уровни/вЫход]<вЫход>:

Массив с параметром *Ассоциативный* снабжен прямоугольными точками и стрелками для изменения количества рядов и столбцов и расстояний между элементами (рис. 33). Левая нижняя «ручка» является базовой точкой всего массива, ближайшие к ней стрелки позволяют изменить расстояние между рядами и столбцами, удаленные от базовой точки «ручки» отвечают за уменьшение и увеличение количества рядов и столбцов. Параметр *Ассоциативный* «держит» все копируемые объекты в одной группе. Если необходимо в дальнейшем редактировать отдельные объекты, то задают опцию *Ассоциативный* и отвечая на запрос

Создать ассоциативный массив [Да/Нет] <Да>:

выбирают *Нет*. В результате программа копирует автономные объекты. Назначение количества рядов (строк), столбцов, интервалов между рядами и столбцами доступно и с помощью назначения соответствующих опций.

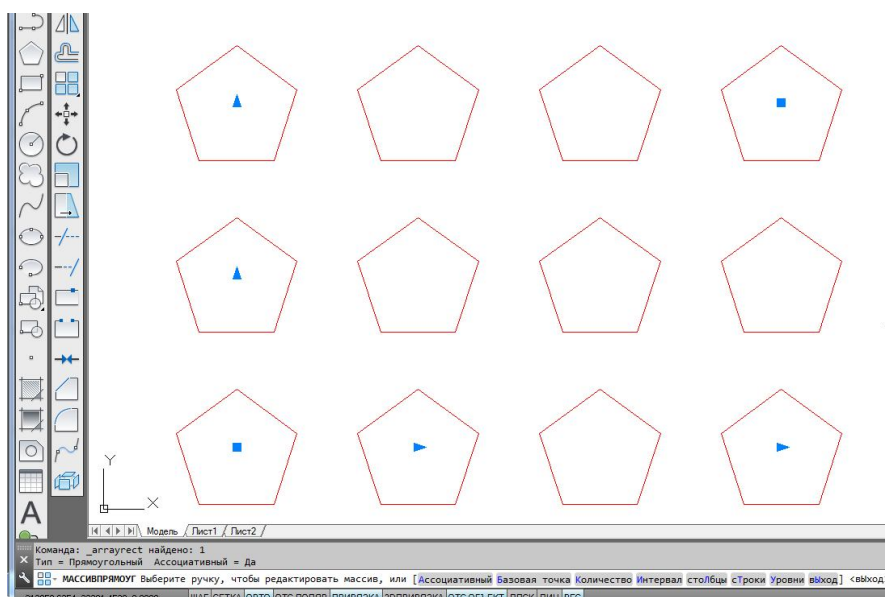


Рис. 33. Создание прямоугольного ассоциативного массива

3.2.5. Перемещение объекта

Параллельный сдвиг объекта осуществляют с помощью команды **Переместить**  падающего меню или одноименной панели **Редактирование**. После выбора объектов система делает запрос:

Базовая точка или [Смещение] < Смещение >:

Для базовой точки выбирают характерный параметр объекта перемещения (например, для окружности – центр). Отвечая на следующий запрос

Вторая точка или <считать смещением первую точку>:

указывают точку нового размещения базовой точки и самого выбранного объекта. Можно, отвечая на запрос, ввести относительные координаты смещения, например @120,50, при этом объект будет перемещен относительно базовой точки по осям x и y на 120 и 50 единиц соответственно.

3.2.6. Поворот объекта

Поворот объекта выполняют с помощью команды **Повернуть**  падающего меню **Редактирование**. После вызова команды система дает информацию о режиме измерения углов:

Текущие установки отсчета углов в ПСК: ANGDIR=против ч/с ANGBASE=0

После выбора редактируемых объектов на запрос системы

Базовая точка:

следует указать базовую точку, относительно которой будет выполнен поворот.

Далее на запрос

Угол поворота или [Копия/Опорный угол] < 0 >:

указывают угол поворота набором цифр в командной строке или щелчком мыши в графической зоне экрана. Или указывают угол поворота с помощью опции **Опорный угол** без дополнительных вычислений. Например, чтобы повернуть прямоугольник вокруг базовой точки **1** (рис. 34) до помещения стороны **12** в горизонтальное положение, выбирают опцию **Опорный угол** и на запрос

Опорный угол <0>:

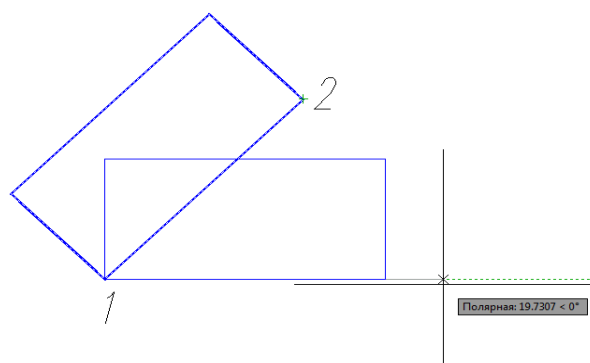


Рис. 34. Использование команды **Повернуть**

указывают двумя щелчками мыши отрезок **12**. Далее на запрос

Новый угол:

вводят величину угла 0 или курсором поворачивают его в нужное горизонтальное положение.

3.2.7. Деформация объекта масштабированием

Масштабирование объекта выполняют с помощью команды  **Масштаб** падающего меню **Редактирование**. После вызова команды и выбора объекта масштабирования операцию увеличения или уменьшения производят, отвечая на следующие запросы:

Базовая точка:

указывают базовую точку, относительно которой произойдет уменьшение или увеличение объекта;

Коэффициент масштабирования или [Копия/Опорный отрезок] <1>:

при увеличении объекта вводят коэффициент масштабирования больше 1, при уменьшении его значение должно быть в промежутке от 0 до 1. Если необходимо изменение величины объекта в дробное количество раз, то используют опцию **Опорный отрезок**. Так, при изменении объекта в 5/9 раз на запросы системы после выбора опции **Опорный отрезок** вводят числовые значения в такой последовательности: на запрос

Длина опорного отрезка <1>:

вводят число 9, на запрос

Новая длина или [Точки] <1>:

вводят значение 5. Вместо цифрового значения при использовании опции **Точки** величину можно указать двумя щелчками ЛКМ в графической зоне экрана.

Опция **Копия** позволяет оставить и исходный объект, и измененный масштабированием. По умолчанию исходный объект удаляется.

3.2.8. Деформация объекта растяжением

Деформация растяжением объекта достигается с помощью команды **Растянуть**  падающего меню **Редактирование**. Изменение геометрической формы объекта с помощью этой команды выполняется обычно над полилинией без предварительного выбора объекта. Чтобы растянуть или сжать часть объекта относительно другой части, деформируемую часть выделяют с помощью секущей рамки или секущего многоугольника после вызова команды. Следуют запросы системы:

Выберите растягиваемые объекты секущей рамкой или секущим многоугольником...

Выберите объекты:

На рис. 35 показан пример выбора объектов растяжения секущей рамкой (щелчками ЛКМ в точках 1 и 2). Далее на запрос

*Базовая точка или [Смещение]
<Смещение>:*

указывают базовую точку. Затем на последний запрос системы

Вторая точка или <считать смещением первую точку> :

указывают вторую точку вектора смещения или показывают направление смещения курсором и набирают численное значение деформации на клавиатуре (рис. 36).

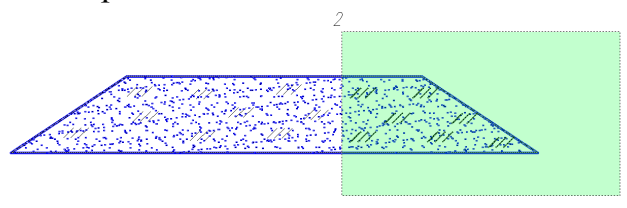


Рис. 35. Выбор объектов деформации растяжением с помощью секущей рамки

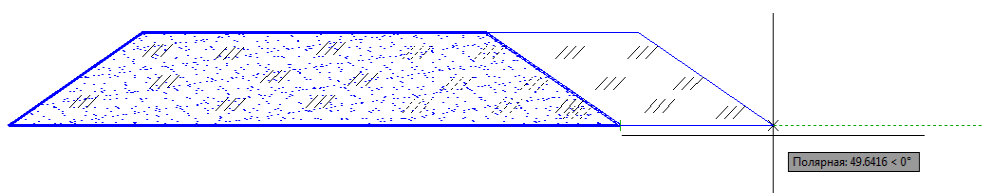


Рис. 36. Определение второй точкой направления вектора деформации объекта

3.2.9. Обрезка, удлинение и сопряжение объектов

Команда **Обрезать**  падающего меню **Редактирование** позволяет обрезать объект по границам, которыми могут служить другие объекты. На первый запрос после вызова команды

Текущие установки: Проекция = ПСК, Кромки = Без продолжения

Выберите режущие кромки...

Выберите объекты или <Выбрать все>:

отвечают выбором границ обрезки. Выбор элементов, являющихся границами обрезки, заканчивают нажатием клавиши **Enter** или щелчком правой кнопки мыши. Ответом на следующий запрос

Выберите обрезаемый (+Shift – удлиняемый) объект или [Линия/Секрамка/Проекция/Кромка/удалить/Отменить]:

будет выбор объектов (по умолчанию), которые должны быть обрезаны по указанным границам. Объект указывают в той его части, которую необходимо обрезать. На рис. 37, а проиллюстрирован выбор границ обрезки, а на рис. 37, б – результат обрезки. Опция **Отменить** позволяет отменить только что выполненную обрезку; опция **Кромка** – изменить режим продолжения кромки до воображаемого пересечения (**С продолжением/Без продолжения**); опции **Линия**, **Секрамка** дополняют инструменты выбора объектов обрезки временной ломаной

линией или секущей рамкой, опция **Проекция** удобна в 3D-проекциях, так как позволяет резать объекты не только указанными кромками, но и их проекциями.

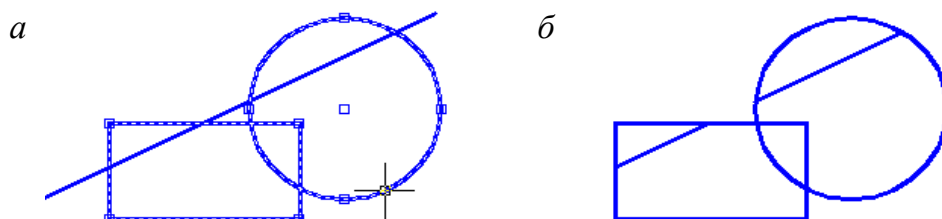


Рис. 37. Использование команды **Обрезать**

Команда **Удлинить**  падающего меню или одноименной панели **Редактирование** позволяет удлинить объект до границ, которыми могут служить другие объекты. На первый запрос системы после предъявления установок

Текущие установки: Проекция = ПСК, Кромки = Без продолжения

Выберите граничные кромки...

Выберите объекты или <Выбрать все>:

необходимо указать графические примитивы, которые явятся границами, до которых необходимо довести данные линии (рис. 38, а). Выбор элементов, являющихся границами удлинения, заканчивают нажатием клавиши **Enter** или щелчком правой кнопки мыши. Ответом на следующий запрос

Выберите удлиняемый (+Shift – обрезаемый) объект или [Линия/Секрамка/Проекция/Кромка/Отменить]:

будет выбор объектов (по умолчанию), которые должны быть удлинены до указанных границ (рис. 38, б). Опции данной команды работают аналогично опциям команды **Обрезать**.



Рис. 38. Выполнение операции удлинения линий до выбранных границ:

а – выбор границ; б – удлинение линий до выбранных границ

Команда **Разорвать**  падающего меню **Редактирование** позволяет разорвать объект двумя указанными точками.

С помощью команды **Сопряжение**  падающего меню **Редактирование** выполняют сопряжение объектов. После вызова команды система предлагает информацию о текущих настройках и запрос первого сопрягаемого объекта:

Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Радиус сопряжения = 0.0000
Выберите первый объект или [Отменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]:

Чтобы задать новые установки режима обрезки и радиуса сопряжения, выбирают опции **Обрезка** и **Радиус**. После установки другого режима обрезки и радиуса система повторяет запрос

Выберите первый объект или [Отменить/полИлиния/раДиус/оБрезка/Несколько]:)

Отвечая на этот запрос, указывают первый объект сопряжения и на запрос

Выберите второй объект или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Радиус]:

— второй объект. На рис. 39 показано выполнение сопряжения двух ортогональных отрезков: *а* — с установкой режима обрезки **Без обрезки**; *б* — в режиме **С обрезкой**.



Рис. 39. Выполнение команды **Сопряжение**:
а — в режиме обрезки **Без обрезки**; *б* — в режиме **С обрезкой**

При нажатии клавиши **Shift** выбирают уже сопряженные стороны для восстановления угла.

Команда **Фаска**  падающего меню **Редактирование** работает аналогично команде **Сопряжение**. После вызова команды система предлагает информацию о текущих настройках и запрос первого отрезка для выполняемой фаски:

Текущие настройки: Режим = С ОБРЕЗКОЙ, Параметры фаски: Длина1= 0.0000, Длина2= 0.0000
Выберите первый отрезок или [оТменить/полИлиния/Длина/Угол/оБрезка/Метод/Несколько]:

После установки другого режима обрезки с помощью опции **оБрезка** и длины катетов фаски с помощью опции **Длина** система повторяет запрос
Выберите второй отрезок или нажмите клавишу Shift при выборе, чтобы создать угол, или [Расстояние/Угол/Метод]:

Нужно отметить первый и второй обрезаемые отрезки. На рис. 40 показаны исходный угол для снятия фаски, построение фаски с режимом **С обрезкой** и восстановление сторон с помощью опции **Угол**, снятие фаски со всех углов полилинии с помощью опции **поЛиния**.

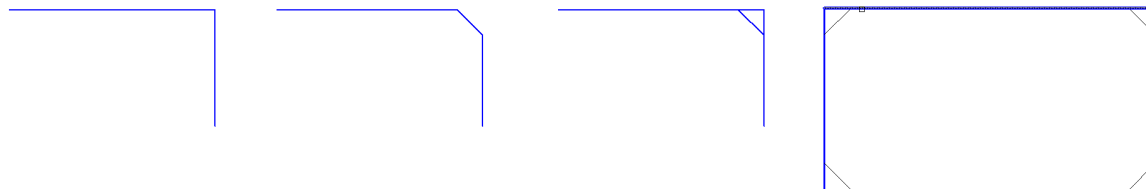


Рис. 40. Выполнение команды **Фаска**

Опция **Метод** позволяет изменить способ построения фаски по двум длинам смежных сторон на способ построения по длине стороны и заданному углу снятия фаски.

3.3. Редактирование сложных примитивов

Редактирование таких примитивов, как полилиния, шрифт, штриховка, сплайн и др., выполняют с помощью команд падающего меню **Редактировать** (рис. 41). Также сложные примитивы редактируют с помощью контекстного меню, которое вызывают на экран после указания редактируемого объекта щелчком правой кнопки мыши или окна **Свойства** (рис. 42).

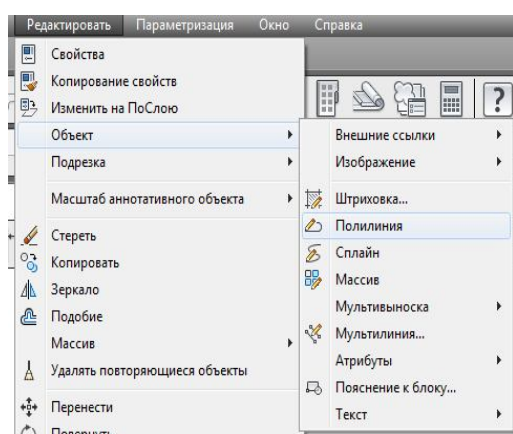


Рис. 41. Редактирование сложных примитивов. Меню **Редактировать**

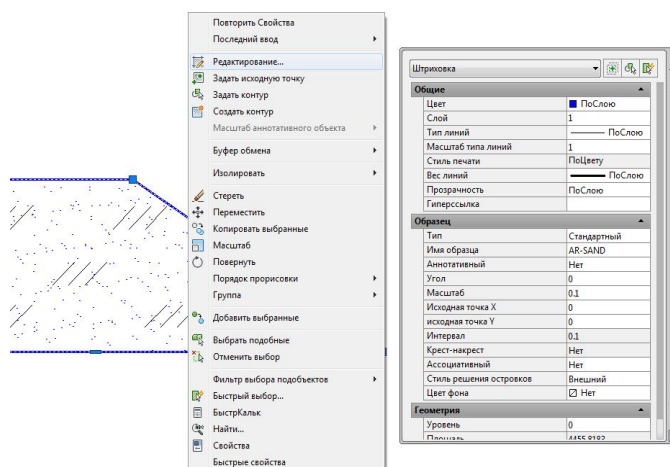


Рис. 42. Редактирование сложных примитивов. Контекстное меню и окно **Свойства**

Например, редактирование штриховки выполняют, обратившись к меню **Редактировать** → **Объект** → **Штриховка** (см. рис. 41), или, выделив штриховку на чертеже, открывают контекстное меню щелчком ПКМ или окно **Свойства** (см. рис. 42).

Разрушение сложных примитивов выполняют с помощью команды **Расчленить**  падающего меню или одноименной панели **Редактировать**. При обращении к этой команде такие сложные графические примитивы, как полилиния, мультилиния, многоугольник, блок, штриховка и т.п., состоящие из простых элементов (отрезков, дуг) и воспринимаемые системой как единый примитив, разрушают на эти простые примитивы-сегменты. На рис. 43 показан результат разрушения полилинии командой **Расчленить**.

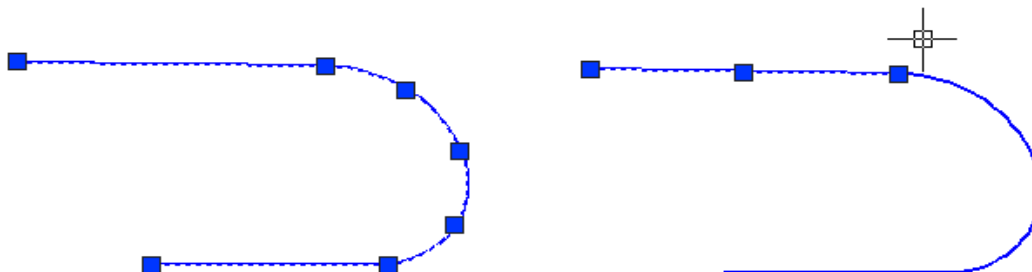


Рис. 43. Использование команды **Расчленить** для разрушения полилинии на отдельные простые примитивы

4. БЛОКИ. СОЗДАНИЕ, ВСТАВКА И РЕДАКТИРОВАНИЕ БЛОКА

Для использования в чертежах часто повторяющихся сложных геометрических объектов создают блоки. Блоком является набор геометрических объектов, имеющих одну базовую точку и воспринимающийся как единый элемент. Блок может иметь три разных масштаба по осям x , y , z и может быть статическим и динамическим. Динамический блок отличается от статического тем, что он обладает одним или несколькими параметрами (размеры, углы наклона, количество внутренних элементов и т.д.), способными к изменению. При использовании динамического блока на чертеже создается объект с изменяющимися параметрами.

4.1. Создание и вставка статических блоков

Создание блока в данном пособии рассмотрено на примере набора геометрических элементов, изображающих оконный проем с двойным остеклением. Последовательность создания блока в этом случае будет следующей:

1. Выполнить изображения оконного проема габаритами 1512x510 мм (рис. 44). Выбрать элементы этого изображения для создания блока **ОК**.

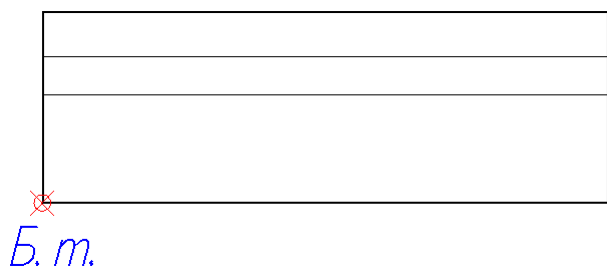


Рис. 44. Оконный проем с двойным остеклением

2. Создать блок под названием **ОК** последовательностью команд **Рисование** → **Блок** → **Создать...** . В результате откроется диалоговое окно **Определение блока** (рис. 45).

3. В окне **Определение блока** необходимо:

— задать имя блока: **ОК**;

- с помощью кнопки **Указать** выбрать базовую точку (Б.т.) блока щелчком мыши (см. рис. 44);
- выбрать одну из опций режима сохранения блока в области **Объекты**: **Оставить** — объекты для блока оставить в прежнем статусе, **Преобразовать в блок** — объекты будут преобразованы в блок или **Удалить** — объекты для блока будут удалены;
- в области **Поведение** выбрать опцию **Разрешить расчленение**.

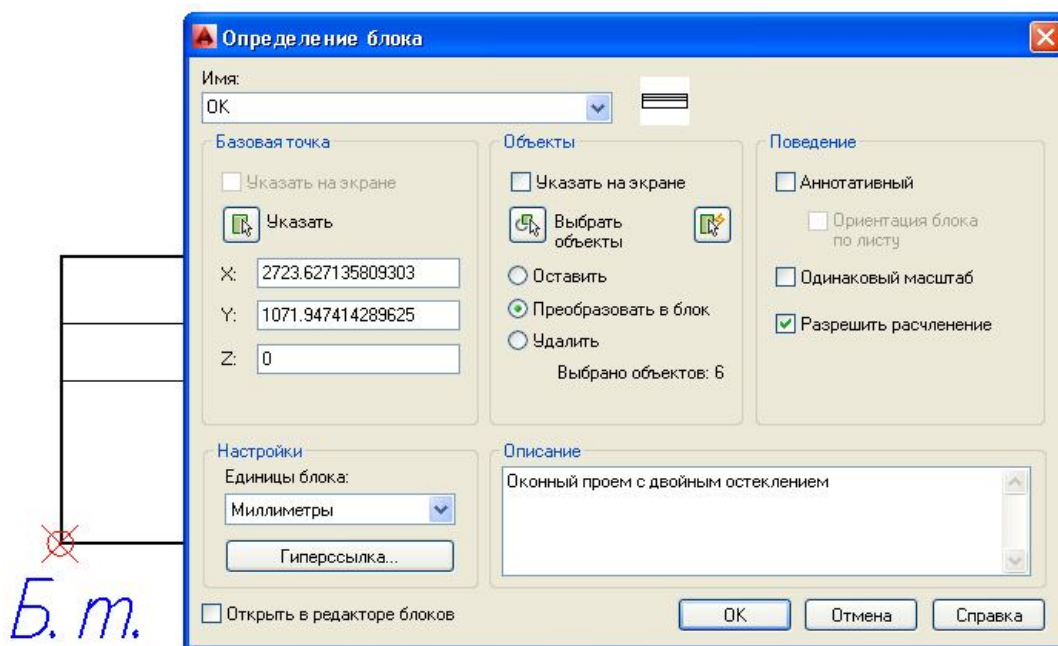


Рис. 45. Диалоговое окно **Определение блока**

Вставка блока в чертеж осуществляется с помощью панели **Рисование** → **Вставить Блок** . Эта команда открывает окно **Вставка блока** (рис. 46), в котором можно выбрать блок из списка. Также можно импортировать блок из другого файла, содержащего блоки, с помощью кнопки **Обзор**. Можно изменить угол поворота блока при вставке его в чертеж или задать угол поворота в окне **Угол**, изменить масштабы блока по осям или принять единый масштаб, выбрав опцию **Равные масштабы**, и разрешить расчленение блока при вставке его в чертеж.

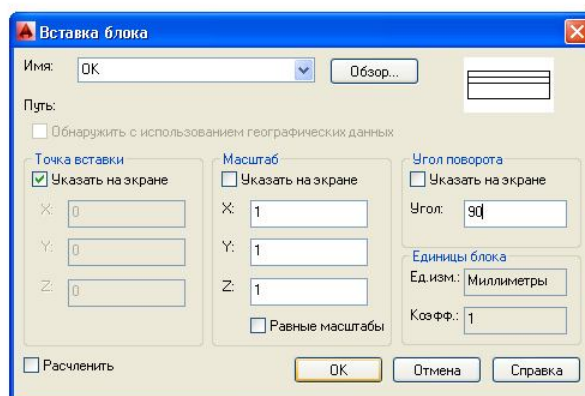
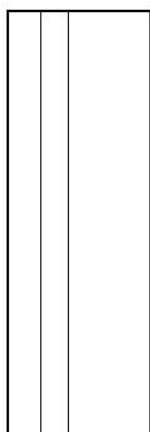


Рис. 46. Диалоговое окно **Вставка блока** и пример вставки блока **OK** в чертеж

На рис. 47 показано редактирование одного из параметров блока. С помощью окна **Свойства** изменен масштаб блока *OK* по оси *x*.

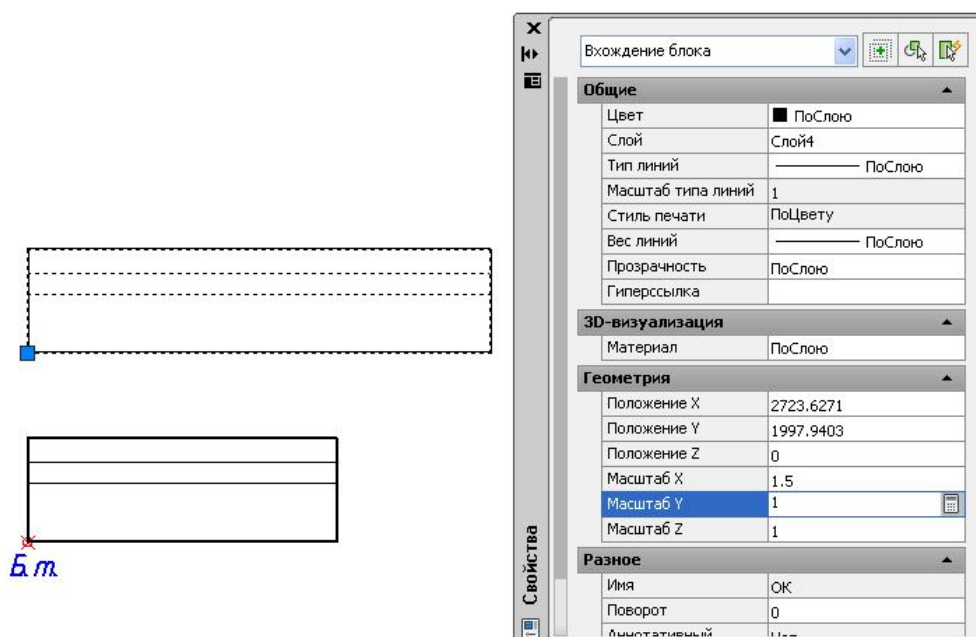


Рис. 47. Редактирование блока *OK*

4.2. Создание динамических блоков

Динамический блок в данном пособии будет создан на примере рассмотренного выше блока *OK* с введением одного параметра и операции **Растяжение**. Для создания динамического блока используют последовательность команд **Сервис** → **Редактор блоков** | . При этом открывается диалоговое окно **Редактирование определения блоков** (рис. 48).

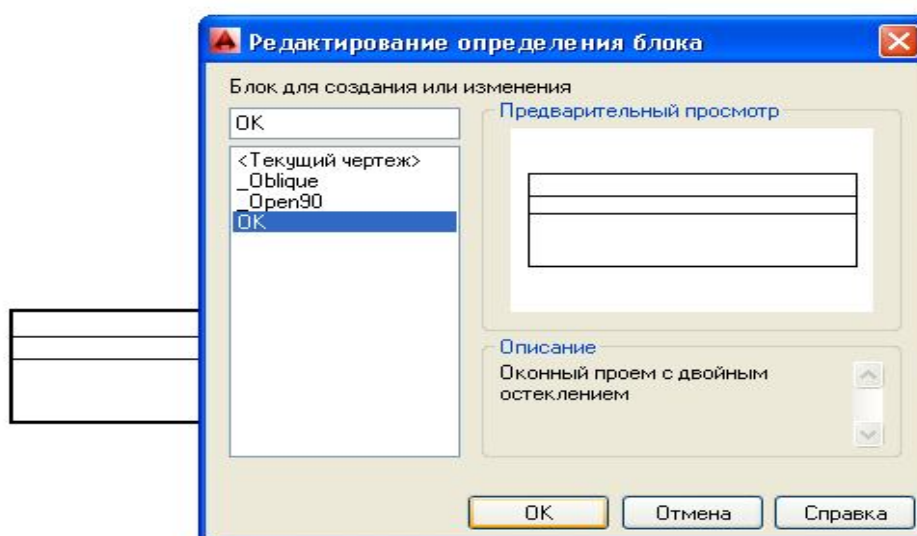


Рис. 48. Диалоговое окно **Редактирование определения блоков**

После выбора блока для его редактирования в этом окне программа переходит в режим работы с **Палитрой вариаций блоков**. Для создания динамического блока *ОК*, способного к растяжению по оси *x*, в этой палитре необходимо выбрать вкладку **Параметры**, позицию **Линейный** и указать на чертеже блока линейное расстояние для изменяющегося параметра (рис. 49).

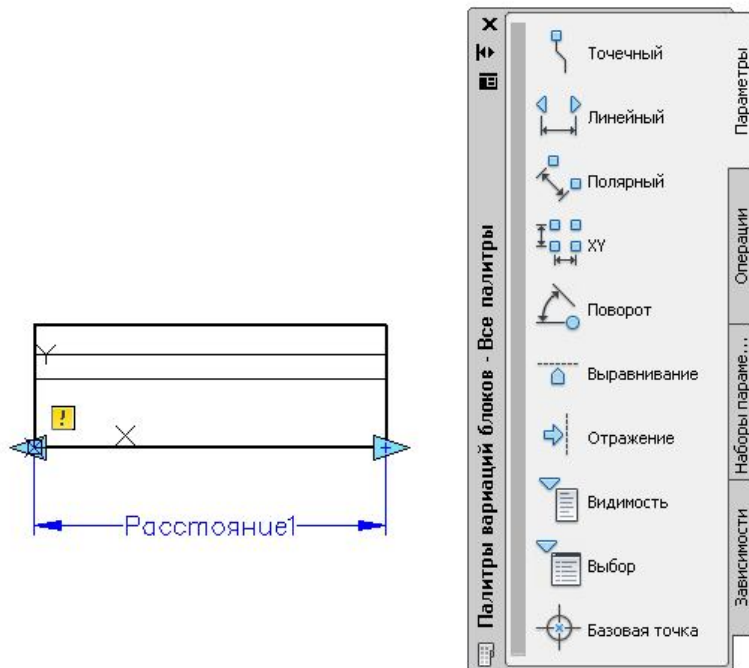


Рис. 49. Выбор изменяющегося параметра для блока *ОК*

Выполняя операцию **Растянуть** (рис. 50), необходимо ответить на следующие запросы программы:

Выберите параметр:

Указать параметр **Расстояние 1** на чертеже.

Укажите точку параметра которой необходимо связать с операцией или введите [Начальная точка/Вторая] < Вторая >:

Указать правую стрелку на блоке выбранного параметра. На два запроса

Укажите первый угол рамки растягивания [Смн-угол]:

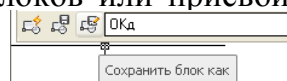
Противоположный угол:

секущей рамкой выбрать правую часть блока.

Выберите объект:

Секущей рамкой выбрать объект для растяжения ↵.

Измененный блок можно сохранить с тем же именем *ОК* при закрытии редактора блоков или присвоить новое имя с помощью команды **Сохранить блок как...** (см. рис. 50) .



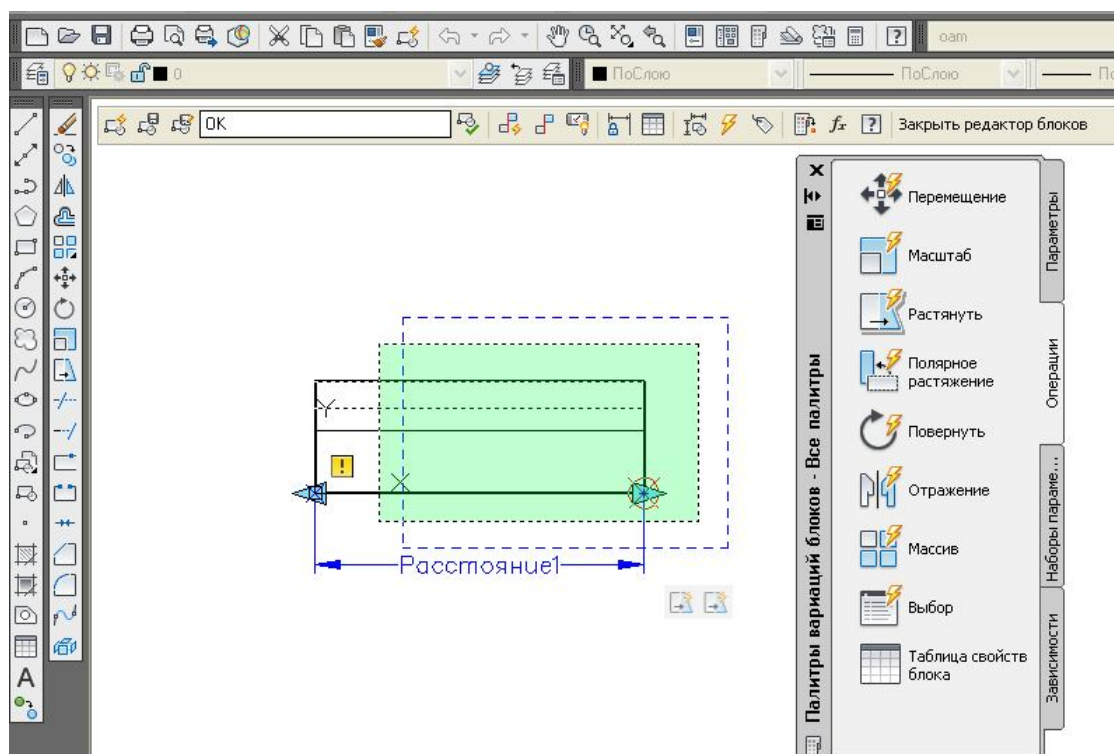


Рис. 50. Выполнение операции *Растянуть* при создании динамического блока

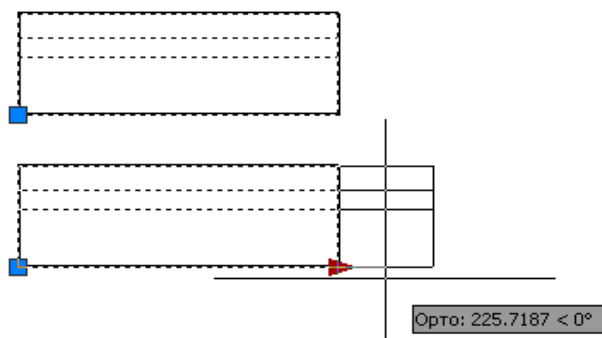


Рис. 51. Различие между статическим и динамическим блоками на чертеже

Визуальное различие между выделенными на чертеже статическим и динамическим блоками показано на рис. 51. Стрелка на чертеже блока определяет изменяющийся параметр динамического блока.

5. ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ 2D-ЧЕРТЕЖЕЙ В СРЕДЕ AUTOCAD

В практике работы с файлом чертежа необходимо выполнить несколько подготовительных действий: создание слоев, использование *Центра управления* для переноса слоев, стилей размеров и текстов и т. д. во вновь созданный файл.

5.1. Создание слоев

Для выполнения чертежей в среде AutoCAD создают слои с параметрами линий, соответствующими ГОСТ 2.303–68 ЕСКД. Для этого используют команду *Слой...*  падающего меню *Формат*. При этом активируется окно *Диспетчер свойств слоев* (рис. 52).

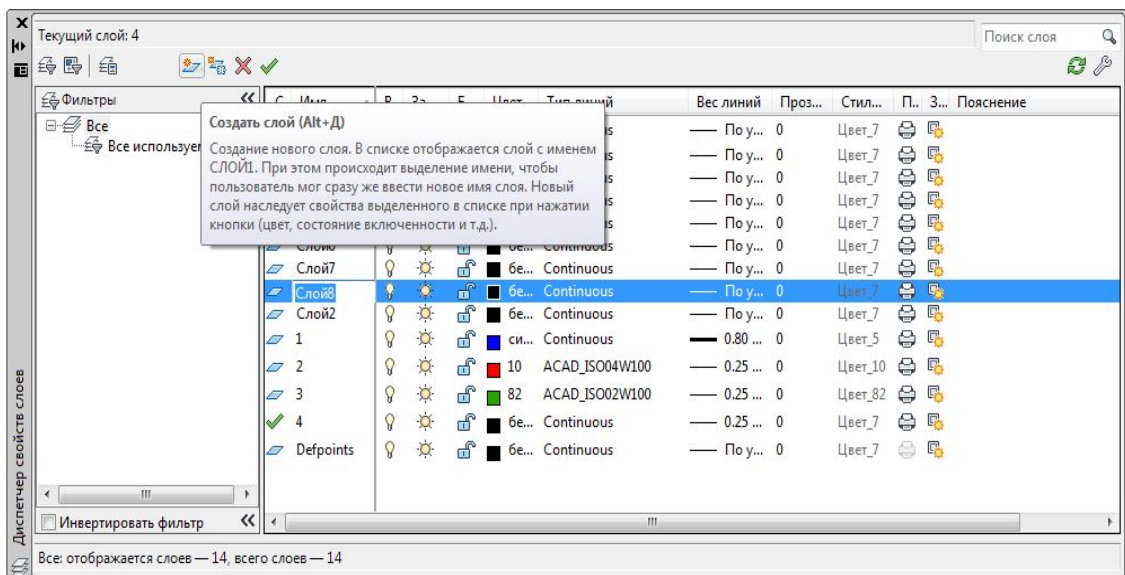


Рис. 52. Окно создания и редактирования слоев

Все необходимые для чертежа слои создают с помощью пиктограммы *Создать слой* (см. рис. 52). Далее слою дают имя, редактируют его цвет, выбирают тип линии и ее толщину (вес линии) щелчком ЛКМ в соответствующей колонке редактируемого слоя. Для выбора типа линии с помощью кнопки *Загрузить* открывают окно *Загрузка/перезагрузка типов линий* (рис. 53).

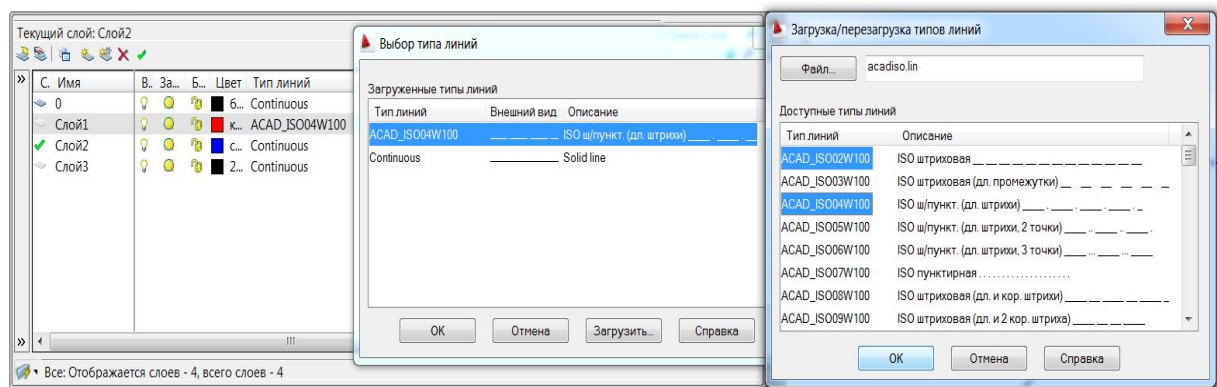


Рис. 53. Загрузка типов линий, необходимых для чертежа

Во время выполнения чертежа слой выбирают из списка панели *Слои* (рис. 54). Выбор слоя необходимо выполнять щелчком ЛКМ на названии в правой области списка, так как значки, расположенные с левой стороны, могут погасить, заморозить или заблокировать слой для его дальнейшего редактирования и работы в нем.

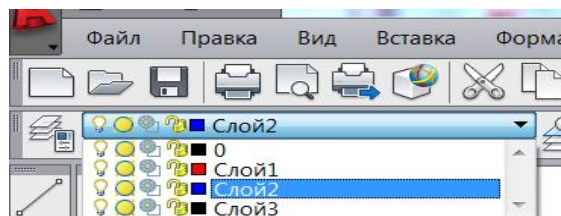


Рис. 54. Список слоев панели *Слои*

5.2. Использование Центра управления

Центр управления программы AutoCAD является инструментом переноса созданных в других файлах слоев, стилей размеров, текстов, мультилиний и пр. во вновь созданный файл чертежа. Активация центра управления выполняется последовательностью команд **Сервис** → **Палитры** → **Центр управления** . Также для активации окна центра управления (**DesignCenter**) можно использовать горячие клавиши **Ctrl+2**.

В этом окне из выбранного файла можно выделить необходимые слои, стили и пр. для последующего переноса их во вновь созданный файл чертежа (рис. 55).

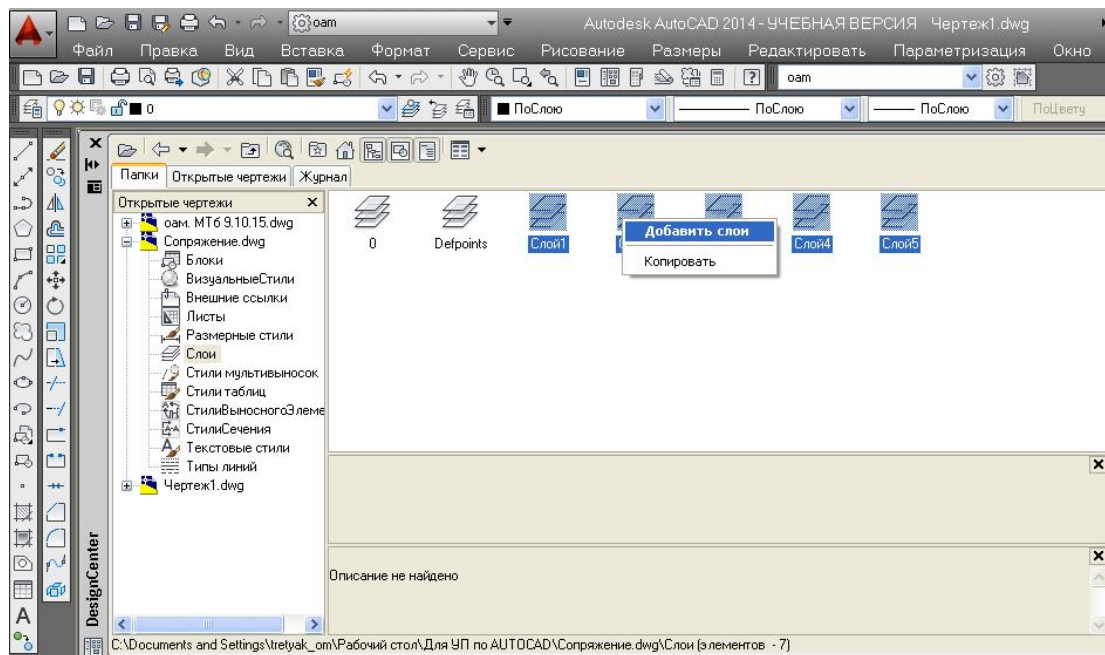


Рис. 55. Окно центра управления **DesignCenter**

5.3. Пример выполнения графической работы №1 «Вал»

В качестве практических рекомендаций к освоению программы AutoCAD предлагаем выполнить чертеж детали (рис. 56, 57). Для этого необходимо создать файл чертежа *Вал.dwg* и сохранить его на диске D в своей папке. Для освоения множества возможных инструментов программы рекомендуем придерживаться последовательности операций:

1. Создать слои с помощью команды **Формат** → **Слои...** (см. подр. 5.1):

Слой 1 для линий видимого контура: цвет – синий, тип линии – сплошная (continuous), вес линии – 0.7;

Слой 2 для осевых линий: цвет – красный, тип – штрихпунктирная (ISO04W100), вес линии – 0.25;

Слой 3 для линий штриховки и нанесения текста и размеров: цвет – черный, тип линии – сплошная (continuous), вес линии – 0.25.

2. Создать текстовый стиль, следуя указаниям подр. 2.6.5, с параметрами:

Стиль текста Simplex, Степень растяжения 0.8, Угол наклона 15.

3. Создать размерный стиль, следуя указаниям подр. 2.6.6, с параметрами: **Стрелка Разомкнутая**, размером 5; **Удлинение за размерную** 3; **Текст**: стиль 1, высотой 5; **Глобальный масштаб** 1; **Точность** 0.

4. Вычертить главный вид детали (см. рис. 57):

4.1. Включить режимы (см. подр. 1.2) **ОРТО**, **ПРИВЯЗКА**, **ВЕС**.

4.2. Выбрать **Слой 2** (см. подр. 5.1).

4.3. Вычертить осевую линию с помощью команды **Рисование** → **Отрезок** → щелчок ЛКМ в произвольной точке экрана → отвести курсор вправо, 160 ↵.

4.4. Вычертить верхний контур вала (**Слой 1**) в последовательности, предложенной на рис. 56, используя команды **Рисование** → **Отрезок** → ЛКМ с привязкой **Ближайшая** (см. подр. 1.7) на выполненной оси (точка1) 20↵ 50↵ 5↵ 100↵. Выполняя отрезки по заданным точкам, отводить курсор в нужную сторону.

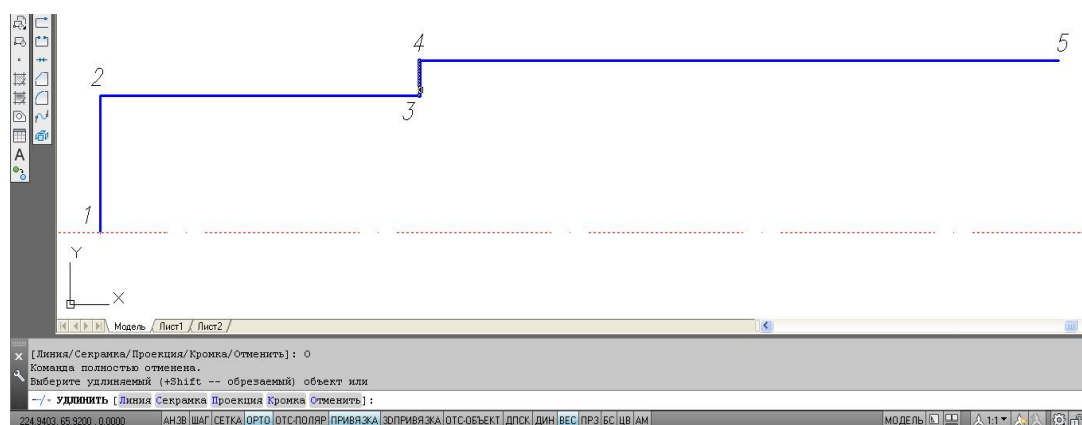


Рис. 56. Процесс выполнения чертежа

4.5. Удлинить отрезок 3-4 до осевой линии с помощью команд **Редактировать** → **Удлинить** (см. подр. 3.2.9). При указании удлиняемого отрезка щелчок ЛКМ делать ближе к границе удлинения (см. рис. 56).

4.6. Скопировать выполненный контур относительно оси с помощью команд **Редактировать** → **Зеркальное отражение** (см. подр. 3.2.2).

4.7. Выполнить линию обрыва (**Слой 3**) с помощью операций **Рисование** → **Слайн** (см. подр. 2.5).

4.8. Выполнить фаску (**Слой 1**) с помощью операций **Редактирование** → **Фаска** (см. подр. 3.2.9). Так как в начале сеанса AutoCADa в команде **Фаска** назначается режим **С обрезкой**, длина катетов фаски 0, угол 45^0 , то для задания параметров фаски использовать опции **Длина 1**: 4↵, **Длина 2**: 4↵ и затем щелчком ЛКМ указать отрезки для создания фаски.

4.9. Выполнить оси цилиндрических выемок для отверстия и шпоночного паза (**Слой 2**). Для этого использовать операции **Рисование** → **Прямая** → **Отступ** → 25↵ → ЛКМ на отрезке 1-2 → ЛКМ справа. Аналогично построить оси шпоночного паза с отступами 75 и 115 от отрезка 1-2.

4.10. Выполнить окружность для сквозного отверстия радиусом 5 (*Слой 1*) с помощью операций **Рисование** → **Круг** → ЛКМ в точке пересечения осей (см. подр. 2.2).

4.11. Копировать окружность с базовой точкой в центре окружности, указывая центры новых положений щелчками ЛКМ в точках пересечения осей шпоночного паза (см. подр. 3.2.1).

4.12. Провести верхний и нижний отрезки шпоночного паза командой **Отрезок**. Обрезать внутренние части окружностей, используя операции **Редактирование** → **Обрезать** (см. подр. 3.2.9).

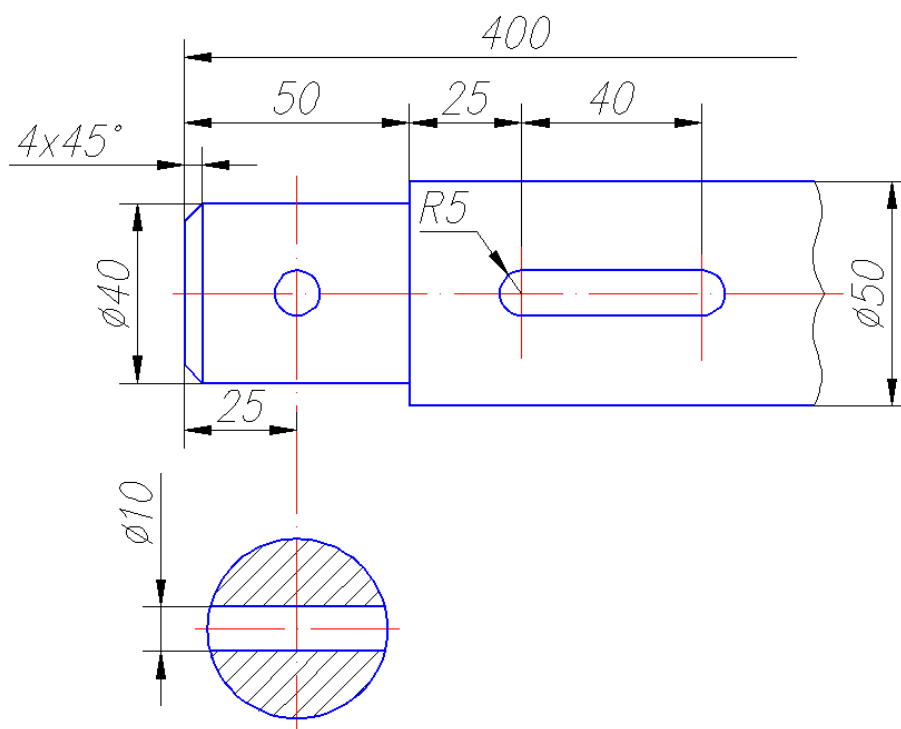


Рис. 57. Пример выполнения чертежа «Вал»

4.13. Вычертить вынесенное сечение вала со сквозным отверстием:

4.13.1. Провести горизонтальную ось (*Слой 2*) сечения с помощью команды **Отрезок**.

4.13.2. Выполнить окружность (*Слой 1*) радиусом 20 с центром в пересечении осей.

4.13.3. Выполнить отверстие (*Слой 1*) с помощью операций **Рисование** → **Прямая** → **Отступ** → 5 ↵ ЛКМ на горизонтальной оси → ЛКМ сверху → ЛКМ снизу от оси.

4.13.4. Обрезать все лишние линии с помощью команды **Обрезать**. Осевые линии вытянуть с помощью «ручек» за границы изображений на 1...5 мм.

4.13.5. Выполнить штриховку сечения (*Слой 3*) с помощью операций **Рисование** → **Штриховка** (см. подр. 2.6.4).

4.14. Нанести размеры (*Слой 3*) в соответствии с рис. 57 (см. подр. 2.6.6).

5.4. Пример выполнения графической работы №2 «Сопряжение»

С помощью данной работы осваиваются операции точного черчения в программе AutoCAD. В данном пособии предлагается следующая последовательность выполнения чертежа, проиллюстрированная на рис. 58 – 64:

1. Создать файл чертежа *Сопряжение.dwg* и сохранить его на диске D.
2. Используя **Центр управления**, перенести в данный файл слои, текстовый и размерные стили (см. подр. 5.2).
3. Выполнить чертеж «Сопряжение» (см. рис. 64):
 - 3.1. Включить режимы (см. подр. 1.2) **ОРТО, ПРИВЯЗКА, ВЕС**.
 - 3.2. Вычертить осевые линии (вертикальную и горизонтальную) длиной по 70 мм (**Слой 2**) с помощью команды **Рисование** → **Отрезок** (см. подр. 2.1).
 - 3.3. Выполнить окружности (**Слой 1**) радиусами 30 и 10 с одним центром в пересечении осей.
 - 3.4. Выполнить осевые для окружностей с правой стороны чертежа с помощью команд **Рисование** → **Прямая** → **Отступ**: от вертикальной – на 64 мм, от горизонтальной – на 138 (см. подр. 2.4).
 - 3.5. Скопировать окружности с осями с базовой точкой в центре окружностей с помощью команд **Редактирование** → **Копирование объекта** (см. подр. 3.2.1 и рис. 58). Удалить лишние прямые линии.
 - 3.6. Используя окно **Свойства**, изменить радиус большей окружности на 24 мм (см. рис. 59).

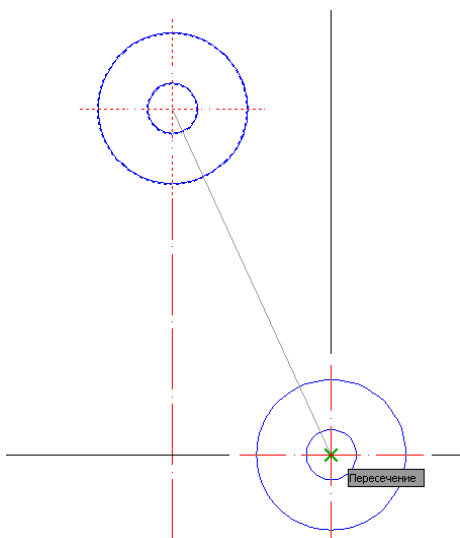


Рис. 58. Копирование окружностей

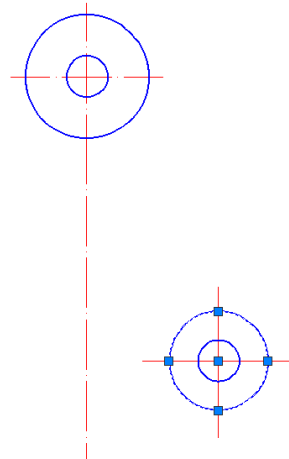


Рис. 59. Редактирование параметра окружности

Круг	
Цвет	ПоСлою
Слой	Слой1
Тип линий	ПоСлою
Центр X	2924.8453
Центр Y	1392.149
Радиус	24
Диаметр	48
Длина окружности	150.7964
Площадь	1809.5574

3.7. Построить касательную прямую к двум окружностям с помощью последовательности команд **Рисование** → **Отрезок**, используя привязку **Касательная** на каждой из окружностей (см. рис. 60).

3.8. Выполнить симметричное копирование объекта с помощью последовательности команд **Редактирование** → **Зеркальное отражение** (см. подр. 3.2.2).

3.9. Выполнить сопряжение радиусом 65 мм двух нижних окружностей с помощью команд **Рисование** → **Сопряжение**. При этом изменить радиус и режим обрезки с помощью опций команды (см. подр. 3.2.9 и рис. 61).

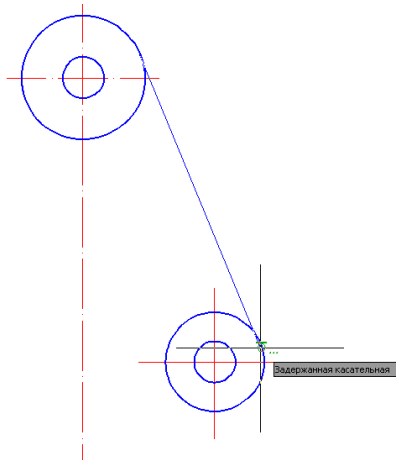


Рис. 60. Построение касательной

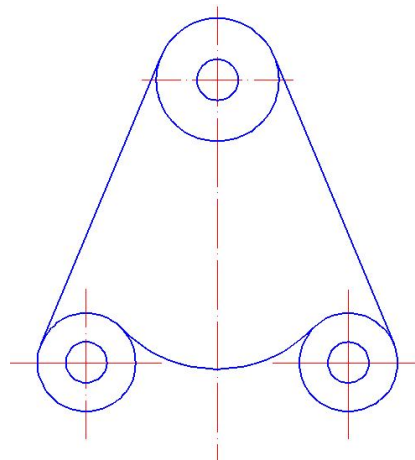
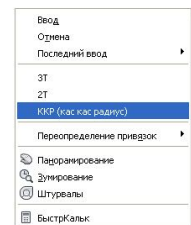


Рис. 61. Построение сопряжения



3.10. Выполнить сопряжение радиусом 130 мм двух окружностей с помощью команд **Рисование** → **Круг** → **ККР (кас кас радиус)** (см. подр. 2.2) и обрезать верхнюю часть окружности, используя операции **Редактирование** → **Обрезать** (см. рис. 62).

3.11. Выполнить построение внутренней части чертежа с помощью операций **Редактирование** → **Смещение** (см. подр. 3.2.3) с отступом от двух касательных на расстояние 45 мм и от горизонтальной оси верхней окружности на 110 мм (см. рис. 63).

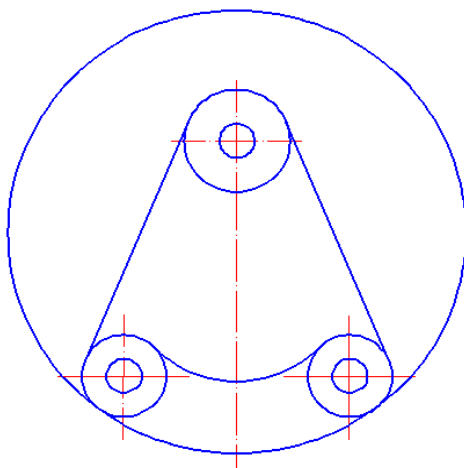


Рис. 62. Построение касательной окружности

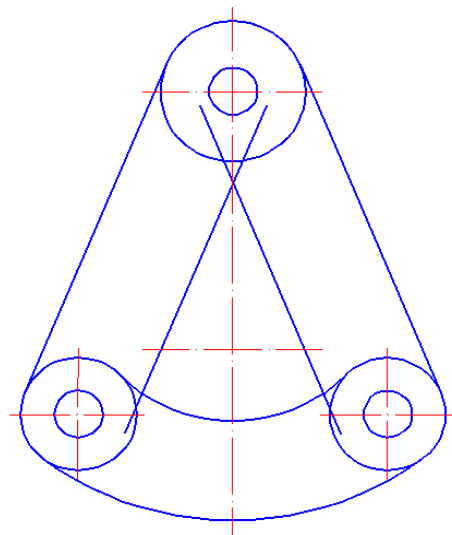


Рис. 63. Построение подобных объектов

3.12. Для построенных прямых выполнить сопряжение радиусом 5 мм с помощью команды **Рисование** → **Сопряжение**.

2.13. Нанести размеры (**Слой 3**) в соответствии с рис. 64 и подр. 2.6.6.

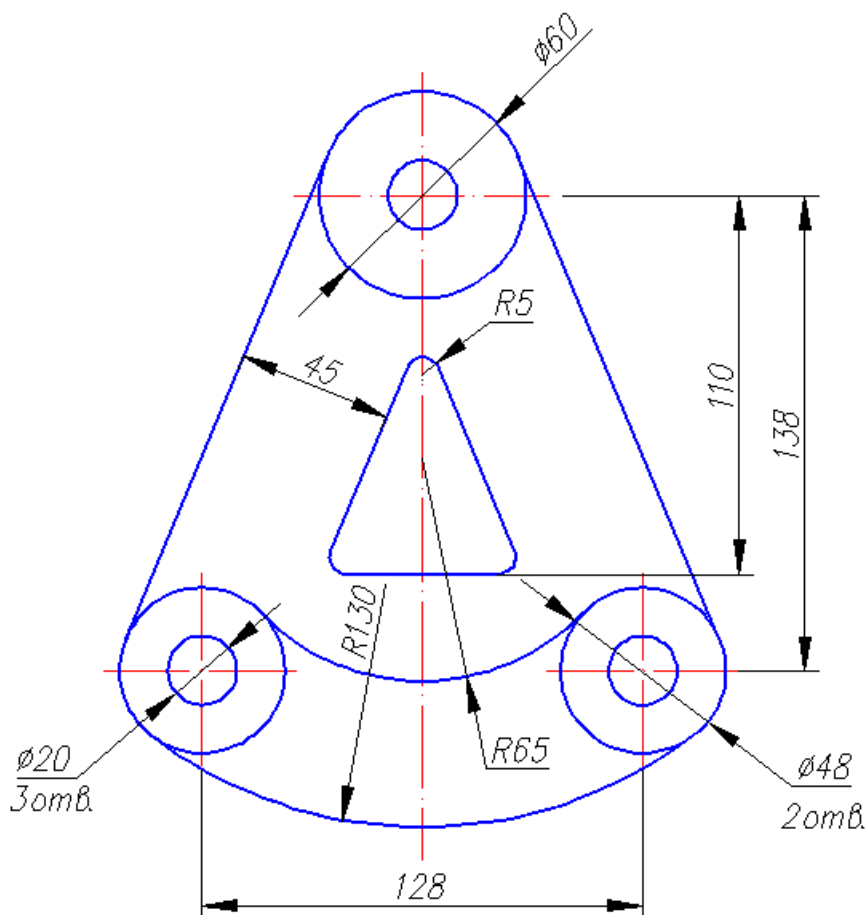


Рис. 64. Пример выполнения чертежа «Сопряжение»

5.5. Пример выполнения графической работы №3 «Проекционное черчение»

В данной работе рассматриваются способы ввода координат, различные операции копирования объектов, оптимальное использование различных режимов и привязок в программе AutoCAD. Предлагается следующая последовательность выполнения чертежа, проиллюстрированная на рис. 64 – 68:

1. Создать файл чертежа *Проекционное черчение.dwg* и сохранить его на диске D.

2. Используя **Центр управления**, перенести в данный файл слои, текстовый и размерные стили (см. подр. 5.2).

3. Выполнить чертеж «Проекционное черчение» (см. рис. 68):

3.1. Включить режимы (см. подр. 1.2) **ОРТО**, **ПРИВЯЗКА**, **ОТСОБЪЕКТ**, **ВЕС**.

3.2. Вычертить прямоугольник 420x360 мм (*Слой 1*) с помощью команд **Рисование** → **Прямоугольник** (см. подр. 2.6.1).

3.3. Вычертить осевые линии (*Слой 2*) с помощью команд **Рисование** → **Отрезок** с привязкой к середине противоположных сторон прямоугольника.

3.4. Вычертить окружность радиусом 55 мм с центром в пересечении осей (*Слой 1*). Выполнить правильный шестиугольник с помощью команд **Рисование** → **Многоугольник** (см. подр. 2.6.2). При выборе опции данной команды **Вписанный в окружность** указать радиус 105 мм.

3.5. Выполнить крайнюю окружность радиусом 25 мм, как элемент будущего массива, с помощью команд **Рисование** → **Круг** → временная привязка **Смещение**  → ЛКМ на базовой точке (см. рис. 65) → @50,40 ↵ → 25 ↵.

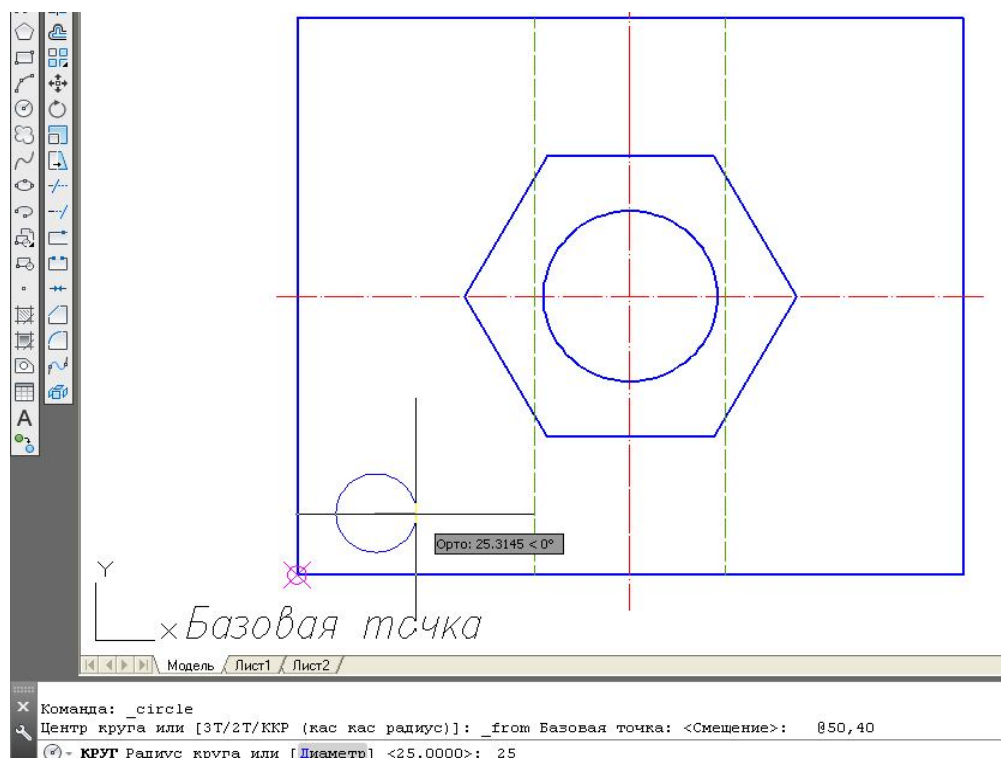


Рис. 65. Использование привязки **Смещение**

3.6. Перед построением массива окружностей дорисовать центровые оси (*Слой 2*).

3.7. Выполнить копирование окружности с помощью команд **Редактирование** → **Массив** → **Прямоугольный** (см. подр. 3.2.4). В процессе построения можно выбрать объекты копирования до обращения к команде **Массив**, затем необходимо выбрать опции и ответить на запросы программы (см. рис. 66):

- **Ассоциативный** – нет;
- **столбцы** – 3, расстояние между столбцами – 160;
- **строки** – 2, расстояние между строками – 140.

3.8. Достроить ребра жесткости (*Слой 1*) и невидимые линии (*Слой 4*). При необходимости создать **Слой 4** для линии невидимого контура: цвет – зеленый, тип штрихования – ISO02W100, вес линии – 0,3.

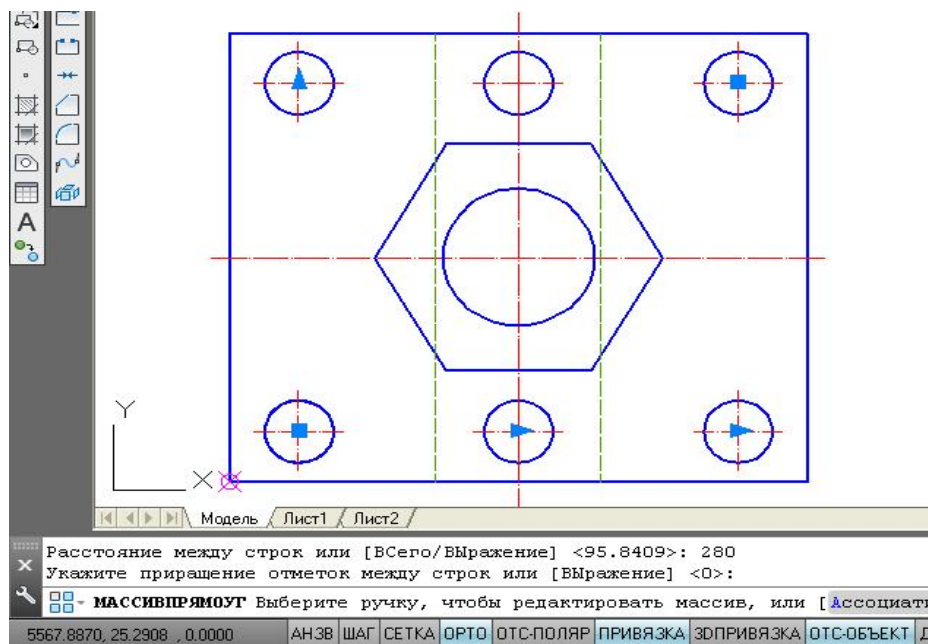


Рис. 66. Использование команды *Массив*

3.9. Выполнить главный вид детали с использованием команды *Отрезок* и временной привязки *Координатные фильтры*:

- вызвать команду *Отрезок*;
- с помощью сочетания *Shift*+ПКМ открыть список временных привязок, выбрать в нем координатный фильтр точек по оси x (см. рис. 67);
- щелчком ЛКМ указать точку 1 на виде сверху и еще одним щелчком ЛКМ указать примерное начало отрезка на главном виде. Далее вычертить главный вид и разрезы детали. Нанести размеры в соответствии с рис. 68.

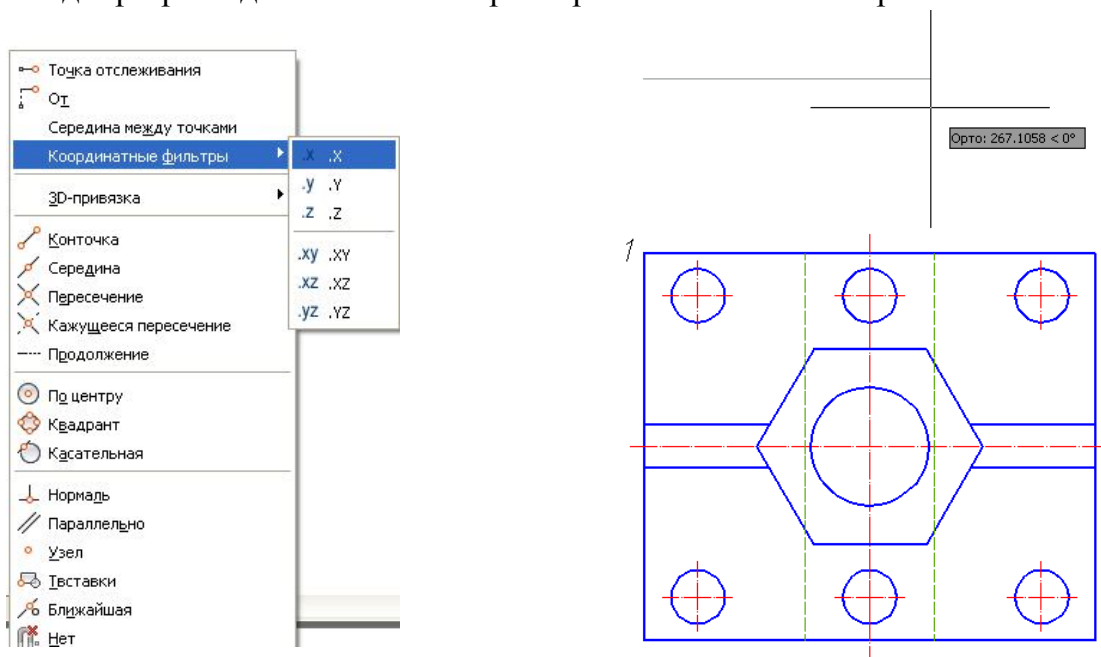


Рис. 67. Использование привязки *Координатные фильтры*

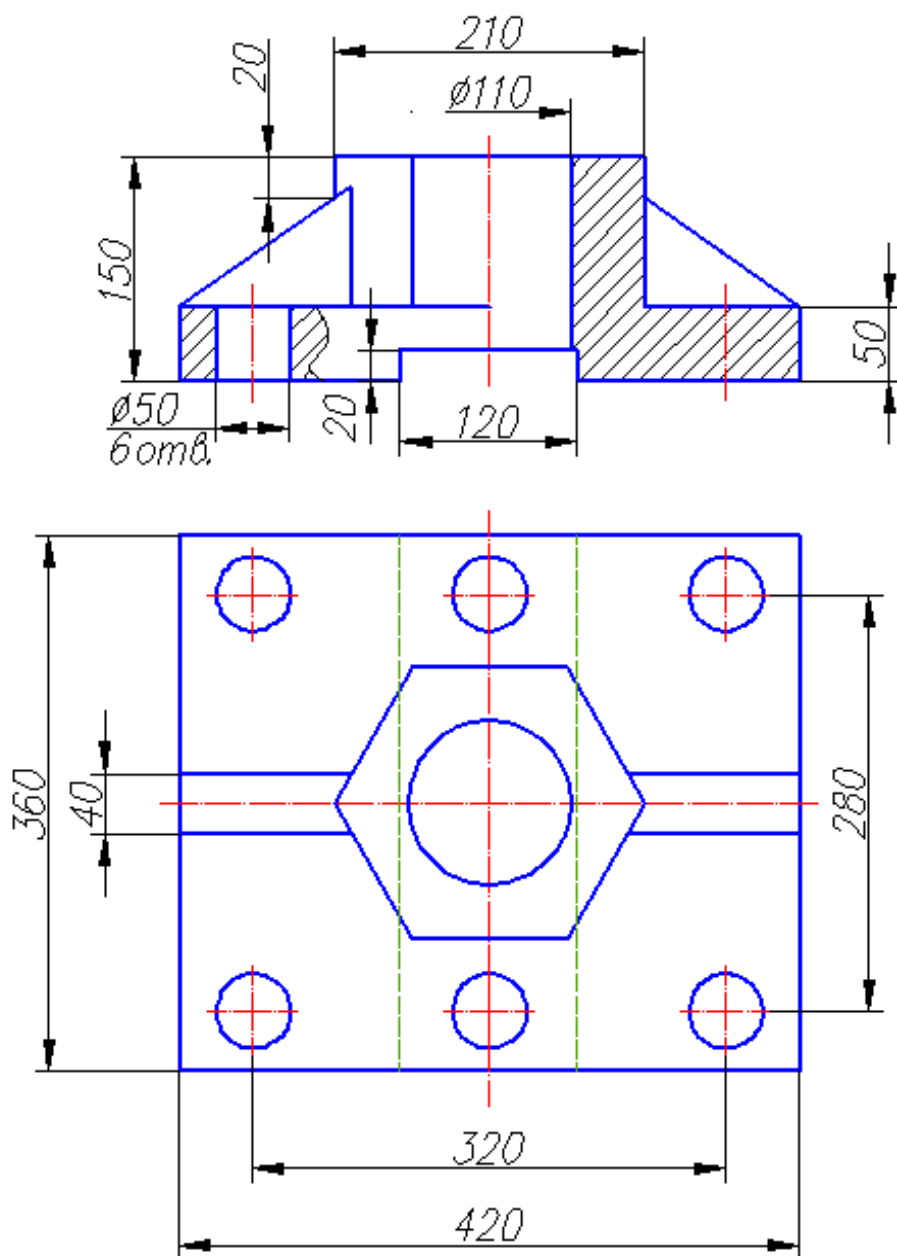


Рис. 68. Пример выполнения чертежа «Проекционное черчение»

6. СОЗДАНИЕ И КОМПОНОВКА ЛИСТА. ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ

Рассмотренные выше примеры чертежей были выполнены в пространстве *Модели* в масштабе 1:1. Пространства *Модель*, *Лист 1*, *Лист 2* переключаются с помощью вкладок внизу рабочего экрана на интерфейсе AutoCADa (см. подр. 1.2). Компонировка в пространстве *Листа* позволяет вывести на печать выполненные изображения детали в разных масштабах в нужном формате, оформленном рамкой и основной надписью в соответствии с ГОСТами ЕСКД и СПДС. Создание нового листа с необходимым оформлением формата рассмотрено ниже.

6.1. Создание шаблона для нового Листа

В связи с тем, что в программе AutoCAD не предусмотрены шаблоны, соответствующие ГОСТу 2.301 – 68 «Форматы», в данном пособии предлагается создать шаблон формата А4 для чертежа «Проекционное черчение»:

1. Создать новый файл для рамки чертежа.
2. Перенести слои и текстовые стили из уже созданного файла «Проекционное черчение» с помощью **Центра управления** программы AutoCAD.
3. Для создания Листа «А4» с шаблоном формата А4 вертикального расположения выполнить чертеж рамки соответствующего формата и основную надпись:

– вычертить границы формата (**Слой 3**) с помощью команды **Рисование** → **Прямоугольник**. Отвечая на первый запрос, ввести координаты первой точки: 0, 0↵; на второй запрос программы ввести координаты: 210,297↵;

– внутреннюю рамку чертежа вычертить с помощью команды **Прямоугольник** (**Слой 1**). Отвечая на первый запрос ввести координаты 20,5↵. Вторую точку прямоугольника ввести с помощью относительных координат. Для этого использовать привязку **Смещение**  (см. подр. 5.5 и рис. 65) и на запрос о базовой точке указать верхний правый угол внешней рамки чертежа, далее на вопрос о величине отступа ввести значение @-5,-5↵.

– вычертить границы основной надписи (рис. 69) с помощью команды **Рисование** → **Прямоугольник** (**Слой 1**). Отвечая на первый запрос системы, указать нижний правый угол внутренней рамки чертежа, а на второй запрос: @-185,55↵;

– разрушить прямоугольник основной надписи командой **Редактирование** → **Расчлнить** ;

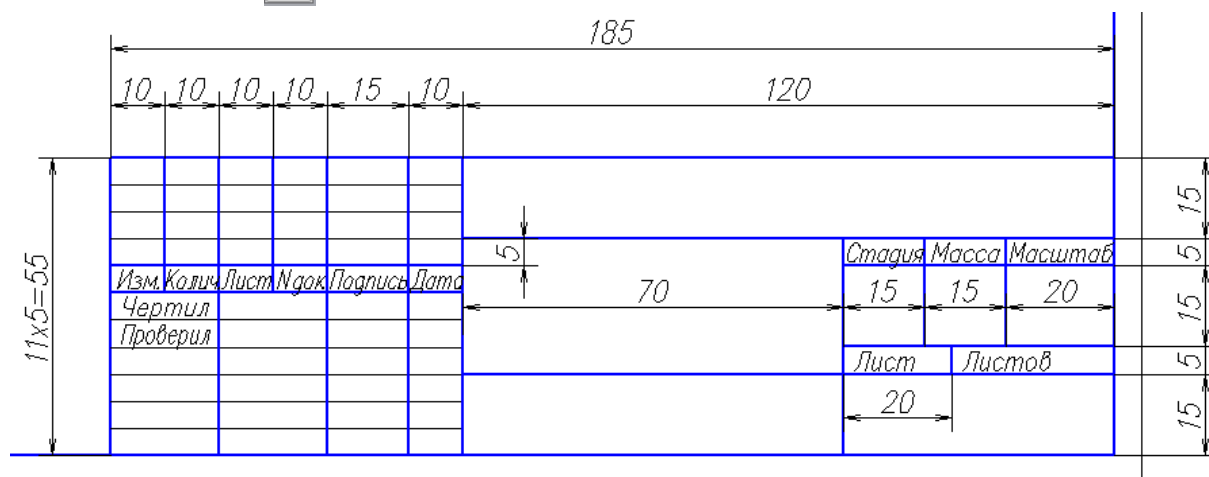


Рис. 69. Основная надпись

– изобразить внутренние горизонтальные линии штампа копированием нижнего отрезка с помощью команды **Редактирование** → **Массив** (**Слой 3**). Вертикальные (**Слой 1**) удобно копировать с помощью команды **Редактирование** → **Подобие**;

– заполнить основную надпись с помощью команды **Рисование** → **Текст** → **Однострочный**;

4. Запомнить файл как шаблон в папке *Template* под именем *A4.dwg* с помощью последовательности **Файл** → **Сохранить как...** В открывшемся окне выбрать тип файла: **Шаблон чертежа AutoCAD (*.dwt)** (откроется папка *Template*) → тип файла: **Чертеж AutoCAD 2007 (*.dwg)** → внести имя файла: *A4.dwt*.

Этот шаблон может быть использован для вставки в пространство вновь создаваемого листа с именем *A4*.

6.2. Создание и компоновка Листа

Для создания **Листа A4** выполнить алгоритм:

1. Открыть файл *Проекционное черчение.dwg*;
2. Создать новый лист с помощью команд **Сервис** → **Мастеры** → **Компоновка листа...** В открывшемся окне **Создание листа – Начало** (рис. 70) ответить на запросы программы:

- **Имя нового листа** – *A4*;
- **Принтер** – *Нет*;
- **Формат** – *ISO A2 (420.00x594.00 мм)*;
- **Ориентация листа** – *Книжная*;
- **Основная надпись** – *A4.dwg*;
- **Видовые экраны** (Один экран в масштабе 1:5);
- **Положение** (указать в пространстве Листа A4 двумя щелчками ЛКМ);
- **Готово**.

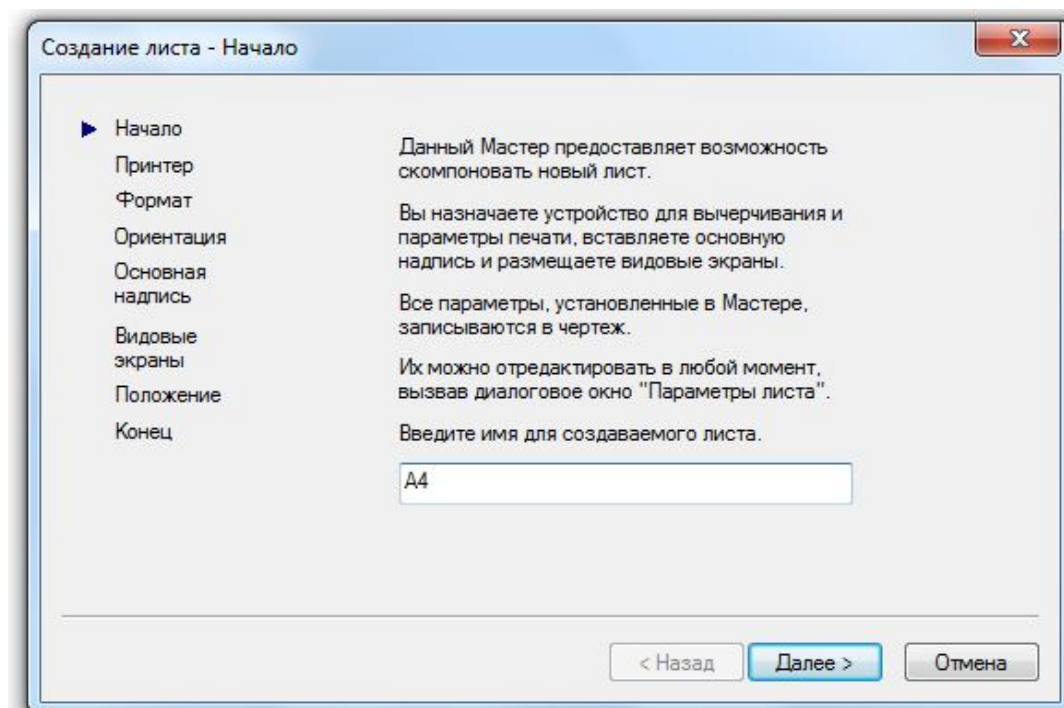


Рис. 70. Окно **Создание листа - Начало**

Созданный первый видовой экран в пространстве *Листа А4* содержит два изображения детали в масштабе 1:5. Для создания дополнительных видовых экранов можно открыть панель **Видовые экраны** (рис. 71). Эта панель позволяет создавать видовые экраны в границах простого прямоугольника, многоугольника или любой другой замкнутой формы, выполненной в пространстве листа, которую программа предлагает преобразовать в видовой экран. В окне панели **Видовые экраны** можно откорректировать масштаб выделенного на листе видового экрана. Также масштаб видового экрана можно задать в окне **Свойства**. Контур экрана необходимо перевести в слой «Вспом», запрещенный к печати.

При выходе в пространство *Листа* можно работать как в пространстве *Модели*, активизируя это пространство двойным щелчком ЛКМ внутри видового экрана, так и в пространстве *Листа*. Все, что создано в пространстве *Листа*, не отражается в пространстве *Модели*, как будто начерчено на кальке, лежащей сверху.

Также необходимо создать дополнительные стили размеров и текстов, чтобы они в разных видовых экранах оказались одинаковыми после распечатки чертежа. Для этого достаточно создать на базе использованных стилей новые с другим масштабом увеличения параметров.

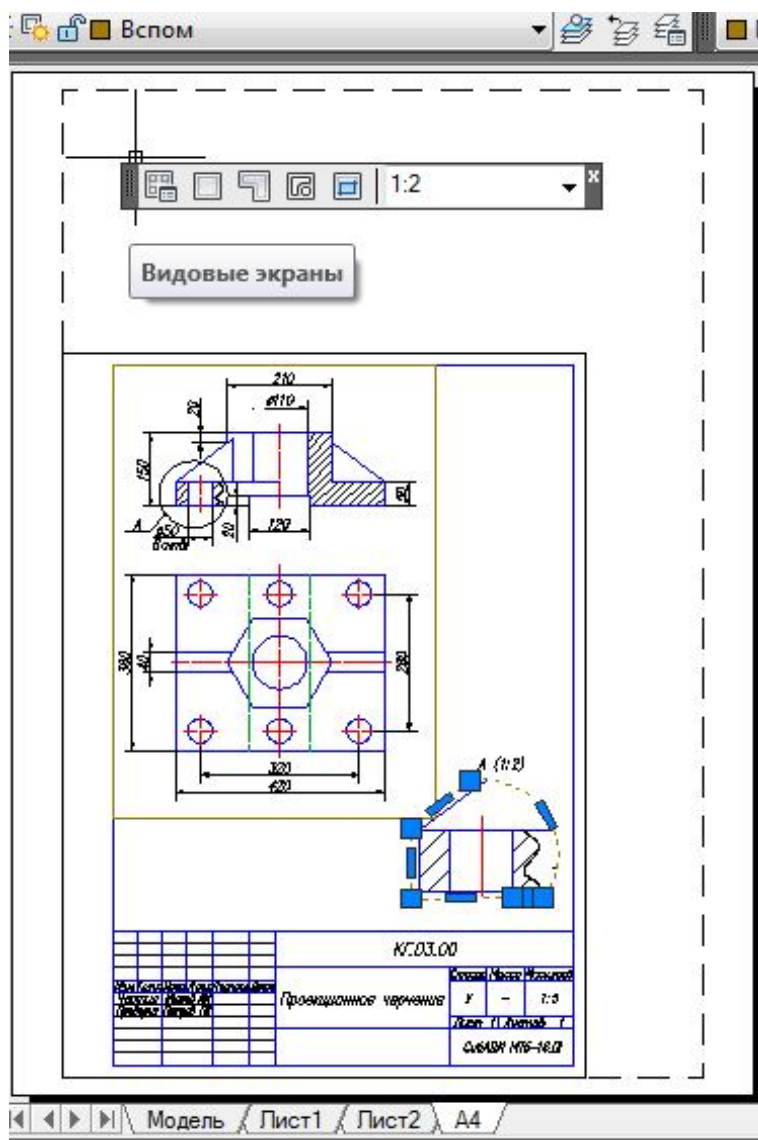


Рис. 71. Компоновка *Листа А4*

6.3. Вывод на печать из пространства *Листа*

Вывод на печать можно осуществлять как из пространства *Модели*, так и из пространства *Листа*. В данном пособии рассмотрен вывод на печать из пространства *Листа* с помощью следующих операций:

1. Открыть окно **Печать—А4** с помощью команд **Файл → Печать...**

2. Развернуть окно печати, щелкнув кнопку со стрелкой в нижнем правом углу окна (рис. 72).

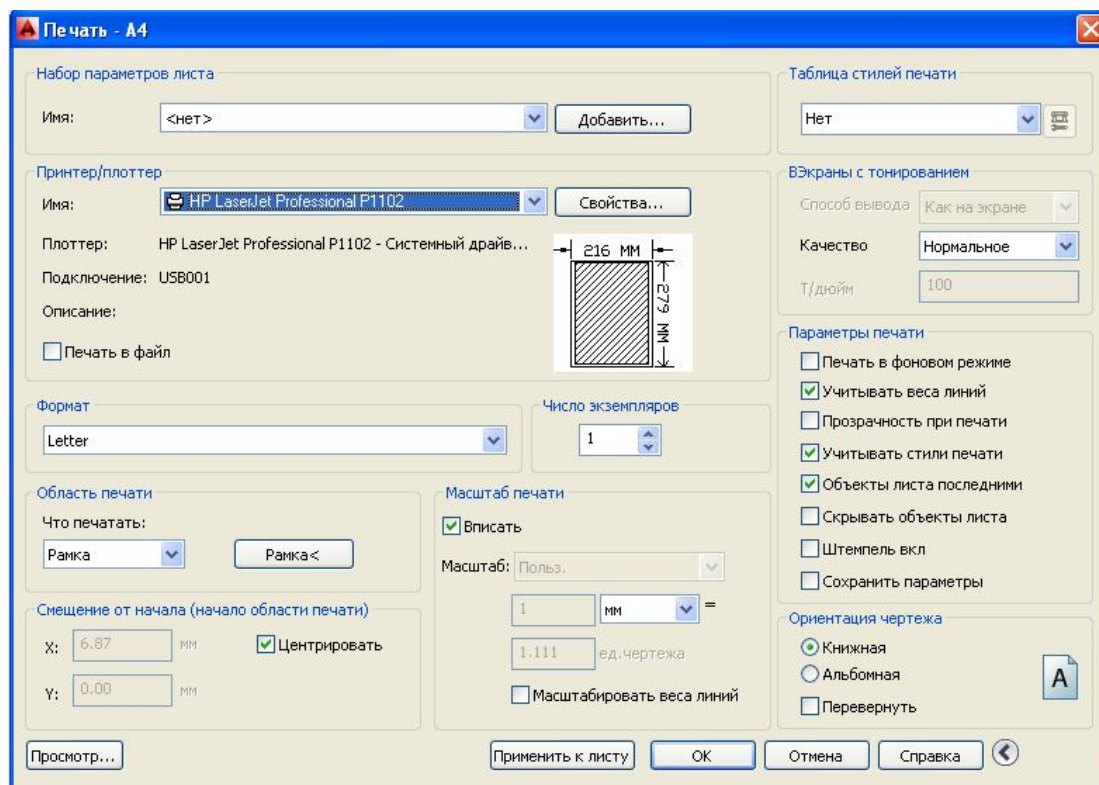


Рис. 72. Окно вывода на печать

3. Выбрать плоттер, ориентацию чертежа, опции печати в соответствии с текущими требованиями к оформлению чертежа:

- область печати выбрать с помощью параметра **Что печатать: Рамка** и кнопки **Рамка<**;
- при выборе принтера с форматом A4 необходимо использовать масштаб печати **Пользов.**, появляющийся при активизации параметра **Вписать**;
- при неоднократном использовании этих параметров печати для данного файла необходимо нажать кнопку **Применить к Листу**.

7. ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ В СРЕДЕ AUTOCAD

Плоскость, в которой производятся 2D-построения, называется мировой системой координат (МСК). Она задается осями x и y и совпадает с плоскостью графического экрана. Третья ось z расположена перпендикулярно данной плоскости и направлена от экрана к зрителю.

Многие команды, изученные в прежних разделах, допускают ввод трехмерных координат. В 2D-построениях обычно вводятся две координаты точек X и Y , при этом по умолчанию координата Z приравнивается нулю. В 3D-построениях ввод координат @10,20,30 определяет точку, сдвинутую по осям x , y , z относительно последней введенной на чертеже точки на 10, 20 и 30 единиц соответственно.

7.1. Твёрдотельное моделирование

Программа позволяет строить как поверхности, так и тела. Построение тел выполняется с помощью «выдавливания» и называется твёрдотельным моделированием.

Для удобства построения 3D-объектов в данном пособии рекомендуется дополнить интерфейс следующими панелями **Моделирование**, **Визуальные стили**, **Вид** (рис. 73). На этом рисунке отображён 3D-интерфейс с включённой юго-западной изометрией. В правом верхнем углу рабочего экрана расположен куб, позволяющий изменить направление взгляда на построенный 3D-объект.

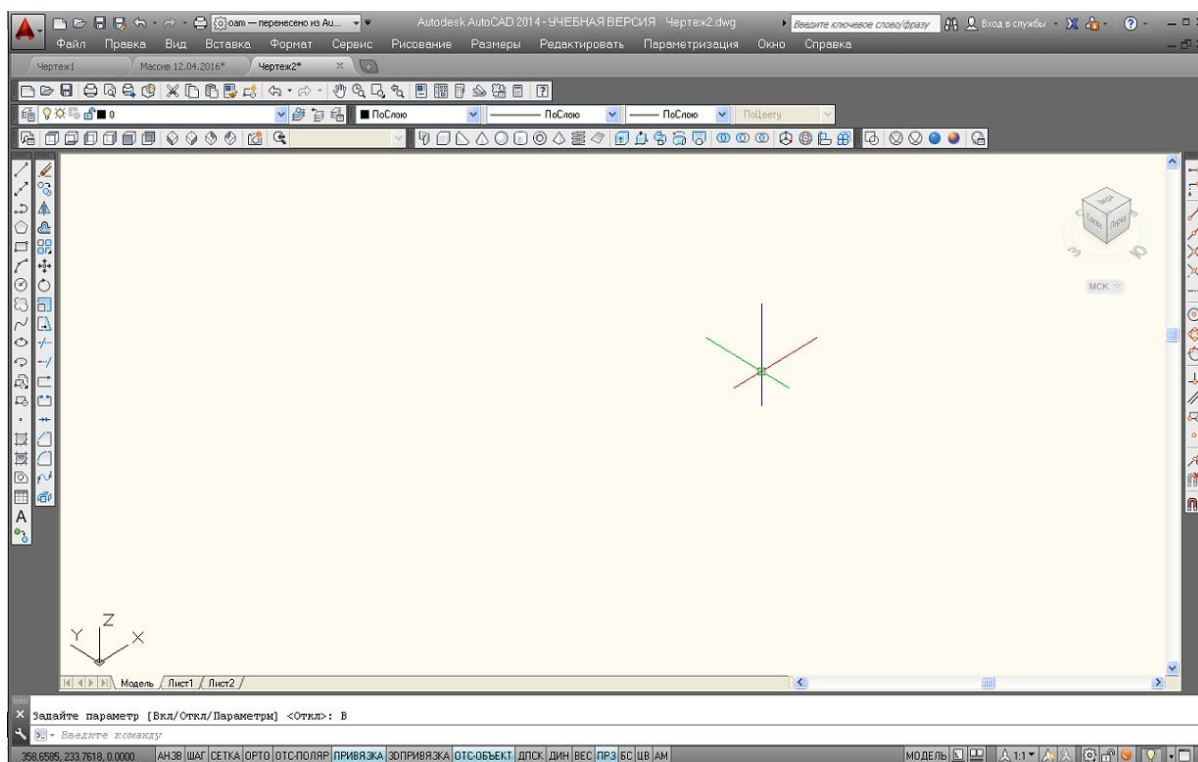


Рис. 73. 3D-интерфейс

7.2. Пример выполнения графической работы №4 «3D-модель призмы с отверстием»

Выполнить 3D-объект шестигранной призмы со сквозным цилиндрическим отверстием, используя следующие операции твёрдотельного моделирования:

1. Создать файл с именем «Модель призмы». Установить несколько слоев с различными цветами.
2. Задать на рабочем экране юго-западную изометрию с помощью операций **Вид** → **ЮЗ изометрия**.
3. Выполнить основание прямой шестигранной призмы с помощью операций **Рисование** → **Многоугольник**. Принять центр шестиугольника в точке (0,0,0), радиус вписанной окружности 150.

4. Для выполнения цилиндрического отверстия в теле призмы вычертить окружность с центром в точке (0,0,0) и радиусом 50.

5. Чтобы произвести операции с телами, создать области (область шестиугольника А и область круга В) с помощью операций **Рисование** → **Область** .

6. Выполнить вычитание двух множеств (область А – область В) с помощью панели **Моделирование** и операции **Вычитание**  (рис. 74).

7. Выполнить шестигранное тело с отверстием с помощью операций **Моделирование** → **Выдавить** .

8. Тонирование 3D-модели выполнить с помощью операций **Визуальные стили** → **Визуальный стиль «Концептуальный»**  (рис. 75).

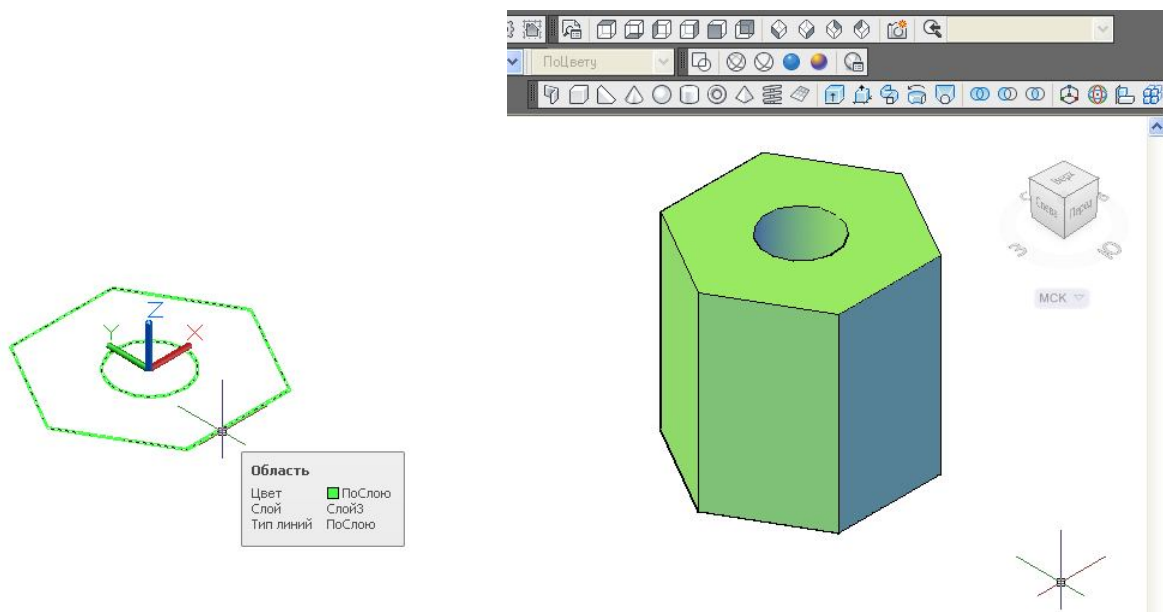


Рис. 74. Создание областей и операция **Вычитание**

Рис. 75. Создание 3D-модели

7.3. Пример выполнения графической работы №5 «3D-модель детали с использованием трех видовых экранов»

Выполнить 3D-модель по заданию, приведенному на рис. 76, используя следующие операции твердотельного моделирования:

1. Создать файл с именем *Деталь.dwg*. Установить несколько слоев с различными цветами.

2. При работе с моделью 3D-объекта AutoCAD позволяет делить графический экран на части, в каждой из которых можно установить свою точку зрения или проекцию. Конфигурация, показанная на рис. 77, назначается с помощью операций: **Вид** → **Видовые экраны** → **3 ВЭкрана**. В командной строке выбрать расположение конфигурации: **Правее**.

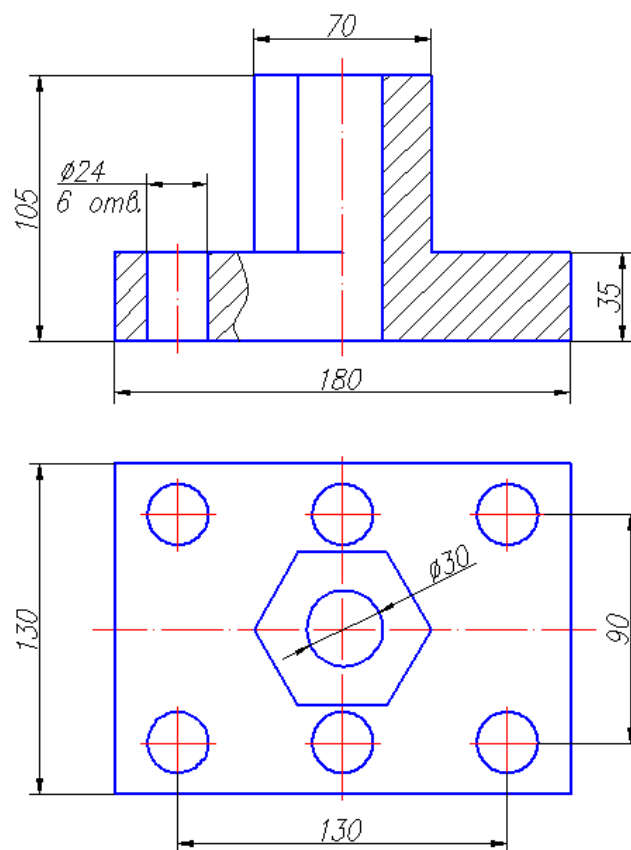


Рис. 76. Задание для выполнения графической работы №5

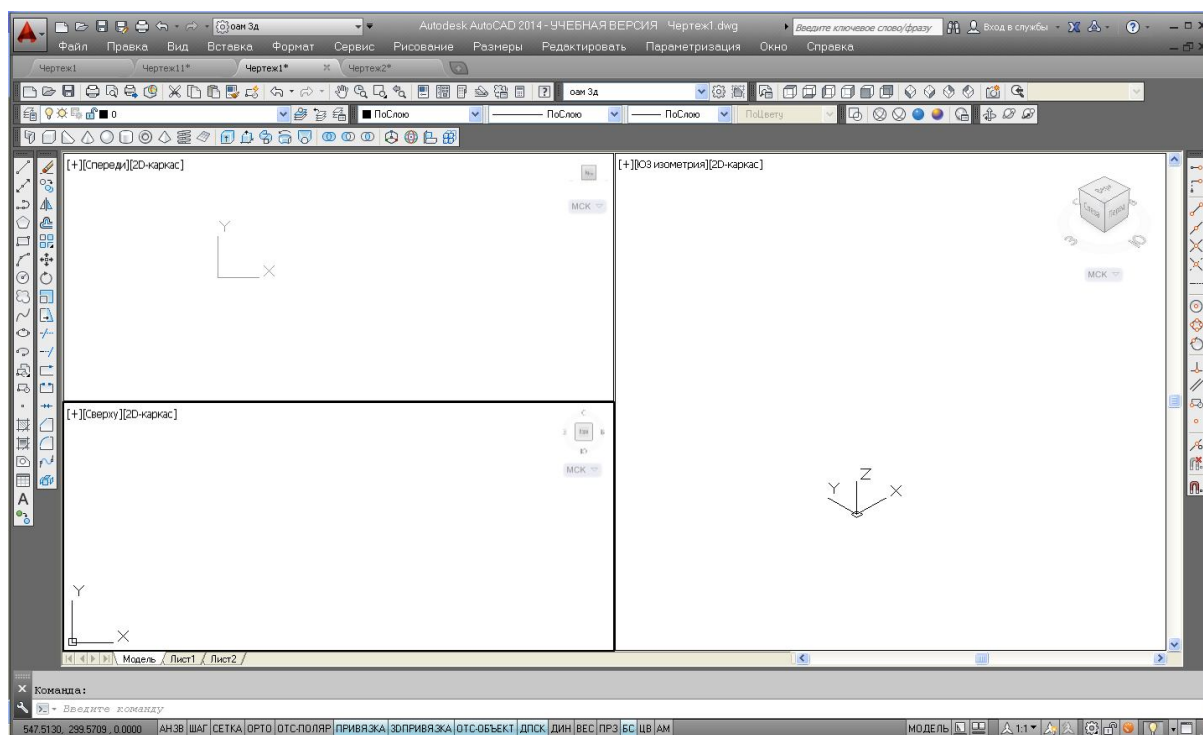


Рис. 77. Конфигурация 3 ВЭкрана

3. Задать виды в каждом видовом экране с помощью панели **Вид** (при задании нужного вида соответствующий экран активизируют щелчком мыши):

- верхний левый экран – вид **Спереди**;
- нижний левый экран – вид **Сверху**;
- правый экран – **ЮЗ изометрия**.

4. Активизировать нижний левый экран и вычертить в нем прямоугольник длиной 180 мм, шириной 130 мм и 6 окружностей диаметром 24 мм с помощью изученных ранее команд.

5. Создать семь областей (область прямоугольника А и области окружностей В). Выполнить вычитание двух множеств (область А – области В) с помощью панели **Моделирование** и операции **Вычитание** (рис. 78).

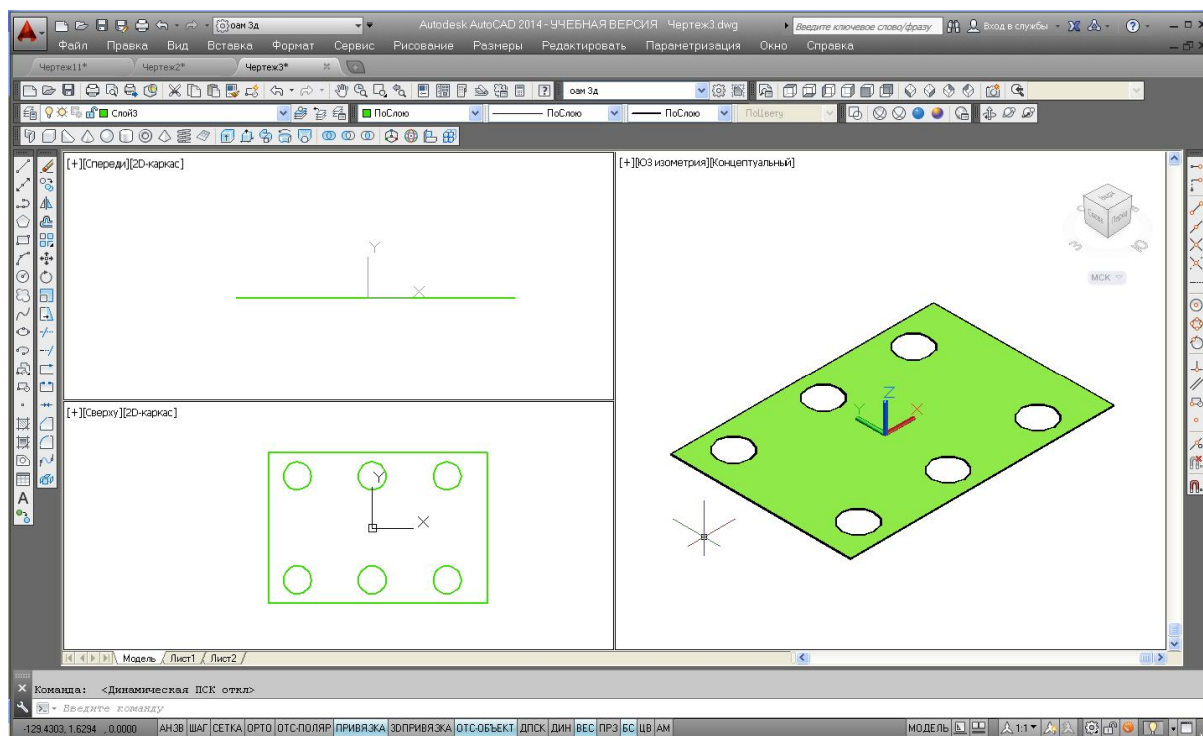


Рис. 78. Операция **Вычитание**

6. Активизировать экран **ЮЗ изометрия**. Создать призму основания с шестью отверстиями с помощью выдавливания полученной области на 35 мм вверх: **Моделирование** → **Выдавить**.

7. Активизировать нижний левый экран и вычертить правильный шестиугольник с помощью операций **Рисование** → **Многоугольник**. Разместить центр шестиугольника в центре верхней грани призмы, задать радиус вписанной окружности 70 мм. Создать область шестиугольника.

8. Активизировать экран **ЮЗ изометрия**. Выполнить выдавливание области шестиугольника вверх на 105 мм.

9. Выполнить объединение двух тел (3D-тело = Тело шестиугольника + Тело призмы с отверстиями) с помощью операций **Моделирование** → **Объединение**  (рис. 79).

10. Построить цилиндр радиусом 12 мм и высотой 105 мм с помощью операций **Рисование** → **Моделирование** → **Цилиндр** . Задать центр основания цилиндра в центре основания призмы (рис. 80).

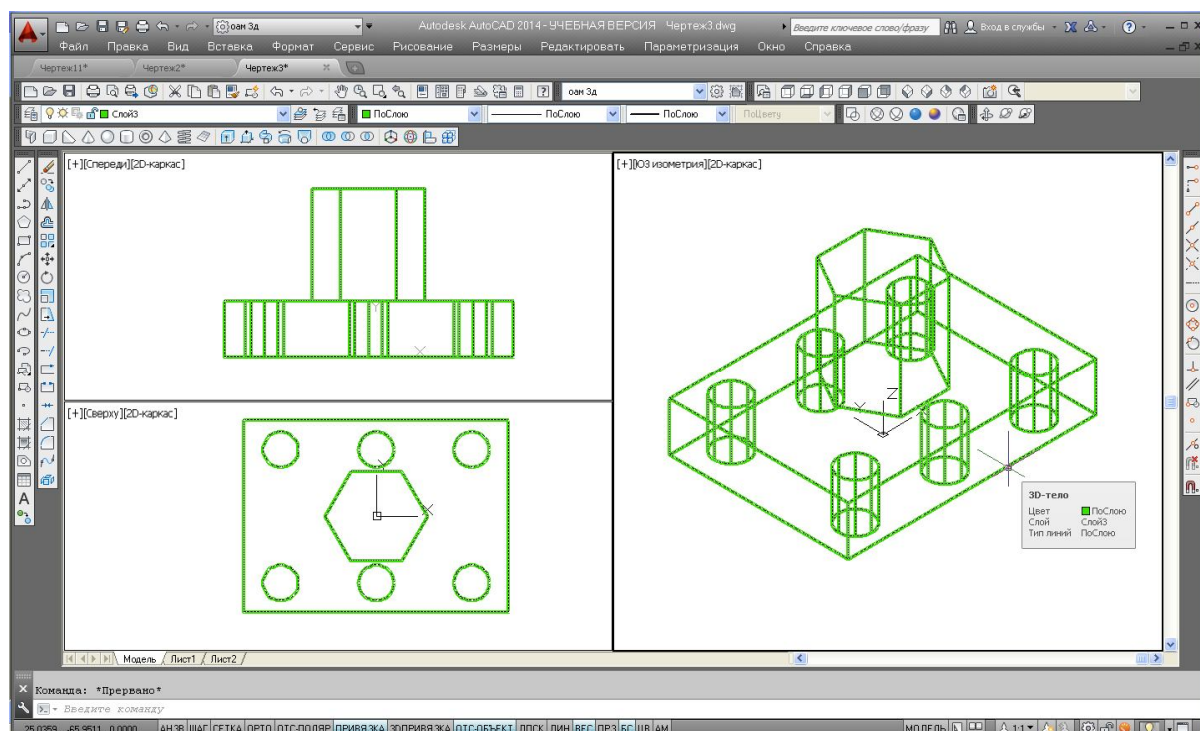


Рис. 79. Операция **Объединение** 3D-тел

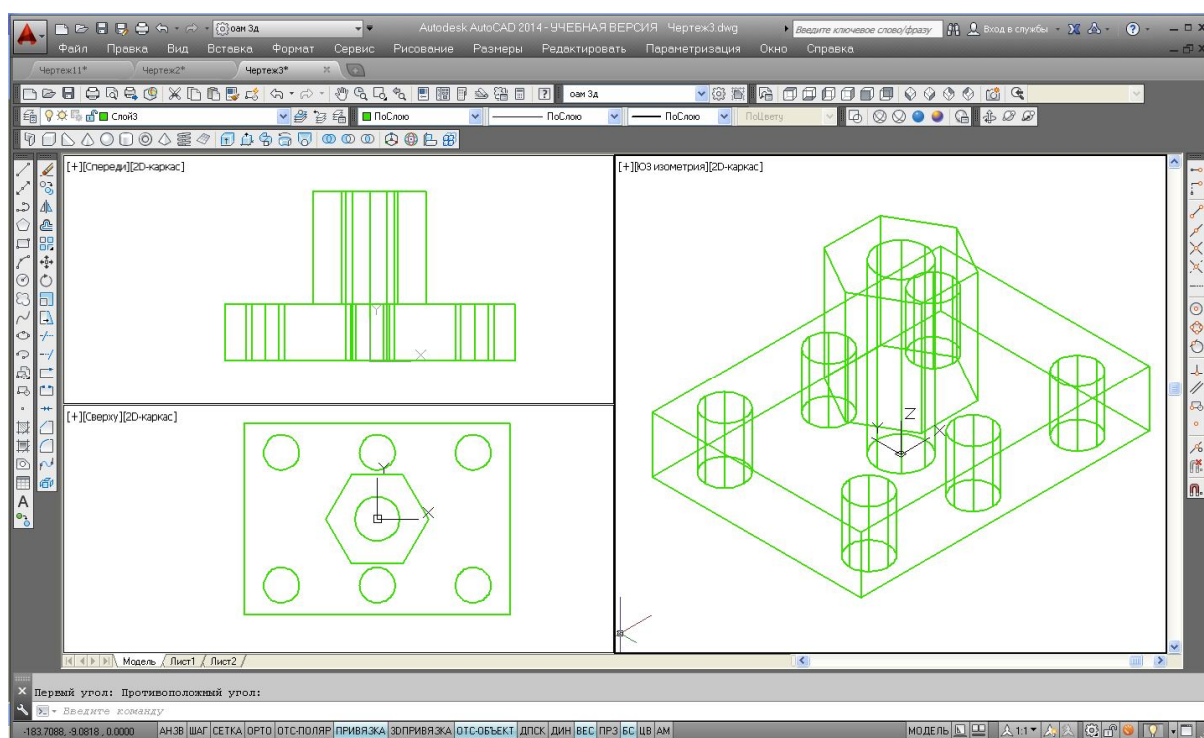


Рис. 80. Построение цилиндра

11. Выполнить операцию **Вычитание** (3D-тело – Цилиндр). Выполнить тонирование 3D-модели с помощью операций **Визуальные стили** → **Визуальный стиль «Концептуальный»** (рис. 81).

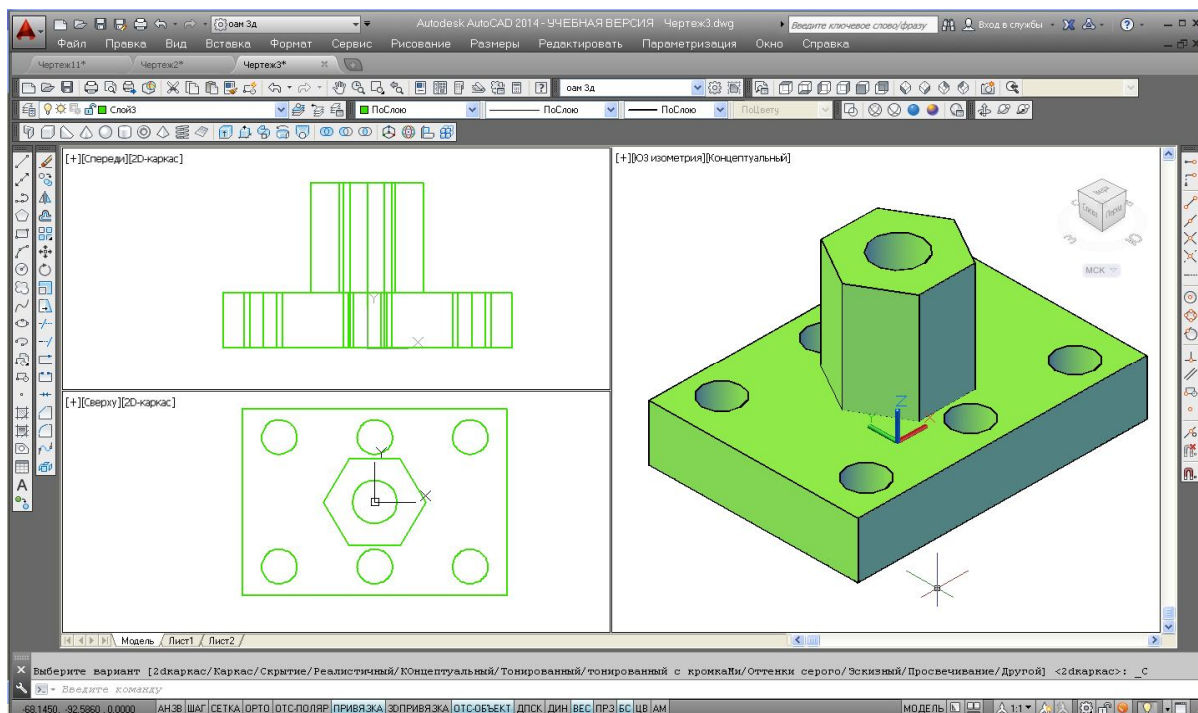


Рис. 81. Операции **Вычитание** (3D-тело – Цилиндр), **Тонирование**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, изучены основы компьютерной графики. Курсовые и дипломные проекты можно выполнять на компьютере.

Следует учесть, что программа AutoCAD разработана американской фирмой Autodesk и требует создания слоев, стилей шрифтов, размеров, шаблонов для оформления листа и вывода на печать в соответствии с ГОСТами ЕСКД и СПДС. Однажды созданные стили, блоки, шаблоны и пр. можно переносить из файла в файл с помощью Центра управления AutoCADa, поэтому разрабатывать и именовать их нужно аккуратно с первого же чертежа.

Вопросы и задания для самопроверки

1. Как создать собственный интерфейс для работы в 2D-пространстве программы?
2. Какие функции выполняют левая и правая кнопки мыши при работе в программе AutoCAD?
3. Какие команды позволяют изменять положение и величину изображения на экране?
4. Перечислить способы выбора объектов для редактирования.
5. Перечислить способы ввода команд в программе.

6. Чем различаются глобальные и временные объектные привязки и как их выбрать?

7. Что относится к простым и сложным примитивам? На примере полилинии выполнить чертеж стрелки.

8. Как выполнить штриховку замкнутого и разомкнутого контуров? На примере штриховки PLAST выполнить условное изображение поверхности грунта в разрезе.

9. Как создать новый размерный стиль?

10. Перечислить возможные способы редактирования геометрических объектов. На примере чертежа окружности изменить радиус с помощью окна *Свойства*.

11. Что такое блок? Создать статический и динамический блоки на примере чертежа оконного проема здания.

12. Как создать новый *Лист* для компоновки в разных масштабах геометрических объектов, выполненных в пространстве *Модели*?

13. Какими панелями можно дополнить интерфейс программы для работы в 3D-пространстве?

Список рекомендуемой литературы

1. Полещук, Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2014 / Н.Н. Полещук. – СПб. : БХВ-Петербург, 2014. – 464 с.

2. Приемышев, А.В. Компьютерная графика в САПР [Электронный ресурс] / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Треяль, О.А. Коршакова. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2017. – 196 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90060>. – Загл. с экрана (дата обращения: 10.02.2017).

3. Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика [Электронный ресурс] : учебное пособие [для строительных специальностей и направлений] / М.И. Воронцова [и др.]. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2016. – 251 с. – Режим доступа: <http://bek.sibadi.org/>. – Загл. с экрана (дата обращения: 20.05.2017).

4. Инженерная 3D-компьютерная графика : учебное пособие для бакалавров / А.Л. Хейфец [и др.]. – М. : Юрайт, 2014.

5. Каминский, В.П. Строительное черчение : учебник / В.П. Каминский, О.В. Георгиевский, Б.В. Будасов. – М. : Архитектура-С, 2007. – 456 с.

6. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей / В.С. Левицкий. – М. , 2001. – 429 с.

7. ГОСТ 2.301–68. ЕСКД. Форматы (с изменениями). – Введ. 1967–10–12 // ИС «Техэксперт». – М. : Стандартинформ, 2006. – 8 с.

8. ГОСТ 2.303–68. ЕСКД. Линии (с изменениями). – Введ. 1967–10–12 // ИС «Техэксперт». – М. : Стандартинформ, 2006. – 12 с.

9. ГОСТ 2.305–2008. ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения. – Введ. 2008–25–12 // ИС «Техэксперт». – М. : Стандартинформ, 2009. – 27 с.

10. ГОСТ 2.306–68. ЕСКД. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах (с изменениями). – Введ. 1971–01–01 // ИС «Техэксперт». – М. : Стандартинформ, 2006. – 11 с.

11. ГОСТ 2.307–2011. ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений. – Введ. 2012–01–01 // ИС «Техэксперт». – М. : Стандартинформ, 2012.