МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Д. А. Дрозд

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ПРАКТИКУМ

В двух частях

Часть 2

Рекомендовано учебно-методическим объединением в сфере высшего образования Республики Беларусь по образованию в области сельского хозяйства в качестве учебно-методического пособия для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение общего высшего образования по специальности 6-05-0532-03 Землеустройство и кадастры

Горки
БГСХА
2024

УДК 528(075.8)
ББК 26.12я73
Д75

Рекомендовано методической комиссией землеустроительного факультета 23.06.2023 (протокол № 10) и Научно-методическим советом БГСХА 28.06.2023 (протокол № 10)

Автор:
кандидат сельскохозяйственных наук *Д. А. Дрозд*

Рецензенты:
кандидат технических наук, доцент *А. С. Анженков*;
кандидат технических наук, доцент *О. П. Мешик*

Дрозд, Д. А.

Д75 Инженерная графика и автоматизированные системы проектирования. Практикум : учебно-методическое пособие. В 2 ч. Ч. 2 / Д. А. Дрозд. – Горки : БГСХА, 2024. – 232 с.

ISBN 978-985-882-512-6.

Приведены особенности построения и вычерчивания топографических планов, элементов зданий и сооружений с использованием систем автоматизированного проектирования AutoCAD, КОМПАС-3D и nanoCAD.

Для студентов учреждений образования, обеспечивающих получение общего высшего образования по специальности 6-05-0532-03 Землеустройство и кадастры.

УДК 528(075.8)
ББК 26.12я73

ISBN 978-985-882-512-6 (ч. 2)
ISBN 978-985-882-510-2

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2024

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие по дисциплине «Инженерная графика и автоматизированные системы проектирования» разработано для студентов, обучающихся по специальности 6-05-0532-03 Землеустройство и кадастры, в соответствии с типовым учебным планом по специальности и учебной программой.

Основная цель изучения дисциплины – получить необходимые теоретические знания и практические навыки о правилах и приемах графических работ, выполняемых в землеустроительном и земельно-кадастровом производстве при оформлении специальных материалов и документов, а также ознакомиться с основными автоматизированными системами проектирования, используемыми на предприятиях, подведомственных Государственному комитету по имуществу Республики Беларусь.

Особенностью чертежных и оформительских работ при изготовлении различных кадастровых, землеустроительных, топографо-геодезических и картографических материалов является сочетание элементов ручного труда и автоматизированных технологий. Поэтому необходимо освоить выполнение определенного вида чертежных работ от руки с применением простейших приспособлений и инструментов, а также новейшие технологии оформления топографических и кадастровых планов, землеустроительных чертежей, специальных стандартных рисунков (макетов, графиков и др.), широко применяемых в процессе изготовления промежуточной и конечной продукции современного производства в системе Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь.

Л а б о р а т о р н а я р а б о т а 1.
ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМУ AUTOCAD

Цели работы:

1) ознакомиться с интерфейсом системы AutoCAD;

2) изучить способы задания параметров чертежа;

3) освоить варианты ввода команд в системе AutoCAD;

4) изучить различные способы и форматы ввода точек в системе AutoCAD.

Общие сведения

Структура экрана. Одной из основных особенностей AutoCAD 2019 является новый ленточный интерфейс. Переход в классический вариант интерфейса осуществляется по щелчку левой кнопкой мыши по пиктограмме с изображением шестерни в строке состояния правого нижнего угла окна AutoCAD.

После загрузки программы появляется графическое окно AutoCAD, которое содержит основные элементы интерфейса и область, в которой выполняется черчение.

В заголовке этого окна выводится наименование программы и имя файла с его расширением. По умолчанию AutoCAD присваивает всякому вновь создаваемому файлу имя **Drawing 1.dwg**, которое, во избежание недоразумений, следует сразу же изменить и разместить для хранения в необходимой пользователю папке, воспользовавшись меню **File → Save As** (**Файл → Сохранить как**) для вызова команды сохранения файлов. Расширение **.dwg** – стандартный формат файла для сохранения векторной графики, созданной в AutoCAD (**.dws** – файлы чертежей, созданных по готовым шаблонам; **.dxf** – файлы чертежей в текстовом формате). В дальнейшем сохранение файла можно выполнять командой **SAVE** (**СОХРАНИТЬ**), которая сохраняет рисунок в файле с присвоенным ранее именем.

В правой части заголовка окна имеется три кнопки. С помощью первой кнопки (с горизонтальной чертой) можно свернуть окно программы на панель задач, вторая кнопка управляет размерами графического окна, а третья (с крестиком) предназначена для выхода из программы.

Под заголовком окна находится строка меню, в конце которой размещены такие же три кнопки, как и в строке заголовка. Эти кнопки предназначены для управления окном текущего рисунка.

В третьей строке графического окна находятся *стандартная панель инструментов и панель с выпадающими меню разделов*: **File** (**Файл**), **Edit** (**Правка**), **View** (**Вид**), **Insert** (**Вставка**), **Format** (**Формат**), **Tools** (**Сервис**), **Draw** (**Рисование**), **Dimension** (**Размеры**), **Modify** (**Редактирование**) и т. д., которые включают в себя список команд данного раздела. Если в правом нижнем углу названия команды изображен маленький черный треугольник, это значит, что она содержит подменю с вариантами выполнения данной команды (опциями). Для вызова подменю необходимо на некоторое время задержать на треугольнике указатель мыши.

Четвертая строка содержит *панель управления слоями и панель свойств объектов.*

Слева и справа от рабочего поля чертежа также расположены *инструментальные панели* с набором команд рисования и редактирования графических объектов, наиболее часто используемых при выполнении чертежа. Команды AutoCAD на панелях инструментов представлены в виде пиктограмм. Если задержать указатель мыши на пиктограмме, рядом с ней появляется название соответствующей команды, помещенное в маленький прямоугольник. Панели инструментов могут быть плавающими (**float**) или закрепленными (**dock**), с фиксированным местоположением. Допускаются изменения размеров плавающих панелей, а также их перемещение по графическому полю. Плавающую панель можно сделать закрепленной, если зацепить ее левой кнопкой мыши за два вертикальных ребра в начале панели и, удерживая кнопку, перетащить ее мышью за пределы графического поля. И наоборот, как только закрепленная панель попадает в область графического поля, она превращается в плавающую.

Самая нижняя строка графического окна называется *строкой состояния.* В левой ее части выводятся координаты X, Y, Z (при плоском черчении координата Z всегда равна 0) положения курсора в зоне рисования окна. В средней части находятся кнопки включения (или выключения) режимов черчения: **Inter Constraints** – подразумеваемые зависимости, предназначенные для наложения зависимостей в геометрию параметрического чертежа, эту кнопку дублирует сочетание клавиш <Ctrl> + <Shift> +<I> на клавиатуре; пошаговой привязки курсора **Snap** (**Шаг**); отображения сетки **Grid** (**Сетка**); режим ортогональности **Orto** (**Орто**); режим полярного отслеживания **Polar** (**Отс-поляр**); режимов объектной привязки **Osnap** (**Привязка**); режима отслеживания при объектной привязке **Otrack** (**Отс-привязка**); **3D Object Snap**

(**Привязка 3D-объектов**) позволяет включать (или отключать) режим привязки 3D-объектов, заданный в настройках программы; режима отображения линий в соответствии с весами (толщинами) **Lwt** (**Вес**); переключение из пространства модели в пространство листа **Model/List** (**Модель/Лист**). Эти кнопки управляют вызовом прозрачных команд, которые могут выполняться во время исполнения любой другой команды (рис. 1.1).

Центральная часть экрана – это *рабочее поле чертежа*, здесь находится видимая часть рисунка. При движении курсора по этой части он имеет вид перекрестия с квадратной мишенью в точке пересечения. Длина линий перекрестия может настраиваться. Как и в других программах Windows, окно рабочего поля чертежа имеет полосы прокрутки, с помощью которых можно перемещать чертеж по графической зоне окна программы.

Выше строки состояния находится *зона командной строки*, которая по умолчанию состоит из строк, начинающихся со слова **Command**: (**Команда**). Первая снизу строка – активная, в нее вводятся команды, выводятся подсказки и сообщения AutoCAD, которые управляют работой программы. Любая комбинация символов, набираемая на клавиатуре, автоматически попадает в активную строку команд. Полную запись протокола работы с программой можно просмотреть в текстовом окне, которое вызывается на экран и удаляется при помощи клавиши <F2>. При наличии в окне команд более одной строки перемещение по строкам осуществляется с помощью полосы прокрутки.

В нижней части окна рисунка находится вкладка **Model** (**Модель**) и одна или несколько вкладок **Layout** (**Лист**). Вкладка **Model** (**Модель**) обеспечивает доступ в пространство модели, в котором обычно и создаются чертежи. Пространство листа используется для выполнения компоновки чертежа перед выводом его на печать или созданием подшивки листов.

Диалоговые окна. Контекстные меню. Часто для задания каких-либо параметров в AutoCAD используют *диалоговые окна.* При этом задание параметров производится путем выбора из некоторого списка или набора настроек. Некоторые диалоговые окна имеют сложную структуру и набор управляющих элементов, с помощью которых производится задание параметров (переключатели, флажки, раскрывающиеся списки, окна предосмотра и т. д.). В диалоговых окнах элементы управления располагаются не хаотично, а упорядоченно. Обычно они объединяются в смысловые группы, имеющие названия.

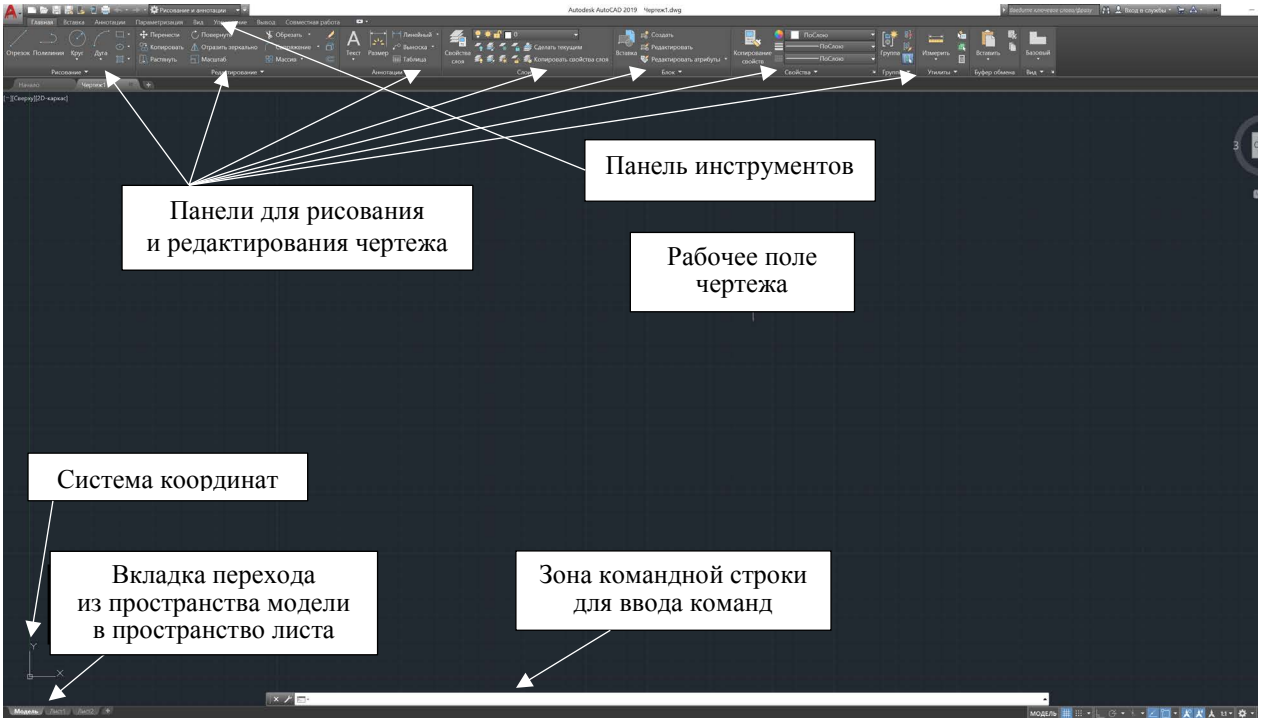


Рис. 1.1. Графическое окно программы AutoCAD

Многие диалоговые окна состоят из нескольких *вкладок*. Переход между вкладками и выбор необходимых параметров осуществляется щелчками мыши.

Кроме основного меню в AutoCAD используют *контекстные меню*, которые вызываются щелчком правой кнопки мыши. Состав контекстного меню зависит от того, в какой момент работы в системе оно вызвано и где в это время расположен указатель мыши. Например, если в данный момент выполняется какая-либо команда, то контекстное меню будет содержать список опций этой команды.

Использование мыши. Указатель мыши находится в окне программы и принимает различную форму в зависимости от того, где он установлен. В зоне черчения он находится на пересечении вертикальной и горизонтальной линий, где размещается прямоугольный прицел с изменяемыми размерами. В окне команд, текстовом окне и полях для ввода данных в диалоговых окнах он принимает форму мигающей латинской буквы I. В диалоговой части программы вне окна команд и зоны черчения – форму наклонной стрелки.

Функции *левой кнопки мыши* зависят от формы курсора и той области, в которой находится указатель курсора.

Указатель курсора в виде наклонной стрелки. Левая кнопка мыши с указателем курсора в виде наклонной стрелки выполняет следующие операции:

– открывает меню;

– вызывает команду из меню или с помощью кнопок на панелях инструментов;

– управляет кнопками в диалоговых окнах;

– перемещает элементы интерфейса.

Указатель курсора в виде перекрестья. Один щелчок левой кнопки мыши в графической зоне экрана с указателем курсора в виде перекрестья позволяет выполнять следующие действия:

– вводить координаты точек во время выполнения команды;

– выбирать объекты для редактирования;

– включать рамку (или секущую рамку) для предварительного выбора объектов;

– активировать ручки при редактировании объектов.

Правая кнопка мыши. В отличие от левой кнопки, функции правой кнопки мыши могут быть настроены пользователем.

Основные операции правой кнопки мыши. В зависимости от настроенных функций правая кнопка мыши может выполнять одно из следующих действий:

– вызывать контекстное меню, которое обеспечивает быстрый доступ к командам и их опциям;

– завершать выполнение команды;

– вызывать контекстное меню объектной привязки.

Задание параметров чертежа. В новых версиях AutoCAD настройку параметров можно выполнять на любом этапе работы с чертежом, однако, чтобы не возникало проблем, рекомендуется это делать в начале работы.

Система AutoCAD автоматически создает новый чертеж с заданными параметрами по умолчанию (формат А3, единицы измерения – миллиметры) каждый раз после запуска программы.

Для того чтобы уже на этапе создания удобно задать параметры чертежа или выбрать шаблон, на основе которого тот должен быть создан, запускается специальное диалоговое окно **Startup** (**Начало работы**). Чтобы оно появлялось при каждом запуске AutoCAD, необходимо в командной строке ввести команду **Startup**, нажать клавишу <Enter>, а затем в ответ на сообщение ***Новое значение Startup*** *<0>* ввести *<1>*. Рассмотрим основные элементы этого окна.

Первая кнопка – ***Открытие чертежа*** – выбрать созданный ранее файл и открыть его. Если нужный файл в данной области отсутствует, можно нажать кнопку ***Обзор*** и в открывшемся окне ***Выбор файла*** найти необходимый документ.

Вторая кнопка – ***Простейший шаблон***. С ее помощью создается чертеж, не отличающийся от чертежа, который создан первым способом (без использования окна начала работы) без выбора шаблона.

Следующая кнопка – ***По шаблону***. Создание чертежа идентично созданию нового файла без использования окна ***Начало работы***. Можно выбрать шаблон документа из числа имеющихся или отказаться от применения шаблона.

Последняя кнопка – ***Вызов Мастера*** – вызывает ***Мастер создания чертежа***, с помощью которого можно самостоятельно настроить параметры нового документа. Мастер может работать в двух режимах: Детальная подготовка и Быстрая подготовка. При выборе первого способа настраивается большее количество параметров.

Для создания нового чертежа с помощью мастера Детальной подготовки необходимо последовательно указать тип линейных единиц измерения: метрическая (миллиметры) или британская (дюймы); единицы и точность измерения углов; направление нулевого угла: **East** (**Восток**) оставить без изменения; направление отсчета углов: против часовой стрелки оставить без изменения; размеры области рисования: ширина, длина.

Способ ввода команд. Большинство команд AutoCAD могут быть вызваны пятью различными способами: из командной строки, с помощью меню, с помощью контекстного меню (активизируемого правой кнопкой мыши), с помощью кнопки на панели инструментов и из экранного меню. Наиболее часто используемые варианты: с помощью меню или панелей инструментов.

Завершение команды: нажать клавишу <Enter>.

Повторение команды: нажать клавишу <пробел>.

Прерывание команды: нажать клавишу <Esc>.

Отмена последней команды: командой OOPS (ОЙ) восстановить на чертеже только что стертые объекты, или с помощью команды меню **Edit → Undo (Правка → Отменить)**, или при нажатии клавиш <Ctrl> + <Z>.

Прозрачные команды. Эти команды могут вызываться во время выполнения другой команды. Они обладают следующими свойствами:

– не требуют выбора объектов;

– не создают новых объектов;

– не приводят к завершению сеанса рисования.

Прозрачные команды запускаются с помощью кнопок на панелях инструментов или вводятся в командную строку с префиксом в виде символа апострофа ('). После завершения прозрачной команды возобновляется работа текущей команды. Примерами прозрачных команд могут служить такие часто используемые команды, как **GRID (СЕТКА)**, **SNAP (ШАГ)**, **ZOOM (ПОКАЗАТЬ)**, **PAN (ПАНОРАМИРОВАНИЕ)**. *Использование каждой последующей команды возможно только после завершения предыдущей.*

Система координат. AutoCAD – это графический редактор, который работает в векторном формате, и для создания объектов необходимо не рисовать их на экране монитора так, как это мы делаем карандашом на листе бумаги – так работают графические программы в растровом формате, а вводить только характерные точки вычерчиваемых объектов. Программа потом сама построит объект из небольших отрезков в виде ломаной линии.

Если вводятся точки, то нужна и *система координат*, относительно начала которой вводятся их координаты. AutoCAD ориентирован на выполнение конструкторских чертежей, поэтому программа должна создавать объекты с точными размерами. По умолчанию в программе используется *мировая система координат*, пиктограмма которой размещается в ее начале. Кратко она обычно обозначается тремя буквами **WCS (МСК)**. Кроме мировой системы координат в AutoCAD используются и *пользовательские системы координат* **UCS (ПСК)**, которые

можно ориентировать в плоскости черчения в произвольном положении относительно МСК. Важно то, что координаты в каждой из ПСК отсчитываются от ее начала.

Координаты точек, их задание и отображение. Любая команда создания или редактирования объекта предварительно требует выбор точки. Точки – самый распространенный тип вводимых данных, и задавать их можно *различными способами*:

– на экране монитора при помощи мыши;

– клавишами управления курсором (клавиши со стрелками);

– координатным способом в командной строке (в абсолютных, полярных и относительных координатах).

Формат ввода точек в *абсолютных координатах*: X.XX, Y.YY (целая часть от дробной отделяется точкой, координата X от координаты Y отделяется запятой).

Формат ввода точек в *полярных координатах:* @ – расстояние < значение угла в градусах от первоначальной точки (базовой). Положительное направление угла отсчитывается против часовой стрелки. Например: @55<30.

Формат ввода точек в *относительных координатах:* @ – приращение по оси X, приращение по оси Y от первоначальной точки. Например: @70.5, 125.8.

Команда **Point** (**Точка**) расположена в выпадающем меню **Draw** (**Рисование**). Для ввода последовательно нескольких точек целесообразно воспользоваться опцией **Multiple Point** (**Несколько точек**) этой же команды. Возобновление действия команды будет выполняться автоматически.

Для выбора типа *отображения* построенных точек на экране необходимо в меню **Format** (**Формат**) выбрать команду **Point Style** (**Стиль точек**), в открывшемся диалоговом окне щелкнуть левой кнопкой мыши на нужной пиктограмме и нажать клавишу <OK>.

Динамическое отображение ввода. Включив данный режим, пользователь может вводимые или указываемые значения наблюдать не только в командной строке, но и в небольшом окошке, прикрепленном к курсору и перемещающемся вслед за ним. Кроме того, по ходу построения отображается множество полезной и вспомогательной информации: текущая длина строящегося отрезка или дуги, угол текущего направления относительно предыдущей заданной точки и т. п.

Для задания числовых значений и перехода из одного окна к другому необходимо нажать клавишу <Tab> на клавиатуре.

Чтобы перейти в режим динамического отображения ввода, необ-

ходимо нажать кнопку **Dyn** (**Дин**) в строке состояния окна AutoCAD или нажать клавишу <F12> на клавиатуре. Повторное нажатие приводит к отключению данного режима.

Выход из AutoCAD. В правой части заголовка окна AutoCAD есть кнопка (с крестиком), которая предназначена для выхода из программы.

Перед выходом из AutoCAD необходимо проверить, завершена ли работа всех команд. В командной строке должен быть запрос: **Command:** (**Команда:**). В противном случае AutoCAD выдаст сообщение о невозможности закрытия программы.

Кроме того, если в окне AutoCAD открыт какой-либо несохраненный чертеж, то программа перед закрытием сначала предупредит вас об этом и предложит сохранить его.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.
3. Изучить пункты выпадающего меню, структуру диалоговых окон, контекстных меню, строку состояния и текущие режимы работы системы.
4. Пользуясь командой **Point** (**Точка**), выполнить контрольные примеры по вводу координат точек, изменяя стиль отображения точек на рабочем поле (прил. 1).
5. Сохранить файл в папке с номером группы.
6. Выйти из программы AutoCAD.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой интерфейс программы AutoCAD?
2. Что представляют собой плавающие панели меню и как настроить пользовательский интерфейс?
3. Какие основные разделы входят в выпадающее меню системы?
4. Как вызвать контекстное меню на рабочее поле чертежа? Для чего оно используется?
5. Какие способы ввода команд используются в системе AutoCAD?
6. Что представляет собой формат ввода точек в абсолютных, полярных и относительных координатах?
7. Что представляет собой динамическое отображение ввода?

Лабораторная работа 2.
СОЗДАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ

Цели работы:

1) ознакомиться с типами графических примитивов системы AutoCAD;

2) ознакомиться с режимами рисования системы AutoCAD;

3) изучить перечень основных команд, входящих в раздел Рисования;

4) научиться использовать основные команды создания графических примитивов, а также их опции.

Общие сведения

Типы графических примитивов. Графический примитив – элементарный геометрический объект, сформированный одной командой черчения.

Графические примитивы могут быть простыми и сложными. К простым примитивам относятся следующие объекты: *точка*, *отрезок*, *окружность*, *дуга*, *прямая*, *луч*, *эллипс*, *сплайн*, *однострочный текст*.

К сложным примитивам относятся: *полилиния*, *мультилиния*, *мультитекст* (*многострочный текст*), *размер*, *штриховка*, *выноска* и некоторые другие.

Все примитивы AutoCAD обладают рядом свойств (*принадлежность слою*, *цвет*, *тип линии*, *ширина линии*). Некоторые из этих свойств (например, *цвет*) присущи всем примитивам.

В отличие от «художественных» графических редакторов, AutoCAD работает не с изображением как таковым, а с геометрическим описанием объектов, составляющих изображение. Так, например, отрезок во внутреннем представлении графического редактора AutoCAD описывается двумя точками, круг – центром и радиусом.

Режимы рисования: Сетка. Шаг привязки. Координатная сетка на рабочем поле чертежа компьютера аналогична сетке на миллиметровой бумаге, служит для удобства выполнения построений. Координатная сетка отображается в виде точек (узлов) или пересекающихся горизонтальных и вертикальных вспомогательных тонких линий. Горизонтальные расстояния между ними – это шаг по оси X, а вертикальные – это шаг по оси Y. Как правило, оба шага равны 10, но это значение не является раз и навсегда установленным. Его можно менять. Для этого необходимо подвести курсор к пиктограмме сетки в строке состояния и щелкнуть правой кнопкой мыши. В открывшемся диалоговом окне **Drafting Settings** (**Режимы рисования**) последовательно заполнить четыре вкладки и нажать кнопку ОК.

Включить или выключить координатную сетку можно следующими способами: нажатием клавиши <F7> или щелчком левой кнопки мыши в левом углу строки состояния на клавише **Grid** (**Сетка**).

Кнопка **Snap** (**Шаг**) строки состояния позволяет включать или выключать режим привязки к точкам сетки с определенным настраиваемым шагом. Эти привязки становятся очевидными на экране чертежа только при непосредственном построении графических примитивов. Роль этой кнопки выполняет также функциональная клавиша <F9>. Настройка этого режима аналогична настройке координатной сетки.

Режимы рисования: Режим ортогональности. Если этот режим включен, AutoCAD начинает корректировать вновь строящиеся прямолинейные сегменты отрезков до вертикальных или горизонтальных. Кнопка **Orto** (**Орто**) строки состояния позволяет включать или выключать этот режим. Роль этой кнопки выполняет также функциональная клавиша <F8> клавиатуры.

Режимы рисования: Вес линий. Это важное свойство объектов отражает толщину, с которой объект будет выведен на печать. На графическом экране объекты отражаются с нулевой толщиной линий, если клавиша **Lwt** (**Вес**) в строке состояния выключена, и с фиксированной толщиной, если включена. Настройка веса линий производится в строке состояния щелчком правой кнопкой мыши на пиктограмме веса.

Команды построения отрезков, прямых и лучей. Соответствующие команды находятся в меню **Draw** (**Рисование**): **Line** (**Отрезок**) – построение отрезков; **Ray** (**Луч**) – построение линий, бесконечных в одном направлении; **Construction Line** (**Прямая**) – построение бесконечных в обе стороны линий.

После вызова команды **Line** (**Отрезок**) в командной строке следует запрос системы: **Start point** (**Начальная точка**). После задания первой точки любым из вышерассмотренных способов следует подсказка **Next point** (**Следующая точка**). Отменить последний построенный отрезок можно, нажав правую клавишу мыши и вызвав контекстное меню команды на рабочее поле чертежа, опция **Undo** (**Отменить**). Соединить автоматически начальный и конечный отрезок можно, выбрав опцию этой команды **Close** (**Замкнуть**). Завершает выполнение команды клавиша <Enter>.

Есть еще одна возможность завершения команды **Line** (**Отрезок**) – это использование контекстного меню. Для его вызова нужно во время выполнения команды щелкнуть правой кнопкой мыши в области графического экрана. Во всплывшем меню будут доступны ввод точки, отмена (последней операции), последний ввод, динамический ввод, замкнуть, переопределение привязок, панорамирование, зумирование и т. д. Содержание контекстного меню зависит от выполняемой операции.

При выполнении команды **Ray** (**Луч**) после задания начальной точки AutoCAD циклически запрашивает другие точки и строит лучи, проходящие из первой точки через заданные остальные.

При выполнении команды **Construction Line** (**Прямая**) AutoCAD будет строить пучок прямых, проходящих через начальную точку, координаты второй точки для фиксации положения прямой на плоскости задаются во втором запросе программы.

Команды построения окружностей и дуг. Команда **Circle** (**Круг**), формирующая окружность, вызывается из выпадающего меню **Draw → Circle** (**Рисование → Круг**) или щелчком мыши по пиктограмме **Circle** (**Круг**) на панели инструментов **Draw** (**Рисование**). Окружности можно строить различными вариантами:

– по центру и радиусу;
– центру и диаметру;
– трем точкам;
– двум диаметральным точкам;
– двум касательным и радиусу;
– трем касательным.

По умолчанию построение производится путем указания центра и радиуса. После ответа на подсказки для завершения выполнения команды необходимо нажать клавишу <Enter>. Толщина отрисованной окружности не изменяется, равна 1 пиксель – одна светящаяся точка.

Команда **Arc** (**Дуга**), формирующая дугу, вызывается из выпадающего меню **Draw → Arc** (**Рисование → Дуга**) или щелчком мыши по пиктограмме **Arc** (**Дуга**) на панели инструментов **Draw** (**Рисование**). Дуги можно строить различными вариантами:

– по трем точкам – начальной, промежуточной и конечной;
– начальной, конечной точке и центру;
– начальной точке, центру и углу;
– начальной, конечной точке и радиусу;
– центру, начальной и конечной точкам;
– центру, начальной точке и углу.

По умолчанию построение производится путем указания трех точек: начальной, промежуточной и конечной. В зависимости от выбранного варианта система будет запрашивать в виде подсказок те элементы, которые определяют дугу по данному способу. Положительным направлением считается построение дуги против часовой стрелки. Изменить направление на противоположное можно, задав отрицательное значение угла. Толщина построенной дуги также не изменяется и равна 1 пиксель. Для завершения выполнения команды необходимо нажать клавишу <Enter>.

Команда построения эллипса. Чтобы создать эллипс, необходимо вызвать команду **Ellipse** (**Эллипс**) падающего меню **Draw** (**Рисование**) или соответствующую кнопку на одноименной инструментальной панели.

Эта команда позволяет строить эллипсы и эллиптические дуги, причем с математической точки зрения эти объекты – действительно эллипсы, а не какие-либо аппроксимирующие их кривые.

По умолчанию построение эллипсов производится путем указания начальной и конечной точек первой оси, а также половины длины второй оси. Длинная ось эллипса называется его большой осью, короткая – малой. Оси могут определяться в любом порядке.

Запросы команды **Ellipse** (**Эллипс**):

– *Specify axis endpoint of ellipse* or [**Arc** → **Center**] – указать конечную точку оси эллипса;

– *Specify other endpoint of axis* – указать вторую конечную точку оси;

– *Specify distance to other axis* or [**Rotation**] – указать длину другой оси.

Варианты выполнения команды **Ellipse** (**Эллипс**):

Center (**Центр**) – указание центра эллипса.

Запросы:

– *Specify axis endpoint of ellipse* or [**Arc** → **Center**] – переход в режим указания центра эллипса;

– *Specify center of ellipse* – указать центр эллипса;

– *Specify endpoint of axis* – указать конечную точку оси;

– *Specify distance to other axis* or [**Rotation**] – указать длину другой оси.

Rotation (**Поворот**). Если в последнем случае вместо длины второй оси выбрать эту опцию, то эллипс будет построен как проекция окружности, повернутой в пространстве относительно главной оси на указанный угол. Допустимый диапазон углов в градусах – от 0 до 89,4°. При угле 0° будет создана окружность с диаметром, равным длине большой оси эллипса, которую определили на предыдущем этапе, а при угле 90° эллипс принимает вид отрезка.

Arc (**Дуга**) – режим построения эллиптических дуг.

По умолчанию эллиптические дуги, как и эллипсы, строятся путем указания конечных точек первой оси и половины длины второй. После этого задаются начальный и конечный углы. Нулевым углом считается направление от центра эллипса вдоль его большой оси. Направление возрастания угла определяется значением системной переменной **ANGDIR**. Если она равна 0, то возрастание угла происходит при движении против часовой стрелки; если 1 – по часовой стрелке. Если начальный и конечный углы совпадают, строится полный эллипс. Вместо конечного угла можно указать центральный угол дуги, измеренный от начальной точки.

Команды построения полилиний. Полилинии специального вида – прямоугольники, n-угольники, кольца. Команда **Pline** (**Плиния**), формирующая полилинию, вызывается из падающего меню **Draw** → **Pline** (**Рисование** → **Плиния**) или щелчком мыши по пиктограмме **Polyline** (**Плиния**) на панели инструментов **Draw** (**Рисование**).

Полилиния представляет собой связанную последовательность линейных и дуговых сегментов и обрабатывается системой как единый графический примитив. Полилинии используют, если требуется работа с набором сегментов как с целым объектом, хотя допускается их редактирование по отдельности. Можно задавать ширину или полуширину отдельных сегментов, сужать полилинию и замыкать ее. При этом ширина предыдущего сегмента полилинии запоминается и предлагается в качестве ширины по умолчанию для следующего сегмента. Эта команда включает следующие варианты выполнения:

– **Arc** (**Дуга**) – переход в режим отрисовки дуговых сегментов, не выходя из режима выполнения команды **Pline** (**Плиния**);

– **Close** (**Закрыть**) – автоматически соединяет конечную и начальную точки линейных или дуговых сегментов;

– **Halfwidth** (**Полуширина**) – задание половинного значения ширины следующего сегмента от исходного заданного значения;

– **Length** (**Длина**) – построение сегмента, являющегося продолжением предыдущего участка с заданной длиной, при этом длину можно задать числом или точкой;

– **Undo** (**Отменить**) – отмена последней операции в команде **Pline** (**Плиния**);

– **Width** (**Ширина**) – задание ширины нового сегмента (ширина в начальной и конечной точках сегмента может быть разной).

В случае перехода в режим рисования дуг **Arc** (**Дуга**) команды **Pline** (**Плиния**) система AutoCAD предлагает следующий набор вариантов выполнения:

– **Angle** (**Угол**) – указание величины центрального угла для дугового сегмента (по умолчанию дуга отрисовывается против часовой стрелки; если требуется отрисовка дуги по часовой стрелке, необходимо задать отрицательное значение угла);

– **Center** (**Центр**) – указание точки центра для дугового сегмента;

– **Close** (**Замкнуть**) – замыкание полилинии дуговым сегментом;

– **Direction** (**Направление**) – задание направления касательной для построения дугового сегмента;

– **Halfwidth** (**Полуширина**) – полуширина для следующего сегмента;

– **Line** (**Линейный**) – переход в режим построения прямолинейных отрезков;

– **Radius** (**Радиус**) – указание величины радиуса для дугового сегмента;

– **Second pt** (**Вторая точка**) – указание второй точки для построения дуги по трем точкам. Если дуга не является первым сегментом полилинии, то она начинается в конечной точке предыдущего сегмента и по умолчанию проводится по касательной к нему;

– **Undo** (**Отменить**) – отменить последнюю точку в построении полилинии.

В системе AutoCAD есть несколько команд рисования таких объектов, как прямоугольник, правильный многоугольник, кольцо, каждый из которых является полилинией.

Вычерчивание *прямоугольника* осуществляет команда **Rectang** (**Прямоугольник**). Команда может быть вызвана из выпадающего меню **Draw** (**Рисование**) или щелчком мыши на соответствующей пиктограмме панели инструментов **Draw** (**Рисование**).

Начальный запрос команды: укажите точку первого угла. Далее предлагаются варианты построения: или вторая точка противоположного угла по диагонали, или площадь (длина и ширина), или размеры (длина и ширина), или угол поворота строящегося объекта относительно горизонтальной оси. Для построения прямоугольника с подрезанными углами можно выбрать опцию **Chamfer** (**Фаска**), для построения прямоугольника со скругленными углами – опцию **Fillet** (**Сопряжение**) команды **Rectang** (**Прямоугольник**). Опция **Width** (**Ширина**) этой команды позволяет задать толщину линии, посредством которой будет построен прямоугольник. Опции **Thickness** (**Высота**) и **Elevation** (**Уровень**) применяются для трехмерных построений.

Команда **Poligon** (**МН-угол**) рисует *правильный многоугольник.* Может быть вызвана с помощью пиктограммы инструментальной панели **Draw** (**Рисование**) или из выпадающего меню **Draw** (**Рисование**) командой **Poligon** (**МН-угол**).

Многоугольники представляют собой замкнутые полилинии. Они могут иметь от 3 до 1024 сторон равной длины. Многоугольник можно построить, либо вписав его в воображаемую окружность, либо описав вокруг нее, либо задав начало и конец одной из его сторон. **Вписанные многоугольники** (**Inscribed**) строятся, когда известно расстояние между центром многоугольника и его вершинами. **Описанные многоугольники** (**Circumscribed**) – когда известно расстояние между центром многоугольника и серединами его сторон. В обоих случаях это расстояние совпадает с радиусом окружности.

Кольцо отрисовывается с помощью команды **Donut** (**Кольцо**) и представляется полилинией с шириной, подобранной по внутреннему и

внешнему диаметрам кольца. Команда расположена в меню **Draw** (**Рисование**) и вызывается аналогично ранее рассмотренным командам.

Для построения кольца необходимо задать его внутренний и внешний диаметры, а также центр. За один вызов команды можно построить любое количество колец одинакового диаметра, но с разными точками центра. Работа команды завершается нажатием клавиши <Enter>. Если требуется построить заполненный круг, следует задать нулевой внутренний диаметр кольца.

Команда построения сплайна. Термин «*сплайн*» происходит от английского *spline*. Так называется гибкая полоска стали, при помощи которой чертежники проводили через заданные точки плавные кривые. Раньше подобный способ построения плавных обводов различных тел, таких, например, как корпус корабля, кузов автомобиля, был довольно широко распространен в практике машиностроения. Сплайном также называли и разметочную веревку, кривизна которой регулировалась подвешенными к ней грузиками. Появление компьютеров позволило перейти от этого механического метода к более эффективному математическому способу задания поверхности обтекаемого тела.

В системе AutoCAD сплайн – это гладкая линия, которая точно проходит через заданные точки или отклоняется от них в рамках допуска и может удовлетворять условиям касания в начальной, конечной или обеих точках.

Команда **Spline** (**Сплайн**) формирует сплайн, вызывается из выпадающего меню **Draw** (**Рисование**) или щелчком мыши по пиктограмме **Spline** (**Сплайн**) на панели инструментов **Draw** (**Рисование**). После ввода начальной первой точки возможно или дальнейшее указание точек, или ввод допуска (тогда линия получается более гладкой и может отклоняться от введенных точек на величину допуска).

AutoCAD работает с одной из разновидностей сплайнов – неоднородными рациональными сплайнами Безье – сплайновыми кривыми NURBS. Использование NURBS обеспечивает достаточную гладкость кривых, проходящих через заданные контрольные точки. Сплайны применяются для рисования кривых произвольной формы, например, горизонталей в географических информационных системах или при проектировании автомобилей.

Сплайн можно строить путем интерполяции по набору точек, через которые он должен проходить. Таким способом при построении кривых для двумерного и трехмерного моделирования достигается намного большая точность, чем при использовании полилиний. К тому же рисунок, использующий сплайны, занимает меньше места на диске и в оперативной памяти, чем рисунок с полилиниями.

Команды создания текстовых надписей. Редактирование текста. Ни один чертеж не обходится без надписей, текстовых пояснений или буквенно-цифровых обозначений. Они имеются практически в каждом чертеже. При этом, выполняя чертеж карандашом, многие начинающие инженеры и конструкторы сталкиваются с трудностями, так как текст на профессиональном чертеже должен четко соответствовать принятым стандартам. Однако то, что тяжело сделать вручную, достаточно легко сделать на компьютере в AutoCAD. В системе предусмотрено создание на чертеже двух видов текста – однострочного и многострочного. Эти тексты являются двумя разными объектами и предусматривают использование разных команд.

Однострочный текст встречается в чертежах наиболее часто. Однострочный текст хорошо подходит для создания заголовков. Сравнительно короткие тексты, не требующие внутреннего форматирования, создаются с помощью команды **Text** (**Текст**) и записываются в одну строку. Данную команду можно вызвать из падающего меню **Draw** (**Рисование**), в котором есть команда **Text → SingleLineText** (**Текст → Однострочный**) или щелчком мыши по соответствующей пиктограмме панели инструментов **Text** (**Текст**).

После запуска команды сначала выдается сообщение о текущем стиле и высоте текста по умолчанию. Понятие стиля включает в себя имя шрифта и ряд особенностей его использования. В начале сеанса работы с рисунком обычно доступен (и является текущим) только один стиль с наименованием *Standart*. Далее идет запрос о вводе точки, характеризующей месторасположение текста. По умолчанию вводимый текст будет располагаться справа от этой точки. Опция **Justify** (**Выравнивание**) дает возможность выбрать другой вариант привязки надписи к чертежу. Основные из них:

– **Align** (**Вписанный**) – формирует вписанный текст, запрашивая его начальную и конечную точки. Высота и ширина каждого символа вычисляются автоматически так, чтобы текст точно вписывался в заданную область;

– **Fit** (**По ширине**) – формирует вписанный текст, выровненный по ширине и высоте. Запрашивает начальную и конечную точки текста, а также его высоту;

– **Center** (**Центр**) – обеспечивает центрирование базовой линии текстовой строки относительно заданной точки;

– **Middle** (**Середина**) – обеспечивает горизонтальное и вертикальное центрирование текстовой строки относительно заданной точки;

– **Right** (**Вправо**) – выравнивает текстовую строку по правому краю.

Система AutoCAD обладает возможностью включать в текстовую

строку специальные символы, такие как значок диаметра, градусы и т. д. Делается это с помощью специальных управляющих кодов. Их следует вводить при наборе текста – они будут автоматически заменены на соответствующие символы:

%%c – вставка символа диаметра;

%%d – вставка символа градуса;

%%p – вставка символа плюс-минус;

%%% – вставка символа процента.

Чтобы *исправить однострочный текст*, созданный командой **Text** (**Текст**), необходимо дважды щелкнуть по нему левой кнопкой мыши. После этого выполняется переход в режим редактирования текста и можно произвести необходимые изменения непосредственно на чертеже. При вводе или редактировании текста можно использовать также контекстное меню, которое вызывается щелчком правой кнопки мыши на рабочем поле чертежа.

Под *многострочным текстом* понимается массив текста, состоящий из нескольких строк или даже абзацев и воспринимаемый как единый объект, который можно перемещать, поворачивать, стирать, копировать, зеркально отображать, растягивать и масштабировать. Длинные сложные надписи оформляются как многострочный текст с помощью команды **Mtext** (**Мтекст**). Многострочный текст обычно вписывается в заданную ширину абзаца, но его можно растянуть и на неограниченную длину. В многострочном тексте допускается форматирование отдельных слов и символов. Для многострочных надписей предусмотрены режимы подчеркивания и надчеркивания выделенных фрагментов, также разрешено указывать для них отдельные шрифты, цвета, высоту символов. Команда **Mtext** (**Мтекст**), формирующая многострочный текст, вызывается из выпадающего меню **Draw → Text → MultilineText** (**Рисование → Текст → Многострочный текст**) или щелчком мыши на соответствующих пиктограммах панелей инструментов **Draw** (**Рисование**) и **Text** (**Текст**).

Чтобы приступить к *редактированию многострочного текста*, следует дважды щелкнуть по нему левой кнопкой мыши. В результате откроется окно ввода текста и вкладка **Multiline Text** (**Многострочный текст**), с помощью которых можно произвести все необходимые правки и изменения.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.

3. Изучить типы графических примитивов системы AutoCAD.

4. Изучить режимы рисования системы AutoCAD.

5. Изучить команды создания графических примитивов, а также их разнообразные опции.

6. Пользуясь командой **LINE** (**Отрезок**), выполнить контрольные примеры по построению отрезков, используя указанные способы ввода координат точек (прил. 2).

7. Пользуясь командой **ARC** (**Дуга**), выполнить контрольные примеры по построению дуг, используя указанные в таблице опции данной команды (прил. 2).

8. Пользуясь командой **CIRCLE** (**Круг**), выполнить контрольные примеры по построению окружностей, используя указанные в таблице опции данной команды (прил. 2).

9. Пользуясь командой **PLINE** (**Плиния**), выполнить контрольные примеры по построению полилиний, используя указанные в таблице опции данной команды (прил. 2).

10. Пользуясь командой **TEXT** (**Текст**), выполнить контрольные примеры по созданию текстовых надписей, используя указанные в таблице опции данной команды (прил. 2).

11. Сравнить полученный результат с образцом (рис. 2.1).

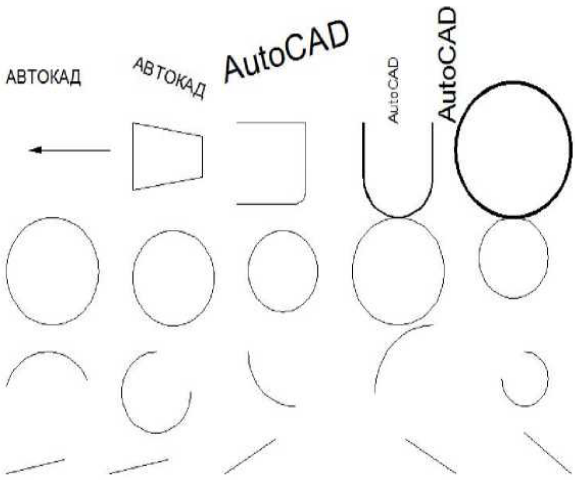


Рис. 2.1. Образец выполненного задания

12. Сохранить файл в папке с номером группы.

13. Выйти из системы AutoCAD.

Контрольные вопросы

1. Из каких графических элементов строится чертеж в системе AutoCAD?
2. Какие свойства могут быть присущи графическим примитивам?
3. Как настроить шаг координатной сетки на рабочем поле чертежа?
4. Как включать или выключать режим привязки к узлам сетки с определенным настраиваемым шагом?
5. Как вставить в текстовую надпись символы диаметра и градуса?

Лабораторная работа 3.
РЕДАКТИРОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ

Цели работы:

1) научиться использовать объектную привязку при выполнении графических построений в системе AutoCAD;
2) освоить на практике варианты выбора объекта на чертеже;
3) изучить команды общего редактирования объектов в системе AutoCAD;
4) приобрести практические навыки редактирования созданных графических примитивов.

Общие сведения

Режимы объектной привязки. Неточные построения, пусть даже с ошибкой в 0,1 мм, могут иметь непредсказуемые последствия: при выполнении штриховки, нанесении размеров и т. д. Профессионалы утверждают: «Если при черчении вы не используете привязки, вы чертите неверно».

Объектная привязка – наиболее быстрый способ точно указать точку на объекте, не обязательно зная ее координаты, а также построить вспомогательные линии. Объектную привязку можно задать в любой момент, когда AutoCAD ожидает ввода координат точки. Активизация ее может осуществляться двумя способами:

– *разовые* режимы объектной привязки, действующие при указании только текущей (одной) точки, – вызываются щелчком правой кнопкой мыши в любом месте области рисования при нажатой клавише <Shift> клавиатуры;

– *текущие* режимы объектной привязки, действующие постоянно до их отключения, – вызываются при щелчке правой кнопки мыши по кнопке **Osnap** (**Привязка**) в строке состояния и последующем выборе

пункта **Settings** (**Настройки**). Аналогом кнопки является функциональная клавиша <F3>.

В режиме объектной привязки точка помечается маркером, его форма зависит от используемого режима, имя которого появляется возле точки в виде подсказки.

Варианты объектной привязки:

Endpoint (**Кон. точка**) – к конечной точке объекта (дуги, отрезка, луча);

Midpoint (**Середина**) – к средней точке объекта;

Center (**Центр**) – к центру дуги, окружности или эллипса (при использовании режима Center необходимо указывать мышью на линию дуги, окружности или эллипса, а не на их центр);

Intersection – к точкам пересечений объектов;

Perpendicular (**Перпендикуляр**) – к точке объекта, лежащей на нормали к другому объекту или к его воображаемому продолжению;

Tangent (**Касательная**) – к точке на дуге, окружности, эллипсе или плоском сплайне, принадлежащей касательной к другому объекту;

Nearest (**Ближайшая**) – к точке на объекте, которая является ближайшей к позиции перекрестья прицела;

Quadrant (**Квадрант**) – привязка к ближайшему квадранту (точке, расположенной под углом 0°, 90°, 180° или 270° от центра) дуги, окружности или эллипса;

None (**Ничего**) – режим отмены всех текущих и разовых режимов объектной привязки.

Специальные средства повышения наглядности, используемые в режимах объектной привязки, облегчают выбор точек привязки и повышают эффективность ее использования. Включают в себя следующие элементы:

– маркеры – обозначают тип объектной привязки в точке привязки с помощью соответствующей пиктограммы;

– всплывающие подсказки – поясняют тип объектной привязки в точке привязки ниже позиции указателя мыши;

– магнит – автоматически перемещает в точку привязки указатель мыши, если он находится около возможной точки привязки;

– прицел – окружает перекрестье указателя мыши и ограничивает область рисунка, в пределах которой при перемещении указателя определяются возможные точки привязки (показ прицела можно включать и отключать, а его размер изменять).

Имеются два режима автоотслеживания: *полярное отслеживание* и *отслеживание при объектной привязке.* Режимы автоотслеживания

можно быстро включать и отключать нажатием соответствующих пиктограмм **Polar** (**Отс-поляр**) и **Otrack** (**Отс-привязка**) в строке состояния.

Объектное отслеживание **Otrack** (**Отс-привязка**) расширяет и дополняет возможности объектной привязки. Для его использования необходимо, чтобы были включены режимы объектной привязки. При этом размер прицела определяет зону, в пределах которой происходит активизация линий отслеживания. При объектном отслеживании по умолчанию захват подходящих точек осуществляется автоматически. Для включения объектного отслеживания можно также воспользоваться функциональной клавишей <F11>.

Полярное отслеживание **Polar** (**Отс-поляр**) облегчает выбор точек, лежащих на воображаемых линиях, которые можно провести через последнюю указанную в команде точку под одним из заданных полярных углов. Полярное отслеживание может осуществляться под углами, кратными следующим стандартным значениям: 90°, 45°, 30°, 22,5°, 18°, 15°, 10° или 5°. Кроме того, пользователь может определить другие значения углов. Линия полярного отслеживания и всплывающая подсказка появляются, если прямая, мысленно проведенная через предыдущую указанную точку и курсор, проходит под углом, близким к одному из полярных углов отслеживания. По умолчанию шаг полярных углов равен 90°. Для включения полярного отслеживания можно воспользоваться функциональной клавишей <F10>.

Выбор объекта. Большинство команд редактирования AutoCAD требует предварительного указания объектов для работы с ними. Выбранные объекты – один или несколько – называются набором. Он может, например, включать в себя все объекты определенного цвета или объекты, расположенные на определенном слое. С одним и тем же набором допустимо производить несколько операций редактирования.

Выбор отдельных объектов может производиться одним из способов:

– *левой кнопкой мыши*, подведя прицел к объекту;

– *рамкой* (**Window**) слева направо (указываются два угла по диагонали) очерчивается прямоугольник *сплошными* тонкими линиями; выделенными в итоге будут объекты, полностью попавшие внутрь рамки;

– *секущей рамкой* (**Crossing**), аналогично предыдущему способу, но справа налево очерчивается прямоугольник *штриховыми* тонкими линиями; выделенными в итоге будут объекты, попавшие внутрь рамки и пересекаемые ею.

Эти методы не требуют вызова каких-либо специальных команд и доступны в любой момент. Они могут использоваться как до вызова команды, так и после.

После того как вызвана одна из команд редактирования, система AutoCAD предлагает выбрать объекты. В командной строке появляется запрос: **Select objects** – выбрать объекты.

При этом перекрестье указателя мыши заменяется прицелом выбора.

Варианты выбора объектов:

– **Add** (**Добавить**) – включает режим добавления для пополнения существующего набора;

– **ALL** (**Все**) – позволяет выбрать все примитивы, в том числе те, которые расположены на отключенных, заблокированных и замороженных слоях;

– **Auto** (**Авто**) – выделяет объект, на который установлен указатель мыши. Если не было выбрано ни одного объекта, указанная точка становится первым углом рамки;

– **Box** (**Бокс**) – задает прямоугольник по двум точкам. Если вторая точка находится справа от первой, процесс выбора аналогичен выбору рамкой (Window), а если слева – выбору секущей рамкой (Crossing);

– **Window** (**Рамка**) – выбирает объекты, попадающие целиком в рамку;

– **Crossing** (**Секрамка**) – секущая рамка выделяет все объекты, которые находятся внутри или пересекают контур рамки;

– **Wpolygon** (**Рмн-угол**) – строит аналог рамки в форме замкнутого многоугольника и выбирает только те объекты, которые попадают внутрь него;

– **CPolygon** (**СМн-угол**) – сочетает режимы **Crossing** и **Wpolygon** и позволяет выбрать объекты как полностью заключенные в многоугольник, так и пересекающие его границу. Область задается путем указания точек вокруг объектов, которые следует выбирать. Многоугольник строится по мере установки этих точек; он может быть любой формы, но без самопересечений и автоматически замыкается при указании каждой новой вершины. От последней заданной точки до указателя мыши протянута «резиновая нить»;

– **Fence** (**Линия**) – выбирает только объекты, которые пересекает линия. Она может пересекать саму себя;

– **Group** (**Группа**) – выбирает все объекты внутри заданной группы;

– **Last** (**Последний**) – выбирает последний нарисованный объект, видимый на экране;

– **Multiple** (**Несколько**) – одновременно выбирает несколько объектов. Процесс выбора не считается законченным до тех пор, пока на очередной запрос выбора объекта не нажата клавиша <Enter> или <Пробел>;

– **Previous** (**Текущий**) – выбирает текущий набор объектов;

– **Remove** (**Исключить**) – устанавливает режим удаления указанных объектов из набора;

– **Single** (**Единственный**) – устанавливает режим выбора единственного объекта. Когда указан один объект или одна группа, выбор считается законченным и запрос выбора объектов не повторяется;

– **Undo** (**Отменить**) – удаляет последний добавленный в набор объект.

Редактирование полилиний. Полилиния является сложным объектом. Однако она в любое время может быть преобразована в группу отдельных отрезков и дуг, из которых она была составлена. Это выполняет команда **Explode** (**Расчленить**). Ее можно вызвать из выпадающего меню **Modify** (**Редактирование**) или щелчком мыши по пиктограмме **Explode** (**Расчленить**) на панели инструментов **Modify** (**Редактирование**). При расчленении теряется информация о ширине, так как получающиеся отрезки и дуги не могут иметь ширину.

Команда **Pedit** (**Полред**) используется для редактирования полилиний, прямоугольников, многоугольников, колец и эллипсов. Для вызова команды необходимо открыть выпадающее меню **Modify** (**Редакт**) и выбрать из него **Object** (**Объекты**), а затем из дополнительного меню выбрать команду **Polyline** (**Полилиния**). В командной строке появится запрос: выберите редактируемый объект. После выбора объекта необходимо, в зависимости от решения конкретных задач, выбрать опцию команды из представленного списка:

– **Close** (**Замкнуть**) – замыкание разомкнутой полилинии;

– **Join** (**Добавить**) – объединение смежных отрезков, дуг или полилиний;

– **Width** (**Ширина**) – задание новой одинаковой ширины для всех сегментов полилинии;

– **Editvertex** (**Вершина**) – редактирование вершин;

– **Fit** (**Сгладить**) – сглаживание полилинии дугами, проходящими через вершины;

– **Spline** (**Сплайн**) – создание сплайновой кривой из полилинии;

– **Decurve** (**Убрать сглаживание**) – удаление дополнительных вершин, вставленных при выполнении операций **Fit** (**Сгладить**) и **Spline** (**Сплайн**), и выпрямление сегментов полилинии;

– **Ltypegen** (**Типлин**) – для включения или отключения непрерывной генерации образца типа линий;

– **Undo** (**Отменить**) – отмена действий и возврата полилинии в исходное состояние на момент вызова команды **Pedit** (**Полред**).

Для завершения выполнения команды необходимо нажать клавишу <Enter>.

Команды общего редактирования объектов: стирание, копиро-

вание, перенос, поворот, симметрия, массив, подобие, масштабирование, обрезка, удлинение, разрыв. Кнопки команд общего редактирования объектов расположены в инструментальной панели **Modify** (**Редактирование**) или выпадающем меню **Modify** (**Редактирование**). Многие команды раздела в первой же подсказке по команде запрашивают выбор объекта, который можно выполнять любым из рассмотренных ранее способов. После завершения выбора необходимо нажать клавишу <Enter>.

Команда **Erase** (**Стереть**) осуществляет удаление (стирание) выбранных объектов. Для завершения работы команды необходимо нажать клавишу <Enter>. Результат действия этой команды, как и любой другой операции в системе, может быть отменен с помощью кнопки со стрелкой на панели инструментов **Standard** (**Стандартная**).

Команда **Copy** (**Копировать**) копирует выбранные объекты параллельно вектору, который задается начальной и конечной точками. В качестве первой точки удобнее указывать одну из характерных точек объекта (с использованием объектной привязки). В результате выполнения команды образуется копия выбранных объектов, которая будет смещена относительно оригинала на заданный вектор. На этом команда не заканчивается, так как работает в цикле. Для завершения работы команды необходимо нажать клавишу <Enter>. Если вместо указания точки на первый запрос команды выбрать опцию **Displacement** (**Перемещение**), то введенная двумерная или трехмерная точка будет обработана как величина перемещения выбранных объектов.

Команда **Move** (**Перенести**) позволяет переместить выбранные объекты параллельно вектору, заданному двумя точками. Запросы и действия этой команды очень похожи на запросы и действия команды **Copy** (**Копировать**). Существенное отличие состоит в том, что эта команда работает не в цикле.

Команда **Rotate** (**Повернуть**) дает возможность повернуть выбранные объекты относительно базовой точки на заданный угол. Сначала команда информирует о режимах измерения углов и запрашивает выбор базовой точки. Значение угла можно задать непосредственно с клавиатуры или с помощью мыши. Для завершения работы команды необходимо нажать клавишу <Enter>. Если выбрать опцию этой команды **Copy** (**Копия**), то после поворота сохранятся и копия, и оригинал.

Команда **Mirror** (**Зеркало**) позволяет зеркально отразить выбранные объекты относительно предварительно построенной оси (оси симметрии), положение которой определяется двумя точками. Оригинал можно оставить после выполнения команды, а можно и удалить. Для завершения работы команды необходимо нажать клавишу <Enter>.

Команда **Array** (**Массив**) предназначена для создания группы копий одних и тех же объектов, причем копии располагаются по определенному закону в гнездах прямоугольного или кругового массива. Команда вызывает соответствующее диалоговое окно, которое в левой части имеет изменяемую область. Содержание этой области зависит от состояния двух переключателей: **RectangularArray** (**Прямоугольный массив**) и **PolarArray** (**Круговой массив**). Для прямоугольного массива необходимо указать количество строк и столбцов, расстояния между строками и столбцами, а также угол наклона массива. Для кругового массива – координаты центра массива, число элементов, угол заполнения и угол между элементами. Кнопка **Preview** (**Просмотр**), расположенная в правом нижнем углу диалогового окна, дает возможность оценить правильность заданных параметров команды, прежде чем ее выполнить.

Команда **Offset** (**Подобие**) осуществляет создание подобных объектов (эквидистант) с заданным смещением. Можно строить подобные отрезки, дуги, окружности, двумерные полилинии, эллипсы, эллиптические дуги, прямые, лучи и плоские сплайны. Подобные окружности имеют диаметр больший или меньший, чем исходный, в зависимости от того, как задано смещение. Если оно указано точкой вне окружности, то новая окружность имеет больший диаметр, а если внутри окружности – меньший. Величину смещения можно указать непосредственно вводом числа с клавиатуры или координатами двух точек.

Команда **Scale** (**Масштаб**) позволяет масштабировать выбранные объекты относительно базовой точки. В ходе выполнения команды система запрашивает коэффициент масштабирования. При масштабировании объектов масштабные коэффициенты по осям X и Y одинаковы. Таким образом, можно делать объект больше или меньше, но нельзя изменять соотношение его размеров по этим осям. При масштабировании с указанием масштабного коэффициента производится изменение размеров выбранного объекта во всех измерениях. Если масштабный коэффициент больше единицы, то объект увеличивается, а если меньше единицы – уменьшается. Опция команды **Copy** (**Копия**) позволяет сохранить как новые объекты, так и оригиналы.

Команда **Trim** (**Обрезать**) осуществляет отсечение объектов по режущей кромке. Секущей кромкой могут служить отрезки, дуги, окружности, двумерные полилинии, эллипсы, сплайны, прямые, лучи. *Порядок указания объектов в этой команде очень важен.* Сначала нужно указать режущие кромки, завершить их выбор нажатием клавиши <Enter>. Затем необходимо выбрать объекты, которые требуется подрезать. Для завершения работы команды необходимо нажать клавишу <Enter>.

Команда **Extend** (**Удлинить**) осуществляет удлинение объектов до граничной кромки. Граничными кромками могут служить отрезки, дуги, двумерные полилинии. Когда в качестве кромки используется двумерная полилиния, ее ширина игнорируется и объекты удлиняются до ее осевой линии. Для удлинения полилиний можно использовать только разомкнутые полилинии. Удлиняемые объекты выбираются путем указания той части, которая должна удлиняться. Объекты нельзя выделять рамкой, секущей рамкой или объявлять последним набором; допустимы только прямое указание и ввод координат. *Порядок указания объектов в этой команде также очень важен.* Работа команды аналогична ранее рассмотренной команде **Trim** (**Обрезать**).

Команда **Break** (**Разорвать**) предназначена для разрыва объекта в двух указанных точках. В зависимости от порядка ввода точек разрыв можно осуществить без стирания или со стиранием части отрезка, окружности, дуги, двумерной полилинии, эллипса, сплайна, прямой или луча. Для разбиения объекта можно либо выбрать объект в первой точке разрыва, а затем указать вторую точку разрыва, либо вначале просто выбрать объект, а затем произвести указание двух точек разрыва.

Фаска. Сопряжение. Команда **Chamfe** (**Фаска**) осуществляет снятие фасок на углах объектов, образованных двумя непараллельными отрезками. Причем отрезки могут как пересекаться, так и не пересекаться. В последнем случае отрезки будут сначала автоматически удлинены до пересечения. В качестве объектов, с которыми работает эта команда, могут выступать отрезки, прямые, лучи и полилинии. Команда вызывается из выпадающего меню **Modify → Chamfe** (**Редактирование → Фаска**) или щелчком мыши по пиктограмме **Chamfer** (**Фаска**) на панели инструментов **Modify** (**Редактирование**).

Построение фаски осуществляется в два этапа. На первом этапе задаются параметры фаски: либо две длины, которые должны срезаться на каждом из двух отрезков (катеты фаски), либо задается одна длина и угол фаски. На втором этапе нужно выбрать любым из известных способов два непараллельных отрезка, и фаска между ними будет построена. *Если размеры снимаемой фаски окажутся больше длины самих отрезков, между которыми она строится, то фаска сниматься не будет.*

Для плавного сопряжения отрезков в AutoCAD используется команда **Fillet** (**Сопряжение**). Эта команда скругляет острый угол, образованный при пересечении двух объектов, дугой заданного радиуса. В качестве объектов могут выступать отрезки, дуги, окружности и полилинии. Команда вызывается из выпадающего меню **Modify → Fillet** (**Редактирование → Сопряжение**) или щелчком мыши по пик-

тограмме **Fillet** (**Сопряжение**) на панели инструментов **Modify** (**Редактирование**).

Использование команды **Fillet** (**Сопряжение**) во многом сходно с использованием команды **Chamfer** (**Фаска**) и состоит из двух этапов. На первом этапе задается радиус скругления, а на втором выбираются два объекта скругления. Если сами объекты явно не пересекаются, но пересекаются их продолжения, то скругление все равно может быть построено.

По умолчанию команда выполняет только одно скругление и после этого завершает свою работу. Для многократного повторения команды можно воспользоваться опцией **Multiple** (**Несколько**), которая устанавливает режим циклического выполнения этой команды. Для принудительного выхода из режима команды необходимо нажать клавишу <Esc>.

Перемещение по рисунку (прокрутка, панорамирование, зумирование). Всем пользователям Windows-приложений хорошо знаком способ просмотра содержимого окна с помощью *полос прокрутки.* Прокручивание содержимого графической зоны AutoCAD ничем в этом отношении не выделяется. Прокручивать можно одним из следующих способов: перемещением ползунка, нажатием на стрелки по краям полос прокрутки, щелчками мыши внутри полосы прокрутки выше или ниже ползунка.

Подвинуть не помещающийся на экране чертеж без изменения масштаба позволяет использование команды **Pan** (**Панорамирование**). Делается это обычно для того, чтобы получить доступ к не помещающейся в данный момент части чертежа. Для активизации функции панорамирования в реальном времени можно либо щелкнуть мышью по кнопке пиктограммы **PanRealtime** на стандартной панели инструментов, либо выбрать команду из выпадающего меню **View** (**Вид**) → **Pan** (**Пан**).

Чтобы изменить положение изображения на видовом экране в режиме панорамирования, следует перемещать указатель мыши, удерживая ее левую кнопку нажатой. Для выхода из режима панорамирования или переключения между режимами панорамирования и зумирования можно использовать контекстное меню, при этом надо нажать клавишу <Enter> или <Esc>.

Увеличить или уменьшить вид чертежа на экране – значит изменить его масштаб. При увеличении и уменьшении масштаба чертеж, соответственно, увеличивается или уменьшается. Иначе эта операция называется *зумированием.* При зумировании абсолютные размеры рисунка остаются прежними – изменяется лишь размер его части, видимой в графической области. Для включения этого режима необходимо либо щелкнуть мышью по кнопке пиктограммы **Zoom** на стандартной

панели инструментов, либо выбрать команду из выпадающего меню **View (Вид) → Zoom (Пан)**. При этом указатель мыши примет вид лупы со значками плюс и минус. Двигая лупу вверх, увеличиваем чертеж, двигая лупу вниз – уменьшаем.

Для выхода из режима зумирования можно использовать контекстное меню, выбрав в нем опцию Enter или нажав на клавиатуре клавишу <Esc>.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя созданному файлу.
3. Нарисовать на экране с помощью команды **Окружность** симметрично относительно центра экрана четыре окружности диаметром 40 мм (рис. 3.1).
4. Используя команду **Сотри**, удалить правую верхнюю окружность.
5. Используя команду **Перенеси**, перенести левую верхнюю окружность на место удаленной.
6. Используя команду **Зеркало**, отразить правую верхнюю окружность на место левой верхней окружности, при этом отражаемый объект не удалять.
7. Используя команду **Разорви**, удалить в левой верхней окружности верхнюю половину, используя предварительно построенный вспомогательный отрезок.
8. Используя команду **Поверни**, повернуть дугу, полученную в пункте 7, в верхнее положение.
9. Командой **Отмени** отменить выполнение предыдущей команды.
10. Команда **Сотри** – на экране оставить только левую нижнюю окружность.
11. Используя команду **Массив**, восстановить все четыре окружности (массив прямоугольный, расстояние между столбцами задать 100, расстояние между строками – 150).
12. С помощью команды **Сотри** очистить весь экран.
13. Команда **Отрезок** – нарисовать квадрат со стороной 100 мм по относительным координатам (формат ввода точек в относительных координатах: @ приращение по X, приращение по Y).
14. С помощью команды **Сопряжение** скруглить верхние углы квадрата $R = 30$ мм.
15. Используя команду **Фаска**, срезать другие два нижних угла квадрата на расстоянии 20 мм.

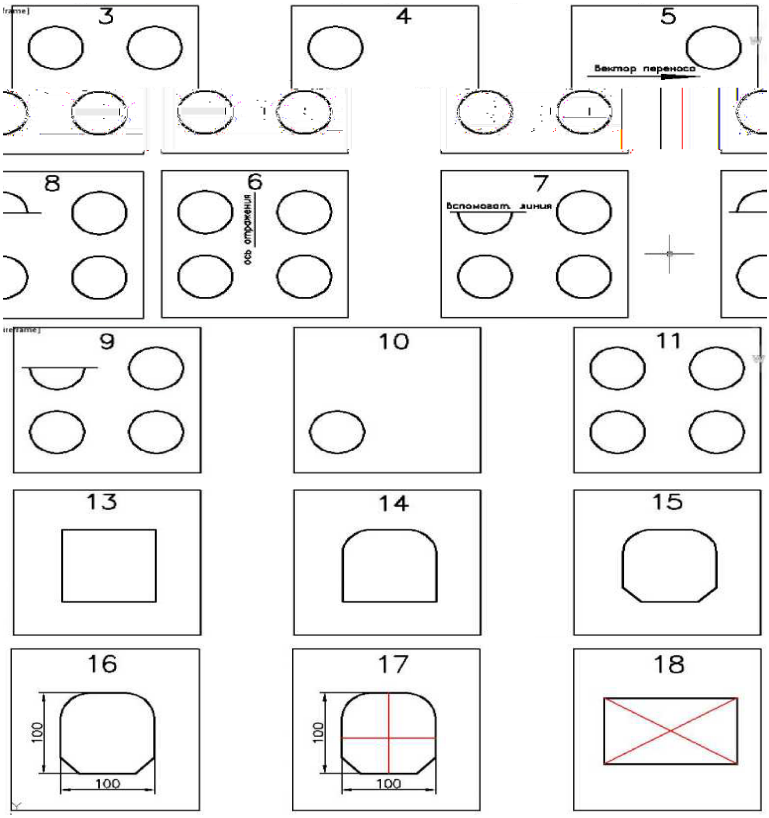


Рис. 3.1. Поэтапные образцы практического задания

16. Используя команду **Размер** и опции этой команды, нанести горизонтальный и вертикальный размеры на изображении.

17. Используя свойства объектной привязки, провести через середины сторон прямоугольника прямые. Объектная привязка: опция **Середина**.

18. Команда **Отрезок** – нарисовать прямоугольник произвольных размеров по относительным координатам. Построить диагонали прямоугольника, используя свойства объектной привязки. Объектная привязка: опция **Пересечение**.

19. Сохранить файл в папке с номером группы.

Контрольные вопросы

1. Как включить режим объектного отслеживания и объектной привязки в системе AutoCAD?
2. Для чего используются эти режимы? Какие варианты режимов отслеживания наиболее часто используются при выполнении построений и редактировании?
3. Как изменить настройки режимов отслеживания и объектной привязки?
4. Как включить принудительную привязку к объекту?
5. Какие существуют варианты выбора объекта в AutoCAD?
6. Какие команды общего редактирования вы знаете?
7. Что общего в структуре и методике выполнения и в чем состоит отличие этих команд?

Лабораторная работа 4.
СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

Цели работы:

1) ознакомиться с основными командами редактирования и нанесения размеров в системе AutoCAD;

2) приобрести элементарные практические навыки работы с системой при выполнении данных команд.

Общие сведения

Штриховка. Редактирование штриховки. В системе AutoCAD предусмотрены два типа штриховки:

– ассоциативная – такая штриховка при изменении или редактировании граничного контура (заштрихованного объекта) автоматически тоже будет изменяться;

– неассоциативная – такая штриховка не будет менять своего очертания при изменении граничного контура.

По умолчанию все штриховки являются ассоциативными. Изменение типа штриховки осуществляется в диалоговом окне самой команды.

Вызов осуществляется из выпадающего меню **Draw** (**Рисование**) командой **Hatch** (**Штрих**) или щелчком мыши по соответствующей пиктограмме панели инструментов **Draw** (**Рисование**). *Команда выполняется для штриховки только замкнутых областей.*

Диалоговое окно команды включает несколько вкладок, которые позволяют задать параметры штриховки (стандартный, из готовых, поставляемых вместе с версией системы образцов; пользовательский,

из отдельных линий), масштаб, параметры заполняемой области и стиль штриховки. Имеется возможность предварительного просмотра выполненных действий. Образец штриховки под именем *ANSI31* соответствует требованиям стандарта для деталей, выполненных из металла. Для одноцветной заливки выделенной области можно использовать образец из стандартного набора под именем *Solid* (верхняя строчка всех стандартных образцов). Используемый для заливки контур должен быть замкнутым и без самопересечений.

Вторая вкладка **Gradient** (**Градиент**) диалогового окна команды **Hatch** (**Штрих**) позволяет заполнить замкнутую область градиентной заливкой (с тенями) одного или двух цветов. Необходимо задать количество цветов (основной и дополнительный), цвет, образец заливки (9 вариантов), соотношение между светом и тенью, насыщенность и яркость. Варианты выбора объекта задаются по аналогии с первой вкладкой этой команды. Имеется возможность предварительного просмотра выполненных настроек и действий.

Если в зоне штриховки (заливки) есть вложенные друг в друга объекты, то важно правильно задать стиль штрихования. Для этого во вкладке **Islands** (**Островки**) необходимо выбрать один из трех стилей штриховки внешних и внутренних областей:

– **Normal** (**Обычный**) – возможные зоны штрихования располагаются по порядку их движения от самой внешней зоны внутрь и штрихуются через одну;

– **Outer** (**Внешний**) – заштриховывается только внешняя часть, все внутренние выбрасываются;

– **Ignore** (**Пропустить**) – штрихуется все, включая все внутренние части.

В обычных условиях система AutoCAD создает штриховку (заливку) только для замкнутого контура и выдает сообщение об ошибке, если контур оказывается незамкнутым. Однако при необходимости можно, изменив допуск замкнутости контура, заштриховать разомкнутую область. Для этого в диалоговом окне команды **Hatch** (**Штрих**) есть область **Gap tolerance** (**Допуск замкнутости**), в которой можно задать допуск – положительное число в единицах рисунка (от 0 до 5000). Система AutoCAD при обнаружении незамкнутого контура попробует его замкнуть, продлевая кромки на величину заданного допуска, и после этого выполнит штрихование.

AutoCAD позволяет *отредактировать* уже имеющиеся на чертеже штриховки. При этом каждая заштрихованная область рассматривается индивидуально. Чтобы приступить к редактированию штриховки, необходимо открыть выпадающее меню **Modify** (**Редактирование**) →

Object (**Объекты**) и выбрать команду **Hatch** (**Штрих**). Появится диалоговое окно этой команды, которое позволит изменить и перенастроить необходимые параметры штриховки.

Для разделения штриховки на составляющие элементы и *редактирования* отдельных линий можно использовать команду **Explode** (**Расчленить**). Ее можно вызвать из выпадающего меню **Modify** (**Редактирование**) или щелчком мыши по пиктограмме **Explode** (**Расчленить**) на панели инструментов **Modify** (**Редактирование**). При расчленении утрачивается (если она была) ассоциативность штриховки.

Редактирование с помощью ручек. Ручки – это способ редактирования объектов только с помощью мыши, без вызова специальных команд, когда команды в явном виде не вызываются. Они позволяют растягивать, переносить, поворачивать, масштабировать и отражать объекты. При работе с ручками объект выбирается до вызова команды, его контур выделяется, а в точках привязки на объекте появляются маленькие квадратики синего цвета, которые и называются ручками (их английское название **Grips**). Если щелкнуть мышью на ручке, то она подсвечивается красным цветом и становится активной, теперь ее можно использовать для редактирования объекта. Ручки удобно применять для перемещения размерной линии и размерного текста. Это быстрый и удобный способ редактирования.

Все команды с ручками выполняются по следующему алгоритму.

1. Выберите редактируемые объекты любым способом – указателем курсора, рамкой или секущей рамкой. В характерных точках объектов появятся ручки в виде синих квадратиков (если этот цвет невыбранных ручек задан по умолчанию).

2. Подведите указатель курсора к нужной ручке и немного задержитесь на ней. Цвет станет сначала зеленым. Щелкните левой кнопкой мыши, и выбранная ручка изменит цвет на красный – она активирована. Имеется возможность выбора нескольких ручек, для этого следует удерживать нажатой клавишу <Shift>.

3. Вызовите команду, нажимая пробел для циклического перебора команд **Stretch** (**Растянуть**), **Move** (**Перенести**), **Rotate** (**Повернуть**), **Scale** (**Масштаб**) и **Mirror** (**Зеркало**). После активации ручки всегда первой появляется команда **Stretch** (**Растянуть**).

4. Выполните команду, а затем два раза нажмите клавишу <Esc> для выхода из команды и удаления ручек.

Чтобы установить и изменить системные переменные, управляющие работой ручек, необходимо открыть диалоговое окно **Options** (**Настройки**).

Создание слоев. Свойства слоев. Слои позволяют упорядочить чертежи и повышают эффективность разработки конструкторской до-

кументации. Обычно слои сравнивают с листами прозрачной кальки, на которых изображены элементы чертежа. Наложение этих листов друг на друга позволяет получить единое изображение.

Размещая различные группы объектов на отдельных слоях, можно структурировать рисунок. Послойная организация чертежа упрощает многие операции по управлению его данными. Например, можно создать отдельный слой для размещения осевых линий, назначить ему голубой цвет и штрихпунктирный тип линии **CENTER**. Впоследствии, если потребуется построить осевую линию, достаточно переключиться на этот слой и начать рисование. Таким образом, перед каждым построением осевых линий не требуется вновь устанавливать их цвет и тип. Кроме того, при необходимости отображение слоя можно отключить. Возможность использования слоев – одно из главнейших преимуществ рисования в среде AutoCAD перед черчением на бумаге.

Создание, удаление слоев и модификацию их свойств проще всего выполнять при помощи диспетчера свойств слоев. Каждый объект рисунка всегда принадлежит какому-нибудь слою и обладает такими свойствами, как цвет, стиль печати, тип и толщина линии. Свойства объектов на слое могут быть одинаковыми и отличаться друг от друга. Диспетчер свойств слоев является универсальным инструментом, который позволяет единообразно управлять свойствами всех объектов, расположенных на слое. Чтобы открыть диалоговое окно **Layer Properties Manager** (**Диспетчер свойств слоев**), в меню **Format** (**Формат**) необходимо выбрать команду **Layer** (**Слой**) или щелкнуть мышью на кнопке **Layer Properties Manager** (**Диспетчер свойств слоев**) панели управления слоями.

Характеристики слоев следующие:

– **Status** (**Статус**) – состояние слоя (текущий, использованный слой с объектами, неиспользованный слой, группы, созданные с помощью фильтра);

– **Name** (**Имя**) – имя слоя длиной от 1 до 255 символов;

– **On** (**Вкл**) – видимость слоя (включен или выключен);

– **Freeze** (**Заморозить**) – замораживание слоя. Означает отключение видимости слоя при регенерации и исключение из генерации объектов, принадлежащих замороженному слою;

– **Lock** (**Блокировать**) – блокировка слоя. Объекты в блокированном слое отображаются, но их нельзя редактировать;

– **Color** (**Цвет**) – цвет объектов заданного слоя;

– **Linetype** (**Тип линий**) – тип линий, которыми будут отрисовываться все объекты, принадлежащие слою;

– **Lineweight** (**Вес линий**) – толщина линии, которой будут отрисовываться все объекты, принадлежащие слою;

– **Plot style** (**Стиль печати**) – стиль печати для заданного слоя;

– **Plot** (**Печать**) – разрешение (или запрет) вывода слоя на печать;

– **Description** (**Пояснение**) – текстовый комментарий к слою или группе.

Для создания нового слоя необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши по пиктограмме **New Layer** (**Новый слой**), которая находится в верхней части диалогового окна **Layer Properties Manager** (**Диспетчер свойств слоев**). Создается слой, по умолчанию названный *Layer 1* (*Слой 1*). Далее все новые слои автоматически именуются *Layer 2*, *Layer 3* и т. д. – в порядке их создания. Чтобы присвоить слою уникальное имя, необходимо двойным щелчком мыши по текущему названию активировать поле ввода текста, а затем набрать имя с клавиатуры и нажать клавишу <Enter>.

Если при создании нового слоя выделен один из имеющихся, то новый слой наследует его свойства. При необходимости свойства нового слоя можно изменить.

Все вновь создаваемые в AutoCAD объекты размещаются на текущем слое. При установке нового текущего слоя все объекты будут создаваться на нем с использованием назначенных ему цвета и типа линии. Замороженные слои нельзя сделать текущими. Сделать слой текущим можно двойным щелчком мыши в графе **Status** (**Статус**) соответствующего слоя.

Нельзя удалить текущий слой, слои 0 и *Defpoints* (*По умолчанию*), а также слои, содержащие объекты.

AutoCAD не отображает на экране объекты, расположенные на невидимых слоях, и не выводит их на плоттер. Если при работе с деталями рисунка на одном или нескольких слоях чертеж слишком загроможден, допускается отключение или замораживание неиспользуемых слоев. Кроме того, чтобы запретить вывод на печать объектов определенных слоев, например для вспомогательных линий, можно оставить эти слои видимыми, но отключить их вывод на печать.

Выбор способа отключения показа слоев зависит от характера их использования и от сложности рисунка. Замораживать слои лучше в тех случаях, когда отображение слоя можно отключить на длительное время. При размораживании слоя выполняется регенерация рисунка, после чего находящиеся на этом слое объекты становятся видимыми.

На печать могут выводиться только объекты *включенных и размороженных слоев.* Видимый слой печатается только в том случае, если не отключен его вывод на печать.

Блокировку слоев полезно применять в случаях, когда требуется редактирование объектов, расположенных на определенных слоях, с

возможностью просмотра объектов на других слоях. Редактировать объекты на блокированных слоях нельзя. Однако они остаются видимыми, если слой включен и разморожен.

Назначение цвета, типа линий и толщины осуществляется щелчком мыши на соответствующей пиктограмме диалогового окна **Layer Properties Manager** (**Диспетчер свойств слоев**). Ключевое слово **ByLayer** (**По слою**) означает, что объект будет создаваться в соответствии с определенными качествами для текущего слоя. Ключевое слово **ByBlock** (**По блоку**) означает, что объекты будут изображаться также с определенными качествами до тех пор, пока их не объединят в блок.

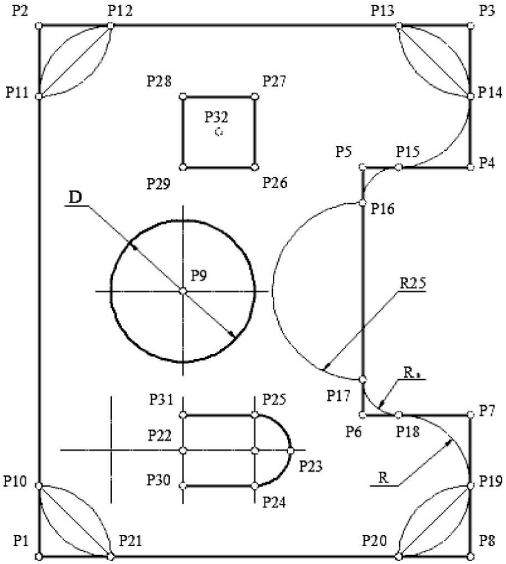
Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.
3. Команда **Отрезок**. По приведенным координатам опорных точек (табл. 4.1), используя схему (рис. 4.1), начертить все *прямолинейные* сегменты плоского контура заданного варианта (рис. 4.2).

Таблица 4.1. **Координаты характерных опорных точек**

Точка	X	y	Точка	X	y	Точка	X	y	Точка	X	y
P1	100	100	P9	140	175	P17	190	150	P25	160	140
P2	100	250	P10	100	120	P18	200	140	P26	160	210
P3	220	250	P11	100	230	P19	220	120	P27	160	230
P4	220	210	P12	120	250	P20	200	100	P28	140	230
P5	190	210	P13	200	250	P21	120	100	P29	140	210
P6	190	140	P14	220	230	P22	140	130	P30	140	120
P7	220	140	P15	200	210	P23	160	130	P31	140	140
P8	220	100	P16	190	200	P24	160	120	P32	150	220

4. Команда **Дуга**. По приведенным координатам опорных точек и указанным радиусам построить все *дуговые* сегменты плоского контура. Для изменения вида дуги (выпуклая или вогнутая) необходимо поменять порядок ввода опорных точек.
5. Команда **Полилиния**. По координатам опорных точек построить квадрат и *половину* фигурного паза плоского контура.
6. Команда **Текст**. Над контуром выполнить текстовую надпись: Плоский контур вариант №.
7. Создать новый слой и назвать его *Линии основные*. Его характеристики: тип линии – *Continuous*; цвет – по желанию; толщина линии – ~1 мм. Выделить весь контур и включить новый созданный слой.



$R = 20$, $R = 10$, $D = 40$

Рис. 4.1. Схема характерных опорных точек

8. Команда **Фаска**. С двух противоположных сторон квадрата срезать углы фасками 5×5 мм. Для выполнения команды необходимо предварительно задать длину фасок (она должна быть одинакова) и затем указать перекрестием курсора на вертикальную и горизонтальную линии прямого угла, где будет фаска.

9. Команда **Сопряжение**. С двух других противоположных сторон квадрата выполнить сопряжения радиусом 5 мм. Для выполнения команды необходимо предварительно задать радиус сопряжения и затем указать перекрестием курсора на вертикальную и горизонтальную линии прямого угла, где будет сопряжение.

10. Создать новый слой и назвать его *Оси*. Его характеристики: тип линии – *Center 2*; цвет – по желанию; толщина линии – ~0,5 мм.

11. Включить новый созданный слой *Оси*. Команда **Отрезок.** Начертить все осевые линии на окружности и половине фигурного паза плоского контура. Команду выполнять в слое *Оси*.

12. Слой *Линии основные*. Команда **Зеркало**. Отобразить зеркально половину фигурного паза, используя свойства объектной привязки.

13. Команда **Копировать**. Скопировать построенный плоский контур на свободное правое поле чертежа.

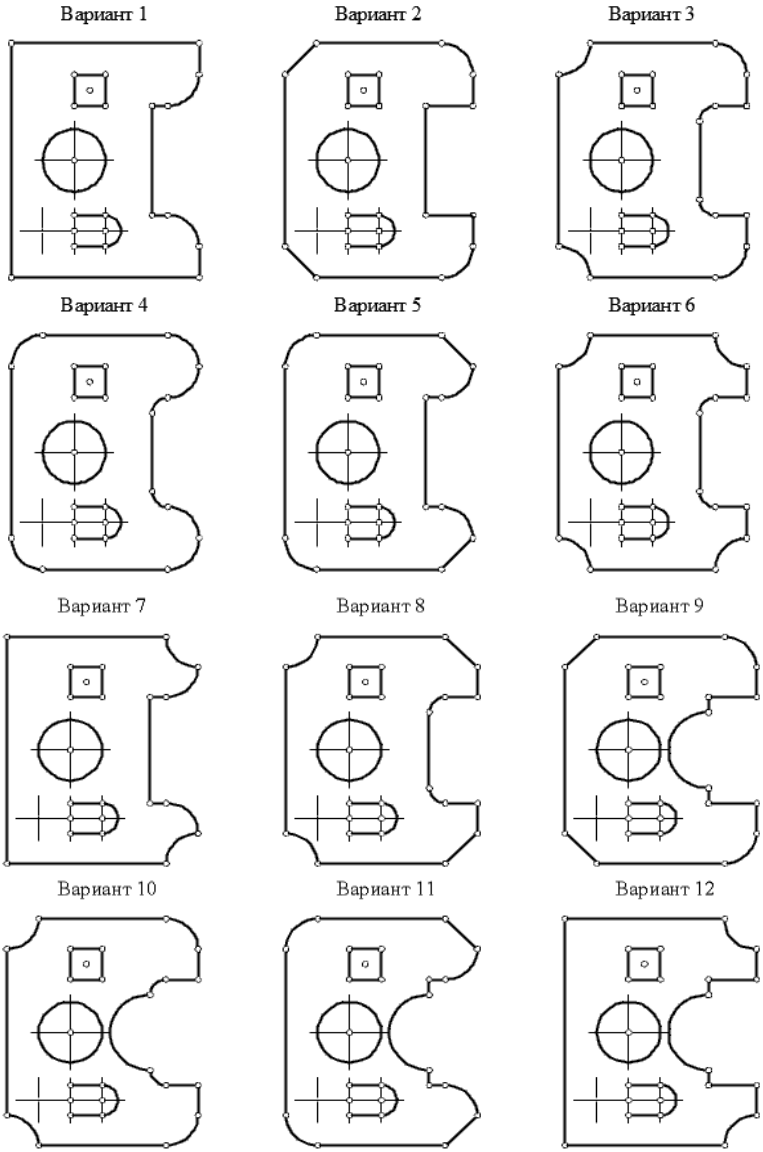


Рис. 4.2. Варианты плоских контуров

14. Создать новый слой и назвать его *Линии тонкие*. Его характеристики: тип линии – *Continuous*; цвет – по желанию; толщина линии – ~0,5 мм.

15. Команда **Штриховка**. Заштриховать квадрат на контуре. В опциях команды выбрать шаблон штриховки *ANSI 31*, угол штриховки 0°, масштаб 1. Команду выполнять в слое *Линии тонкие*.

16. Команда **Масштаб**. Выбрать правый плоский контур для изменения масштаба и нажать клавишу <Enter> по завершении работы. Указать базовую точку (*центр окружности*) и масштабный коэффициент (*0.7*).

17. Раздел **Размер**. Нанести все необходимые размеры на изображении контура слева по приведенному образцу, используя свойства объектной привязки. Команду выполнять в слое *Линии тонкие*.

18. Скопировать через буфер обмена образец основной надписи и формата А3 и встроить его в чертеж плоского контура.

19. Команда **Текст**. Заполнить текстом основную надпись чертежа по приведенному образцу (рис. 4.3).

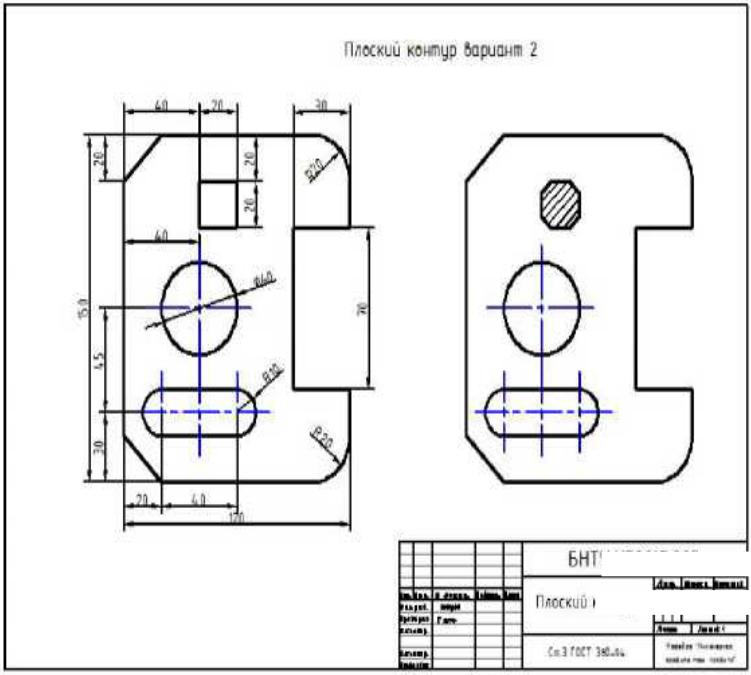


Рис. 4.3. Образец выполненного задания

20. Сохранить файл в папке с номером группы.
21. Выйти из программы AutoCAD.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается ассоциативная и неассоциативная штриховка?
2. Какие стили штриховки может создать AutoCAD?
3. Что представляет собой редактирование с помощью ручек?
4. Какими характеристиками обладают слои в программе AutoCAD?
5. Как создать новый слой?

Лабораторная работа 5.
СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА КОМБИНИРОВАННОГО ТЕЛА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD

Цели работы:

1) закрепить навыки работы с основными командами разделов Draw (Рисование), Modify (Редактирование);

2) изучить функционал системы AutoCAD по созданию составных поименованных объектов – блоков (Block), библиотек блоков, необходимых при конструировании сложных механизмов и узлов;

3) приобрести навыки по созданию и редактированию блоков.

Общие сведения

Создание блоков. Описание блоков. Вставка блоков. Блоком называется совокупность связанных объектов рисунка, обрабатываемых как единый объект. Формирование часто используемых объектов может быть произведено всего один раз. Затем они объединяются в блок и при построении чертежа выполняют роль «строительных материалов». Применяя блоки, легко создавать фрагменты чертежей, которые будут неоднократно требоваться в работе. Примитив, который образуется от операции вставки блока, называется вхождением блока. Блоки можно вставлять в рисунок с масштабированием и поворотом, расчленять их на составляющие объекты и редактировать, а также изменять описание блока. В последнем случае AutoCAD обновляет все существующие вхождения блока и применяет новое описание ко вновь вставляемым блокам.

Применение блоков упрощает процесс рисования. Их можно использовать, например, в следующих целях:

– для создания стандартной библиотеки часто используемых символов, узлов и деталей, при этом можно неограниченное число раз вставлять готовые блоки вместо того, чтобы каждый раз отрисовывать все их элементы;

– для быстрого и эффективного редактирования рисунков путем вставки, перемещения и копирования целых блоков, а не отдельных геометрических объектов;

– для экономии дискового пространства путем адресации всех вхождений одного блока к одному и тому же описанию блока в базе данных рисунка.

Блок может содержать любое количество графических примитивов любого типа, а воспринимается AutoCAD как один графический примитив наравне с отрезком, окружностью и т. д. Блок может состоять из примитивов, созданных на разных слоях, разного цвета, с разными типами и весами линий. Все эти свойства примитивов сохраняются при объединении их в блок и при вставке блока в рисунок. Однако необходимо учесть следующее:

– примитивы блока, созданные в специальном слое с именем 0, свойства которых определены как **ByLayer** (**По слою**), при вставке генерируются в текущем слое, наследуя его свойства;

– примитивы блока, свойства которых определены как **ByBlock** (**По блоку**), наследуют текущие значения;

– свойства примитивов, заданные явно, сохраняются независимо от текущих значений свойств.

Один блок может включать в себя другие. Если внутренний блок содержит примитивы, созданные в слое 0 или характеризуемые цветом и типом линии **ByBlock** (**По блоку**), то эти примитивы всплывают наверх сквозь вложенную структуру блоков до тех пор, пока не попадут в блок с фиксированным слоем, цветом или типом линии, иначе они генерируются в слое 0.

Блоку может быть присвоено имя. AutoCAD создает блоки без имени (анонимные), например для ассоциативных размеров, т. е. для примитивов, к которым не обеспечен прямой доступ пользователя. Применение блоков позволяет значительно сэкономить память. При каждой новой вставке блока в рисунок AutoCAD добавляет к имеющейся информации лишь данные о месте вставки, масштабных коэффициентах и угле поворота.

С каждым блоком можно связать атрибуты, т. е. текстовую информацию, которую разрешается изменять в процессе вставки блока в рисунок и которая может изображаться на экране или оставаться невидимой.

Использование блоков в системе AutoCAD значительно упрощает

создание, редактирование и сортировку объектов рисунка и связанной с ними информации.

Блоки могут быть *статическими и динамическими.* В статических блоках не изменяются примитивы, входящие в блок. Можно только варьировать масштабные коэффициенты по осям и угол наклона вхождения блока. Динамический блок – это двумерный параметрический объект, изменение параметров которого приводит к появлению в рисунке похожего объекта, но с другими размерами, углами наклонов внутренних элементов, их количеством. Статические блоки с помощью специального редактора можно превратить в динамические, и наоборот, вернуть их к первоначальному статическому состоянию.

Создание блока. Описание блока можно создать, сгруппировав объекты в текущем рисунке, или же сохранить блок в отдельном файле. При создании описания блока задается базовая точка и выбираются объекты, входящие в блок. Кроме того, необходимо указать, что происходит с исходными объектами: остаются ли они, удаляются или преобразуются в блок в текущем рисунке. Можно также ввести текстовое описание и задать пиктограмму для обозначения блока в Центре управления AutoCAD. Описания блоков представляют собой нерафические объекты, которые, наряду с другими символами, хранятся в файле рисунка.

Команда **Block** (**Блок**) формирует статический блок для использования его только в текущем рисунке. Она вызывается из раздела выпадающего меню **Draw → Block → Make** (Рисование → Блок → Создать) или щелчком левой кнопкой мыши по пиктограмме Make Block (Создать Блок) на панели инструментов **Draw** (**Рисование**). В результате открывается диалоговое окно **Block Definition** (**Описание блока**). При создании описания блока в этом диалоговом окне следует выполнить:

1) в поле **Name** (**Имя**) ввести уникальное имя создаваемого блока;

2) в области **Objects** (**Объекты**) нажать кнопку **Select objects** (**Выбрать объекты**) и выделить мышью объекты, включаемые в описание блока. При этом диалоговое окно временно закрывается. По окончании выделения необходимо нажать клавишу <Enter>, и диалоговое окно откроется снова. Воспользовавшись кнопкой быстрого выбора **QuickSelect**, можно применять фильтры для выбора объектов. В области **Objects** (**Объекты**) необходимо задать способ обработки выбранных объектов после создания описания блока:

– **Retain** (**Оставить**) – сохранить объекты в рисунке в исходном состоянии;

– **Convert to block** (**Сделать блоком**) – заменить указанные объекты на вхождение блока;

– **Delete** (**Удалить**) – удалить объекты из рисунка.

В области **Base point** (**Базовая точка**) задать координаты базовой точки вставки или нажать кнопку **Pick point** (**Указать**) для выбора базовой точки с помощью мыши. В поле **Description** (**Пояснение**) ввести текстовые пояснения для облегчения идентификации и поиска блока впоследствии.

Экспорт блоков и фрагментов рисунков. Любой фрагмент рисунка или блок может быть выведен в отдельный файл, с тем чтобы впоследствии его можно было использовать в других чертежах. Для этого в AutoCAD применяется команда **Wblock** (**Пблок**), которая вызывается с командной строки. Созданный при этом блок также является статическим. Команда **Wblock** (**Пблок**) позволяет загрузить диалоговое окно записи блока на диск **Write Block** (Запись блока на диск) с настройками:

– **Block** (**Блок**) – указание блока, сохраняемого в отдельном файле;

– **Entire drawing** (**Весь рисунок**) – блоком становится весь рисунок;

– **Objects** (**Объекты**) – указание объекта, сохраняемого в отдельном файле;

– кнопка **Pick poin**t (**Указать**) в области **Base point** (**Базовая точка**) – указание базовой точки на рисунке;

– кнопка **Select objects** (**Выберите объекты**) в области **Objects** (**Объекты**) – выбор объектов в файл блока;

– ввод имени нового файла.

Если выбран блок, то команда **Wblock** (**Пблок**) автоматически использует его имя для нового файла.

Вкладка **Insert units** (**Единицы вставки**) дает возможность выбора единиц измерения, если создаваемый файл в дальнейшем будет использоваться для вставки в качестве блока.

Вставка такого блока в другой файл осуществляется с помощью команды **DWG Reference** (**Ссылка на DWG**) выпадающего меню **Insert** (**Вставить**).

Вставка блока. Команда **Insert** (**Вставить**) осуществляет вставку в текущий чертеж предварительно определенных блоков или существующих файлов рисунков в качестве блока. Вызывается из выпадающего меню раздела **Insert → Block** (**Вставить → Блок**) или щелчком левой кнопкой мыши по пиктограмме **Insert** (**Вставить**) на панели инструментов **Draw** (**Рисование**). При этом загружается диалоговое окно: в поле **Name** (**Имя**) – указывается имя вставляемого блока.

Если в областях определения **Insertion point** (**Точка вставки**), **Scale** (**Масштаб**) и **Rotation** (**Угла поворота**) поставлены флажки **Specify On-screen** (**Указать на экране**), то команда **Insert** (**Вставить**)

выдает следующие запросы в зоне командной строки:

– Specify insertion point or [Scale/X/Y/Z/Rotate/Pscale/PX/PY/PZ/ PRotate] – указать точку вставки блока;

– Enter X scale factor, specify opposite corner, <1> – ввести масштаб по оси X;

– Enter Y scale factor <use X scale factor> – ввести масштаб по оси У;

– Specify rotation angle <0> – ввести угол поворота.

Следует учесть, что при указании коэффициента масштабирования может быть задано число или точка. Заданная точка вместе с точкой вставки определяют углы масштабного прямоугольника, таким образом определяя одновременно масштаб по осям X и Y. Если ввести ключ **Corner** (**Угол**), будет выдан запрос **Other corner** (**Противоположный угол**) на ввод точки противоположного точке вставки угла масштабного прямоугольника. При указании коэффициента масштабирования по оси Y по умолчанию принимается значение, равное масштабу по оси X. Если коэффициент масштабирования задан со знаком минус, то осуществляется зеркальное отображение. При указании угла поворота точка включения является центром поворота. Если для установки угла поворота вводится точка, AutoCAD измеряет угол наклона линии от точки вставки до этой точки и использует его в качестве угла поворота. Чтобы угол поворота был кратен 90°, следует включить режим **Orto**.

При вставке одного рисунка в другой, AutoCAD обрабатывает вставленный рисунок так же, как и обычное вхождение блока.

Для обеспечения работы с отдельными составляющими примитивами блок необходимо разбить или «взорвать». Команда **Explode** (**Расчленить**) выпадающего меню **Modify** (**Редактирование**) разбивает блок на составляющие его объекты. Это можно сделать и в момент вставки его в рисунок, поставив в диалоговом окне **Insert** (**Вставка**) флажок **Explode** (**Расчленить**).

Динамические блоки. Статический блок с помощью редактора блоков можно превратить в динамический. Для вызова редактора блоков необходимо вызвать команду из раздела выпадающего меню **Tools → Block Editor** (**Сервис → Редактирование блоков**) или, выделив на экране блок, нажать правой клавишей мыши на свободном поле чертежа, вызывая контекстное меню, и в нем выбрать пункт **Block Editor** (**Редактирование блоков**).

Эта команда открывает диалоговое окно, в котором необходимо выбрать имя блока, который должен стать динамическим или динамические свойства которого требуется изменить. Далее система переходит в режим редактирования динамических свойств блока. Особенностями этого режима являются: светло-серый фон экрана, появление в

верхней части окна панели редактирования блока и три инструментальных палитры разработки блоков, соответствующие трем стадиям задания и редактирования свойств блока.

Интересные примеры динамических блоков приведены в папке **Tool Palettes** (**Палитры инструментов**). По умолчанию в окне есть семь палитр, каждая из которых оформлена как отдельная вкладка. Активация нужной вкладки осуществляется щелчком левой кнопкой мыши на имени палитры. Аналогичным образом вставляются в чертеж выбранные блоки из вкладки. Блоки имеют разные состояния видимости. Обзор этих состояний осуществляется после выделения блока на чертеже щелчком на нижней левой треугольной ручке выделенного блока. Активное состояние в открывшемся меню помечено флажком.

Для формирования состояния видимости в панели редактирования динамических блоков есть кнопка, которая вызывает диалоговое окно **Visibility States** (**Состояние видимости**). Для создания нового состояния видимости следует щелкнуть по кнопке **New** (**Создать**), после чего необходимо последовательно указать из трех вариантов параметры нового состояния. После закрытия редактора блоков у блока будет новое состояние видимости, которое можно всегда активировать через меню.

Окно редактирования свойств объекта. В AutoCAD предусмотрено специальное универсальное средство доступа к основным свойствам (слой, цвет, тип линий, вес), а также элементам геометрии (координаты X, Y, Z начальной и конечной точек, площадь, уровень, длина и т. д.) любого из объектов. Этим средством является диалоговое окно **Properties** (**Свойства**) на инструментальной панели **Стандартная**. После вызова этого окна можно выбирать необходимые объекты, и в нем будут отображаться свойства этих объектов. При этом содержимое окна **Properties** (**Свойства**) очень сильно зависит от того, свойства какого именно объекта в нем отображаются. Общая же структура является всегда одинаковой: это окно представляет собой сводную таблицу, в левом столбце которой перечислены названия свойств, а в правом – текущие значения свойств.

В окне **Properties** (**Свойства**) можно вручную изменить свойства выбранного объекта. Для этого нужно щелкнуть левой кнопкой мыши по изменяемому свойству и задать для него новое значение.

Существует возможность быстрого вызова этого окна. Если в рисунке нет выделенных объектов, то двойной щелчок по объекту (отрезок, прямая, луч, полилиния, дуга, окружность, сплайн и т. д.) тоже выводит на экран окно **Properties** (**Свойства**).

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы и исходными данными (прил. 3).

2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.

3. Создать новый слой и назвать его *Линии основные.* Его характеристики: тип линии – *Continuous*; цвет – по желанию; толщина линии – ~1 мм.

4. Создать новый слой и назвать его *Линии тонкие.* Его характеристики: тип линии – *Continuous*; цвет – по желанию; толщина линии – ~0,5 мм.

5. Создать новый слой и назвать его *Оси.* Его характеристики: тип линии – *Center 2*; цвет – по желанию; толщина линии – ~0,5 мм.

6. При включенном слое *Оси* вычертить осевые линии – базы отсчета для построения трех видов детали (включить режим **ОРТО**).

7. При включенном слое *Линии основные* вычертить по команде *Отрезок* в относительных координатах виды (главный, вид сверху и слева детали). Если изображение симметрично, необходимо выполнять только половину вида. Использовать свойства объектной привязки.

8. Команда **Зеркало.** Зеркально отобразить вычерченные половины изображений. Точки на оси отражения указывать при включенной объектной привязке.

9. Используя команды раздела **Редактировать** и меню **Ручек** объекта, внести необходимые изменения в выполненные изображения детали.

10. Выполнить необходимые разрезы. При необходимости выполнения волнистой линии обрыва использовать команды: **Полилиния**, **Редактирование полилинии**, **Сплайн**. Команду выполнять в слое *Линии тонкие.*

11. Команда **Штриховать.** Заштриховать сечения выполненных разрезов детали. В опциях команды выбрать шаблон штриховки *ANSI 31*, угол штриховки 0°, масштаб 1. Команду выполнять в слое *Линии тонкие.*

12. Создание Блока:

– на свободном поле чертежа в нулевом слое построить стрелку, указывающую направление взгляда с весом линии 0,3 мм; разомкнутую линию для обозначения местоположения секущей плоскости на чертеже с весом линии 1,5 мм; тип линии и вес линии установить по блоку; построения выполнить по образцу (рис. 5.1);

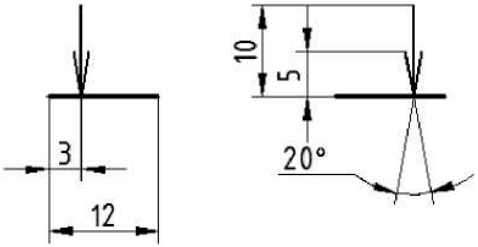


Рис. 5.1. Образец блока

– создать атрибут, вызываемый из меню **Draw** (**Рисование**) → **Block** (**Блок**) → **Define Attributes** (**Задание атрибутов**), в диалоговом окне заполнить разделы следующим образом (рис. 5.2). Указать точку вставки атрибута (тег 1); аналогично создать второй атрибут (тег 2) (рис. 5.3);

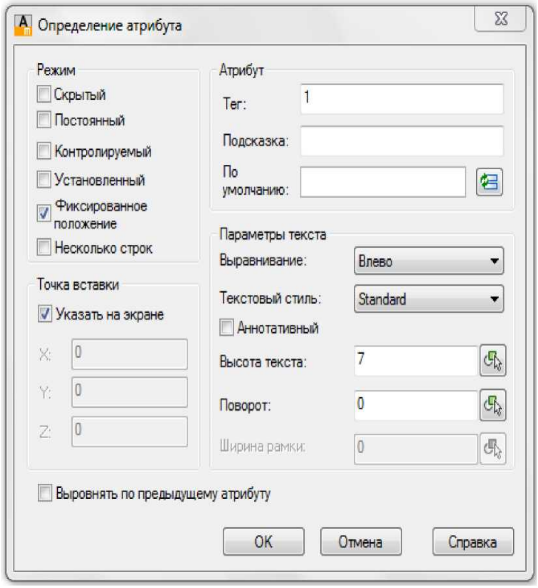


Рис. 5.2. Образец тега

Рис. 5.3. Образец тега

– создать блок, вызываемый из меню **Draw** (**Рисование**) → **Block** (**Блок**) → **Make** ... (**Создать** ...) присвоив ему название «*Горизонтальный разрез*» с удалением исходных объектов. Аналогично создать блок «*Вертикальный разрез*»;

– для возможности изменения в дальнейшем расстояния между штрихами разомкнутой линии преобразовать статический блок в динамический: **Редакт** (**Edit**) → **Редактор блоков** (**Block Editor**), в выпавшем диалоговом окне **Редактирование определения блоков** (**Edit Block Definition**) указать имя блока;

– на всплывшей панели **Палитры вариаций блоков** (**Block Authoring Palette**) выбрать закладку **Параметры** (**Parameters**) → **Линейный** (**Linear**) и выполнить действия по подсказкам в командной строке; перейти к закладке **Операции** (**Actions**) → **Растянуть** (**Stretch**) и выполнить действия, указанные в командной строке (рис. 5.4);

– закрыть *Редактор блоков*, сохранив при этом изменения, внесенные в созданный блок.

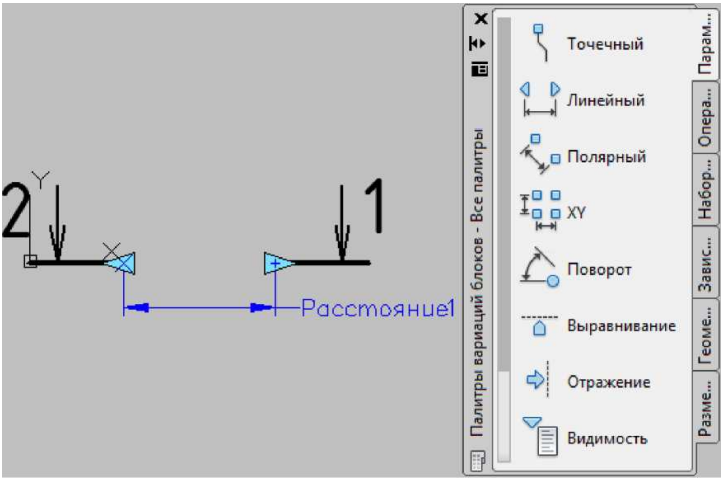


Рис. 5.4. Палитра вариации блоков

13. Для обозначения разреза на чертеже в меню **Вставка → Блок** выбрать имя нужного блока, указать точку вставки блока на чертеже, заполнить содержание атрибута соответствующим буквенным обозначением разреза; активировать блок и откорректировать расстояние между штрихами разомкнутой линии.

14. Раздел **Размер**. Нанести все необходимые размеры на изображениях детали. Команду выполнять в слое *Линии тонкие*.

15. Скопировать через буфер обмена образец основной надписи и формата А3 и встроить его в чертеж детали.

16. Команда **Текст**. Заполнить текстом основную надпись чертежа (рис. 5.5).

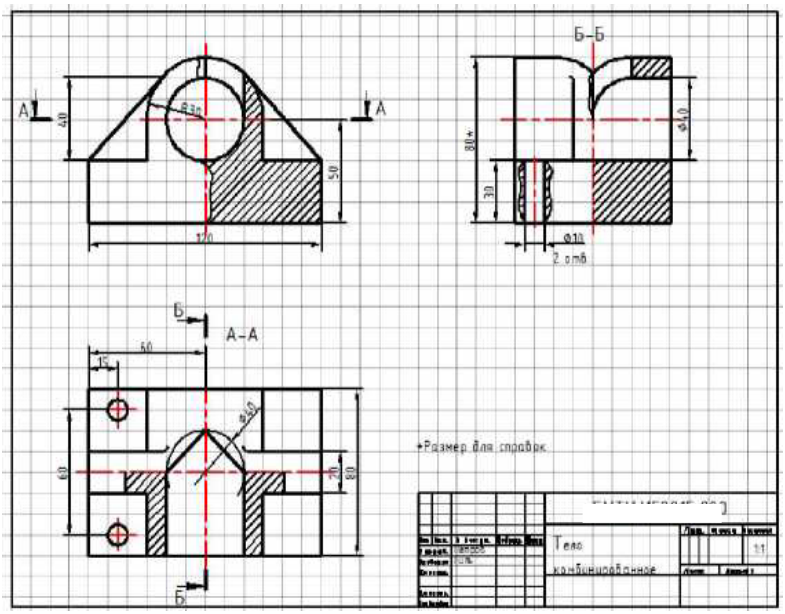


Рис. 5.5. Образец выполненного задания

17. Сохранить файл в папке с номером группы.

18. Выйти из AutoCAD.

Контрольные вопросы

1. Сформулировать понятие блока, отличие динамического блока от статического.

2. С помощью каких команд создается блок?

3. Как вставить динамический блок в поле чертежа?

4. Как происходит редактирование параметров динамического блока с помощью ручек и окна свойств?

5. Сформулировать понятие атрибута.

6. Как создать блок с атрибутами?

7. Какие существуют способы редактирования атрибутов?

Лабораторная работа 6.
ВЫЧЕРЧИВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ЧЕРТЕЖА ЗДАНИЯ СРЕДСТВАМИ AUTOCAD

Цели работы:

1) ознакомиться с основными принципами вычерчивания строительных чертежей;

2) изучить обозначение отметок на строительных чертежах, освоить правила построения разбивочных координационных осей и проекций здания.

Общие сведения

Строительными чертежами называют чертежи, которые содержат проекционные изображения строительных объектов или их частей и другие данные, необходимые для возведения здания. Их выполняют в ортогональной проекции.

Изображения зданий на строительных чертежах имеют свои названия. Виды здания спереди, сзади, справа и слева называют **фасадами.** В наименовании фасада указывают крайние **координационные оси** здания.

Вид здания сверху называют **планом крыши.**

Фасады и планы дают представление о внешнем виде здания, о его общей форме и размерах, о расположении помещений, количестве этажей, наличии балконов или лоджий, дверных и оконных проемов.

Существуют поэтажные планы и разрезы здания для ознакомления с расположением и размерами внутренних помещений здания, размещения строительных конструкций.

Планом здания называют изображение здания, мысленно рассеченного горизонтальной плоскостью на уровне оконных и дверных проемов и спроецированного на горизонтальную плоскость проекций, при этом другая часть здания (между глазом наблюдателя и секущей

плоскостью) предполагается удаленной. На чертеже плана здания показывают то, что получается в секущей плоскости и расположено под ней. Таким образом, план здания является его горизонтальным разрезом.

Если мысленно рассечь здание вертикальной секущей плоскостью и удалить переднюю часть, а оставшуюся часть спроецировать прямоугольно на фронтальную плоскость проекции (параллельную секущей плоскости), то полученное на ней изображение будет разрезом. Направление секущей плоскости для разреза обозначают на плане первого этажа разомкнутой линией со стрелками на концах, показывающими направление проецирования и взгляда наблюдателя. Возле стрелок ставят арабские цифры или прописные буквы, а на самом разрезе делают надпись по типу разрез 1-1 или А-А.

Элементы зданий. Строительные элементы состоят из отдельных частей конструкций (рис. 6.1).

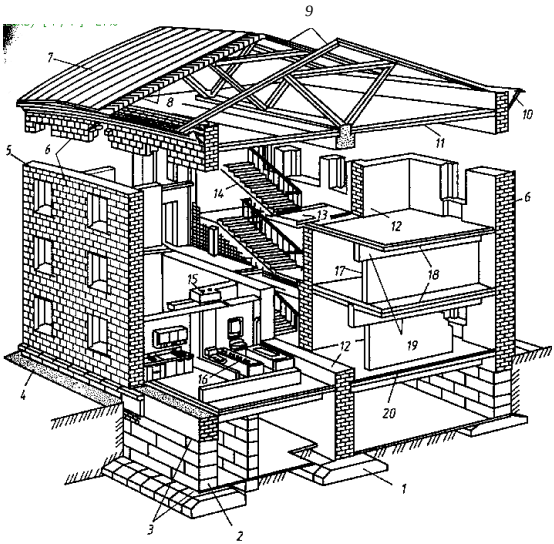


Рис. 6.1. Схема здания:
1 – фундамент; *2* – стены подвала; *3* – гидроизоляция; *4* – отмостка;
5 – наружные стены; *6* – облицовочные плиты; *7* – кровля; *8* – обрешетка;
9 – деревянные стропила; *10* – карниз; *11* – чердачное перекрытие;
12 – внутренние стены; *13* – лестничная площадка; *14* – лестничный марш;
15 – вентиляционный блок; *16* – санитарно-технический блок;
17 – перегородки; *18* – междуэтажные перекрытия;
19 – ригели; *20* – цокольные перекрытия

Конструкция – отдельная самостоятельная часть здания или сооружения: фундамент, стена, перегородка, отмостка, перекрытие, кровля, лестничный марш, стропила, оконный и дверной блок и т. п. Конструкции бывают сборные, состоящие из отдельных элементов, и монолитные, изготовленные на месте монтажа. Участок конструкции, где соединяются отдельные составные его элементы, называют узлом.

Фундаментом под стену или отдельную опору (колонну) называют подземную часть здания или опоры, через которую передается нагрузка на грунт.

Фундаментная балка используется как основа здания, опора под наружные и внутренние плиты и стены.

Отмостка – асфальтовая или бетонная площадка вокруг здания шириной 1,2–1,5 м, которая служит для отвода атмосферных осадков.

Цоколь – нижняя часть стены над фундаментом до уровня пола первого этажа.

Стены по назначению и расположению в здании разделяются на *наружные*, которые ограждают помещения от внешней среды и защищают их от атмосферных воздействий, и *внутренние*, которые отделяют одни помещения от других. Стены бывают *несущие, самонесущие* и *навесные. Несущие* стены передают на фундамент нагрузку от собственного веса, от веса перекрытий и крыши. *Самонесущие* стены передают на фундамент нагрузку только от собственного веса. *Навесные* стены, состоящие из отдельных плит или панелей, крепятся к колоннам и нагрузку от собственного веса передают на колонны.

Перегородка – внутренняя ограждающая конструкция, разделяющая смежные помещения в здании.

Кровля – верхний водоизолирующий слой покрытия или крыши здания. Покрытие – верхняя ограждающая конструкция, отделяющая помещения здания от наружной среды и защищающая их от атмосферных осадков.

Консольный кран – подъемно-опускной механизм, предназначенный для перемещения грузов в пределах конкретной зоны обслуживания.

Проем – сквозное отверстие в стене, предназначенное для установки окна, двери, ворот или для других целей.

Оконный блок – заполнение оконного проема оконными переплетами с коробкой.

Дверной блок – заполнение дверного проема дверным полотном с коробкой.

Фермы используются для перекрытия системы промышленных зданий. Перекрытие – внутренняя горизонтальная ограждающая конструкция, разделяющая здание по высоте на этажи. Перекрытия бывают напольные, междуэтажные, чердачные.

Колонна – конструктивный элемент (столб, поставленный вертикально), употребляемый в качестве звена между основанием сооружения и его частями.

Лестничный марш – наклонный элемент лестницы со ступенями (не более 18 ступеней).

Координационные оси. Здание или сооружение на плане расчленяется осевыми линиями на ряд элементов. Оси, определяющие расположение основных несущих конструкций (стен, колон), называются координационными осями, продольными и поперечными. Расстояние между координационными осями называют шагом. Координационные оси узлов и элементов конструкций на чертежах планов, разрезов, фасадов, их фрагментов наносят штрихпунктирной линией и обозначают марки в кружках диаметром 6–12 мм (рис. 6.2).

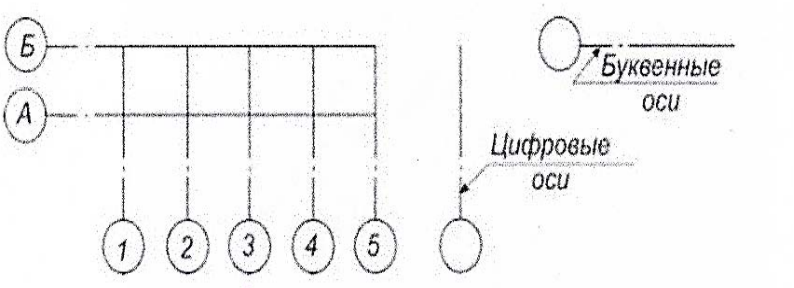


Рис. 6.2. Маркировка координационных осей

Для маркировки координационных осей применяют арабские цифры и прописные буквы, за исключением 3, Й, О, Х, Ы, Ь. Размер шрифта для обозначения координационных осей должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта чисел на том же листе. Цифрами маркируют оси на стороне здания с большим количеством координационных осей. Последовательность маркировки осей принимают слева направо и снизу вверх. Маркировку осей, как правило, располагают по левой и нижней сторонам здания.

Высотой называется расстояние от уровня земли до уровня соответствующего элемента здания. В соответствии со стандартом

ГОСТ 21.105-95 отметки уровней элементов зданий и конструкций помещают на выносных линиях и обозначают знаком, который представляет собой стрелку в виде прямого угла, опирающуюся своей вершиной на выносную линию, с короткими сторонами 2–4 мм, проведенными основными линиями под углом 45° к выносной линии уровня соответствующей поверхности. Отметки указывают со знаком «+» или «–», в метрах с тремя десятичными знаками. В качестве нулевой отметки для зданий принимают, как правило, уровень пола первого этажа. Отметки сопровождают поясняющими подписями (ур. ч. п. – уровень чистого пола, ур. з. – уровень земли). На планах направление уклона плоскости указывают стрелкой, над которой при необходимости проставляют величину уклона.

Выносные надписи к многослойным конструкциям следует выполнять в соответствии с рис. 6.3. Цифрами условно обозначена последовательность расположения слоев конструкций и надписей на полках линий выносок.

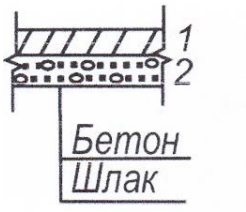


Рис. 6.3. Выносные надписи

Чертеж плана здания. На плане здания изображение следует располагать длинной стороной вдоль листа. Сторону плана, соответствующую главному фасаду здания, рекомендуется обращать к нижнему краю листа. План здания должен располагаться по возможности в соответствии с его положением на генеральном плане или с поворотом по отношению к этому его положению. План выполняют в следующей последовательности:

1. Наносят координационные оси, сначала продольные, потом поперечные. Для этого используют штрихпунктирную линию с длинными штрихами толщиной 0,3–0,4 мм. Оси являются условными геометрическими линиями, они служат для привязки здания к строительной координатной сетке и реперам генерального плана, а также для определения положения несущих конструкций, так как эти оси проводят

только по капитальным стенам и колоннам, они могут не совпадать с осями симметрии стен. Оси выводятся за контур стен и маркируются.

2. Контуры продольных и поперечных наружных и внутренних капитальных стен и колонн прочерчивают основной линией. Эти контуры привязываются к координационным осям, т. е. определяют расстояние от внутренней или наружной плоскости стены, или геометрической оси элемента до координационной оси здания.

3. Вычерчивают контуры перегородок основной линией. При выборе толщины линии учитывают, что ненесущие конструкции, в частности контуры перегородок, обводят линиями меньшей толщины, чем несущие, капитальные стены и колонны.

4. Выполняют разбивку оконных и дверных проемов тонкой линией. При наличии в проемах четвертей их условное изображение дают на чертеже. Четверть – это выступ в верхних и боковых частях проемов кирпичных стен, уменьшающий продуваемость и облегчающий крепление коробок.

5. Указывают лестницы, направления открывания дверей. На планах промышленных зданий показывают оси рельсовых путей и монорельсов.

6. Наносят выносные и размерные линии и маркировочные кружки. Первую размерную линию располагают на расстоянии 14–21 мм, последующие – на расстоянии 7 мм друг от друга. Размеры, выходящие за габариты плана, наносят в виде размерных цепочек. Маркировочные кружки разбивочных осей располагают на расстоянии 4 мм от последней размерной линии. За габаритом плана в первой цепочке располагают размеры, указывающие ширину оконных и дверных проемов, простенков и выступающих частей здания с привязкой их к осям. Во второй цепочке располагаются размеры между осями капитальных стен и колонн. В третьей цепочке проставляют размер между осями крайних наружных стен.

7. Обозначают секущие плоскости разрезов разомкнутой линией.

8. Выполняют необходимые надписи.

Чертежи разрезов здания. *Разрезом* называется изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью. Разрезы на строительных чертежах служат для выявления объемного и конструктивного решения здания. На разрезе показывают: высоту помещений, архитектурные и конструктивные решения, взаимное расположение конструкций и т. д. Разрезы бывают архитектурные и конструктивные.

Архитектурный разрез главным образом служит для определения

композиционных сторон внутренней архитектуры. На таком разрезе показывают высоту помещений, оконных, дверных проемов, цоколя и других архитектурных элементов. На нем не показывают конструкции фундамента, перекрытия, крышу.

Конструктивный разрез включает рабочий чертеж проекта. На этом типе разреза показывают все конструктивные элементы здания, а также наносят все отметки и размеры. Проемы, лестницы, лифты изображают условными знаками по ГОСТу.

В строительных чертежах применяют простые, ступенчатые, поперечные разрезы.

При выполнении поперечного разреза секущую плоскость располагают перпендикулярно коньку крыши или наибольшему размеру здания; при продольном разрезе она параллельна им. Направление секущей плоскости выбирается по наиболее важным в конструктивном и архитектурном отношении частям здания.

Контуры фундаментов под колоннами и столбами вычерчивают линией невидимого контура. Конструктивные элементы здания, попавшие в разрез, но выполненные из материала, являющегося основным, не штрихуются. Условной штриховкой выделяют участки стен с отличающимся материалом. Например, в здании из кирпича штрихуют железобетонные балки.

При вычерчивании разреза проводят горизонтальную линию уровня пола первого этажа (его принимают за относительную отметку 0,000).

Для построения различных элементов разреза используют размеры, имеющиеся на плане, например размеры между осями наружных и внутренних капитальных стен колонн, которые откладывают на линии уровня пола. Через отмеченные точки проводят вертикальные линии осей стен. По обе стороны от осевых линий на соответствующих расстояниях проводят линии контура капитальных стен и колонн. Далее изображают контуры перегородок, попадающих в сечение, линии контура пола и потолка, уровень поверхности земли, верха чердачного перекрытия, контуров кровли, карниза, цоколя.

В наружных и внутренних стенах и перегородках намечают оконные и дверные проемы.

На законченный разрез наносят размеры, ставят отметки и выполняют поясняющие надписи.

Допускается слой на грунте изображать одной сплошной основной линией, пол по перекрытию и кровлю – одной сплошной тонкой лини-

ей, независимо от числа слоев их конструкций. Конструкцию покрытия указывают в выносной надписи как для многослойной конструкции. Указывают на плане этажа наименование пола.

На архитектурном разрезе толщину чердачного перекрытия, конструкцию крыши и фундамента не показывают.

Рекомендуется наносить координационные оси, расстояние между осями и привязку наружных стен к крайним разбивочным осям.

В промышленных зданиях показывают:

– размеры проемов и отверстий в стенах и перегородках. Для проемов с четвертями размеры проставляют по наружной стороне стены;

– отметки уровня земли, чистого пола, этажей и площадок, низа несущих конструкций покрытия одноэтажных зданий и низа настила.

Указывают отметки верха стен и карнизов, уступов стен, подошвы заделываемых в стены элементов конструкций, головки рельсов крановых путей, марки многоярусно расположенных перемычек, лестниц и т. п.

На разрезах должны быть нанесены все размеры и отметки, необходимые для определения расположения отдельных элементов здания, но так, чтобы не дублировать размеры на плане. Исключение составляют только размеры между разбивочными осями.

Выноски рекомендуется располагать у наружного контура разреза, затем наносить размерную линию, а за размерной линией ставить отметки. Полочка отметки должна быть повернута наружу.

Чертежи фасадов зданий. *Фасады* – ортогональные проекции здания на вертикальную плоскость – наружная сторона здания. Чертеж фасада дает представление о внешнем виде здания. Различают главный фасад, боковой и торцовый.

На чертеже фасада здания размеры, как правило, не проставляют. Степень детализации зависит от масштаба. На чертежах планов, разрезов, фасадов и конструкций не всегда можно показать отдельные детали. В этом случае от детализируемого чертежа делают выноску и вычерчивают эту деталь в более крупном масштабе. Для определения положения детали на них наносят разбивочные оси и размерные привязки к ним, а также высотные отметки в деталях разрезов и фасадов.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы и исходными данными (табл. 6.1–6.3).

Т а б л и ц а 6.1. **Основные элементы здания**

Название элемента	Материал	Примечание
Наружные стены	Кирпич	Толщина стены – 640 мм (привязка – 200/440)
Внутренние стены	Кирпич	Толщина стены – 380 мм (привязка – 190/190)
Перегородки	Кирпич	Толщина – 120 мм
Наружные лестницы	Железобетон	Толщина проступи – 300 мм, высота подступенка – 150 мм
Внутренние лестницы	Дерево	Индивидуально

Т а б л и ц а 6.2. **Ширина дверных и оконных проемов**

Обозначение	Тип	Ширина, мм	Высота, мм
ОК 1	Окно двухстворчатое	1500	1500
ОК 2	Окно двухстворчатое	1200	1500
ОКЗ	Окно двухстворчатое	900	1500
ОК 4	Окно трехстворчатое	1800	1500
Д 1	Дверь однопольная	900	2100
Д 2	Дверь однопольная	700	2100
Д 3	Дверь двупольная	1500	2100
В 1	Ворота распашные двупольные	3000	2100

Т а б л и ц а 6.3. **Основные данные для построения фасада здания**

Обозначение	Тип
Уровень пола 1-го этажа	0,000
Высота этажа	+3,000
Уровень земли	Индивидуально
Низ оконного проема 1-го этажа	+0,750
Верх оконного проема 1-го этажа	+2,250
Низ оконного проема 2-го этажа	+3,750
Верх оконного проема 2-го этажа	+5,250
Высота двери	2,100
Низ крыши	+6,000

2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.

3. Создать слои согласно рис. 6.4. Каждому слою присвоить имя, цвет, тип линии, вес линии.

4. Установить текущий слой *Оси.* Вычертить продольную и поперечную оси. Использовать команду **Отрезок.** Копировать оси на указанные в схеме расстояния с учетом масштаба 1:100 (рис. 6.5). Использовать команду **Копировать.**

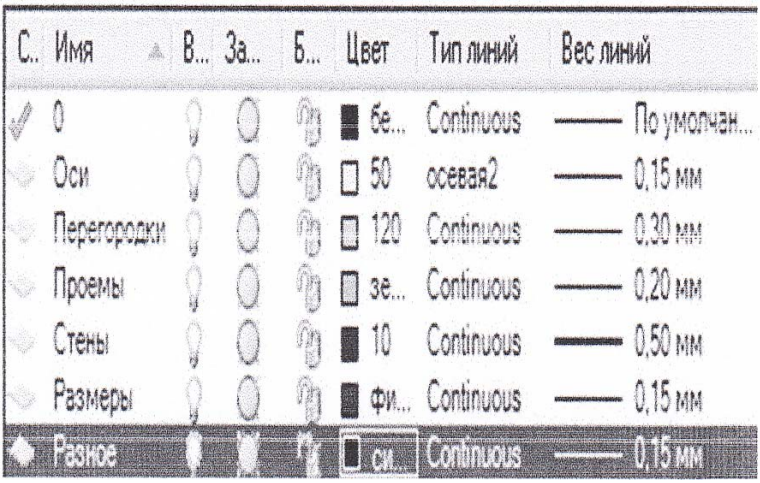


Рис. 6.4. Создание слоев

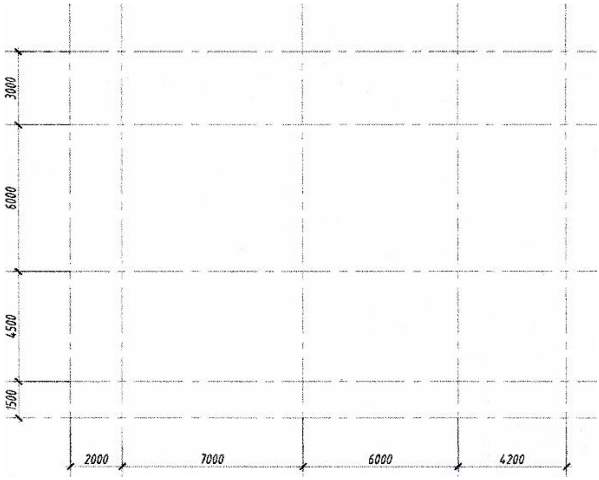


Рис. 6.5. Построение координационных осей

5. **Вычерчивание наружных стен.** Установить текущий слой *Стены*. Вычертить, используя команду **Полилиния** (нулевой ширины), вспомогательный контур наружных стен по координационным осям без скругленных и наклонных участков (рис. 6.6).

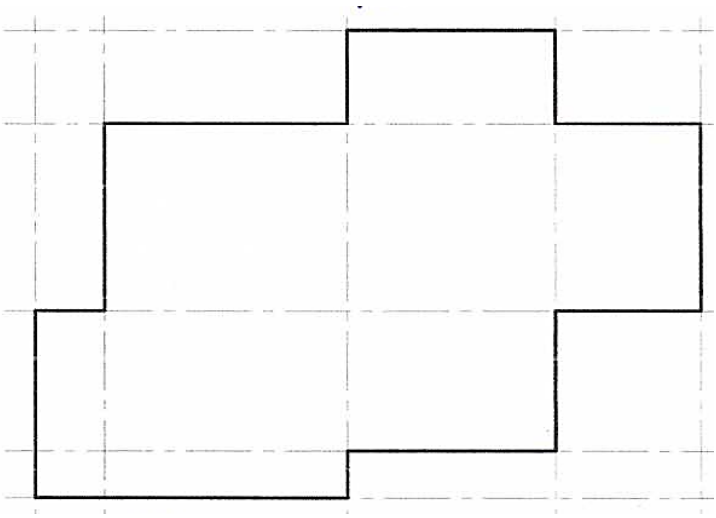


Рис. 6.6. Построение вспомогательного контура

Построить наклонные участки контура наружных стен с использованием команды **Фаска**, скругленные – команды **Сопряжение** (рис. 6.7).

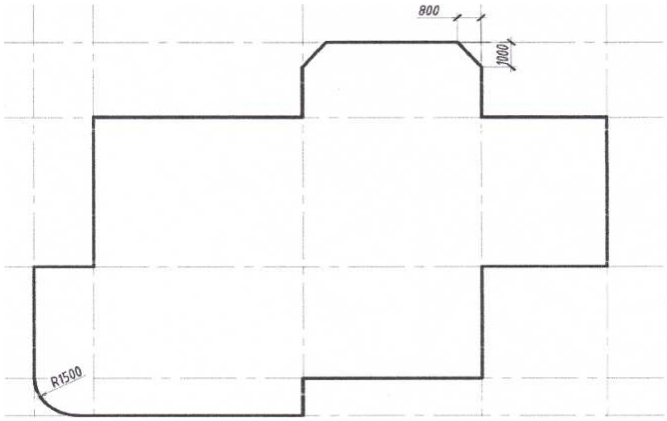


Рис. 6.7. Построение фасок

Задать толщину наружных стен с учетом привязки – 640 мм (смещение наружу – 440, внутрь – 200; с учетом масштаба 1:100 соответственно 4,4 и 2).

Использовать команду **Подобие** (рис. 6.8). Вспомогательный контур наружных стен удалить.

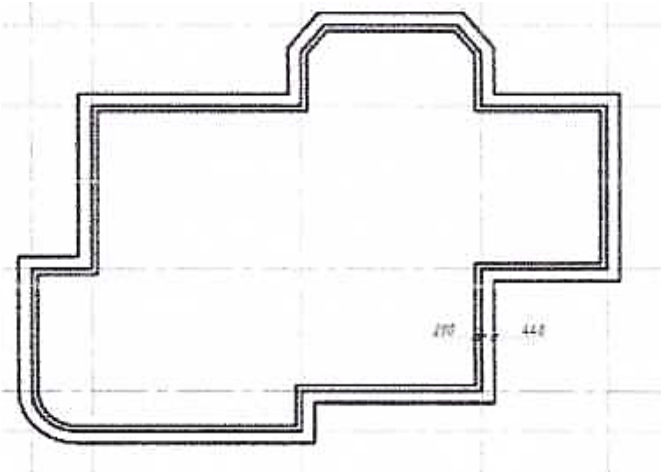


Рис. 6.8. Построение наружных стен

6. **Редактирование пересечения стен и перегородок. Установить** текущий слой **Стены.** Вычертить с использованием команды **Мультилиния** внутренние стены согласно предложенной схеме.

Параметры для **Мультилинии** установить следующие: масштаб – 380 (с учетом масштаба 1:100 – 3,8), расположение – центр (рис. 6.9).

7. **Вычерчивание перегородок.** Установить текущий слой **Перегородки**. Вычертить, используя команду **Мультилиния**, перегородки согласно предложенной схеме, неуказанные расстояния замерить масштабной линейкой.

Параметры для мультилинии установить следующие: масштаб – 120 (с учетом масштаба 1:100 – 1,2), расположение – центр (рис. 6.10).

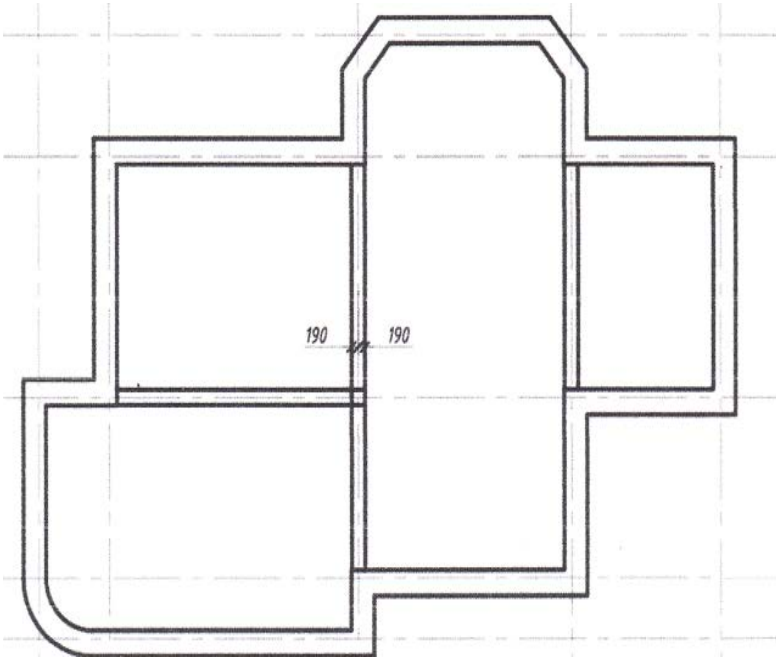


Рис. 6.9. Построение внутренних стен

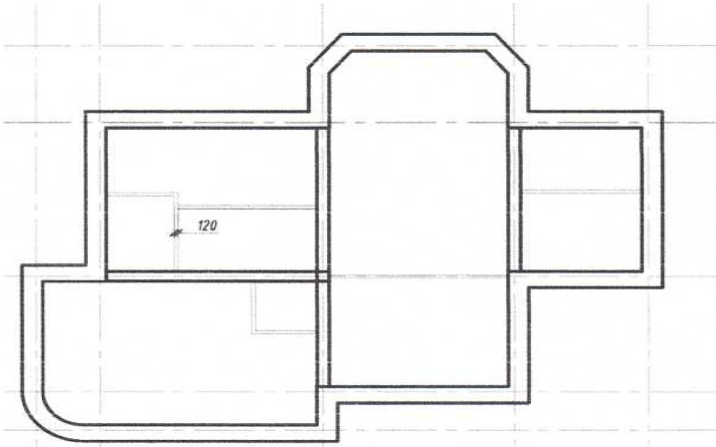


Рис. 6.10. Построение перегородок

8. **Редактирование пересечения стен и перегородок.** Отредактировать пересечение стен и перегородок (пример приведен на рис. 6.11). Использовать команды **Обрезать** для создания пересечений внутренних стен с наружными. **Редактирование мультилиний** для создания пересечений внутренних стен и перегородок.

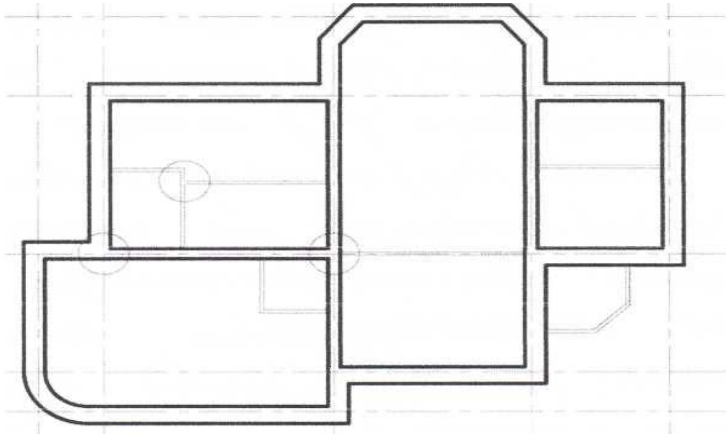


Рис. 6.11. Редактирование перегородок

9. **Вычерчивание оконных проемов.** Вычертить контур оконного проема на свободном поле чертежа с использованием команды **Отрезок** в следующих слоях: боковые линии – слой *Стены*, горизонтальные – **Проемы** (рис. 6.12), размеры оконных проемов приведены в исходных данных.

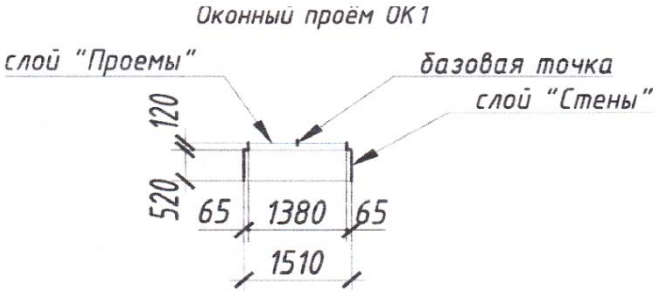


Рис. 6.12. Контур оконного проема ОК 1

Создать блок с изображением оконных проемов с именем ОК 1, ОК 2 и т. д. и вставить в наружные стены с использованием команд **Создать блок, Вставить блок** согласно предложенной схеме (рис. 6.13).

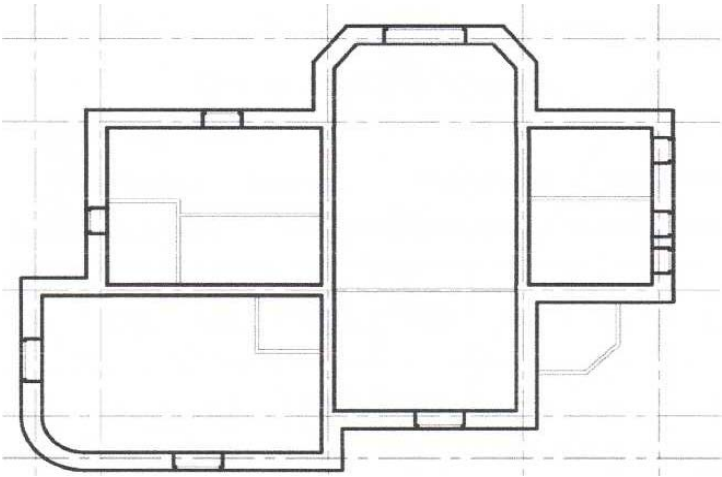


Рис. 6.13. Вставка оконных проемов

Отредактировать места вставки оконных проемов – обрезать участок стены, используя команду **Разорвать** (рис. 6.14).

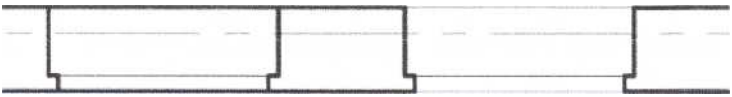


Рис. 6.14. Редактирование места вставки оконных проемов

10. **Вычерчивание дверных проемов.** Вычертить контур дверного проема при помощи команды **Отрезок** в следующих слоях: боковые линии – слой *Стены* или *Перегородки* в зависимости от того, где расположена дверь, створки – **Проемы.** Затем отредактировать места вставки дверных проемов с использованием команды **Обрезать** (рис. 6.15).

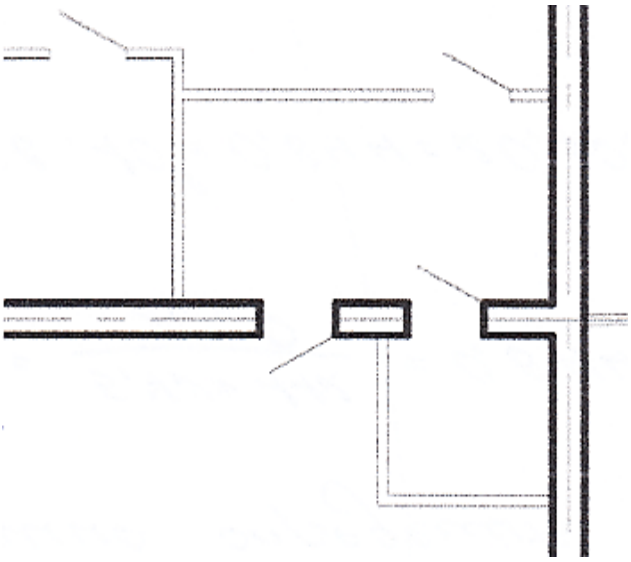


Рис. 6.15. Вычерчивание и редактирование
дверных проемов

11. **Вычерчивание внутренних и наружных лестниц.** Рассчитать лестничные марши (ширина лестничной площадки – не менее 1200 мм, зазор между маршами – 100–200 мм. Ширина проступи – 300 мм, высота подступенка – 150 мм). Установить текущий слой *Разное.* Вычертить лестничные марши с использованием команд **Отрезок, Дуга, Подобие, Массив** (рис. 6.16).

12. **Расстановка сантехнического оборудования.** Установить текущий слой *Разное.* Используя команды **Центр управления** (библиотека AutoCAD) и **Вставка блока**, расположить сантехническое оборудование согласно предложенной схеме (рис. 6.17).

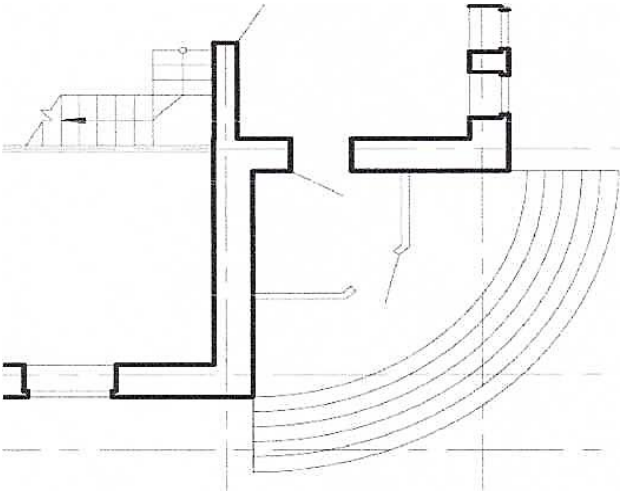


Рис. 6.16. Вычерчивание внутренних и наружных лестниц

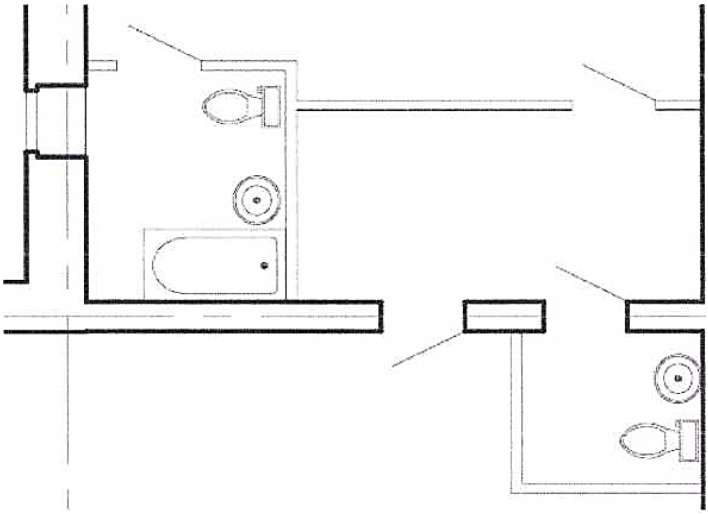


Рис. 6.17. Вставка сантехнического оборудования

13. **Простановка размеров.** Сделать текущим слой *Размеры.* Создать новый размерный стиль – команда **Размерный стиль.** Размеры

проставить с использованием команд **Линейный, Продолжить, Площадь.** Промаркировать оси. Использовать команды **Круг, Текст**, образец выполнения плана здания приведен на рис. 6.18.

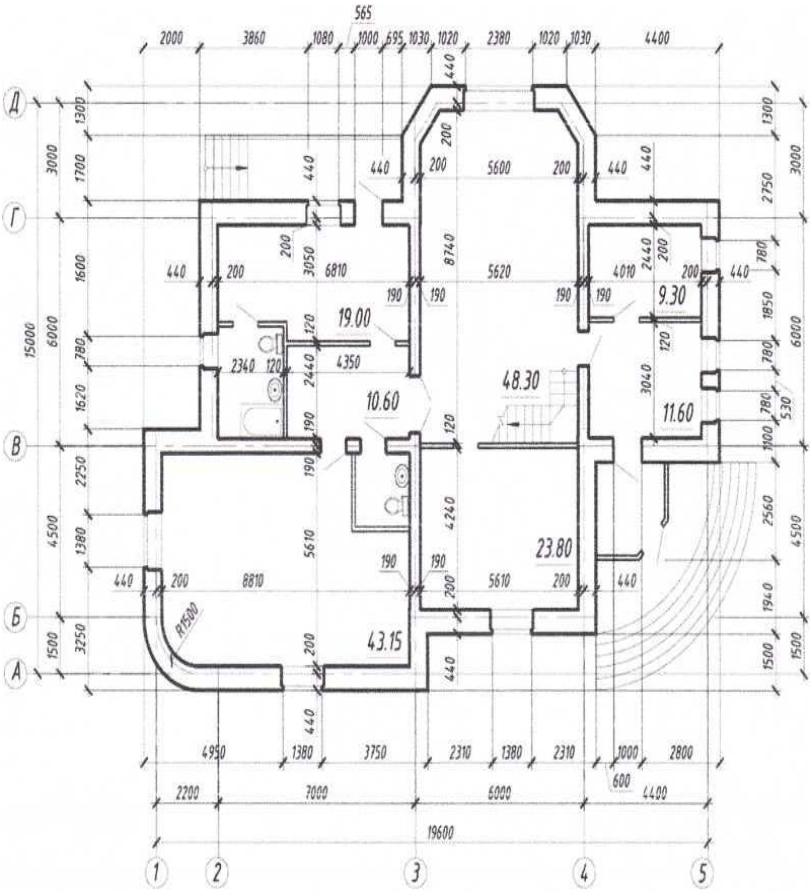


Рис. 6.18. Пример оформленного плана здания

14. **Создание слоев.** Создать слои согласно рис. 6.19. Каждому слою присвоить имя, цвет, тип линии, вес линии.

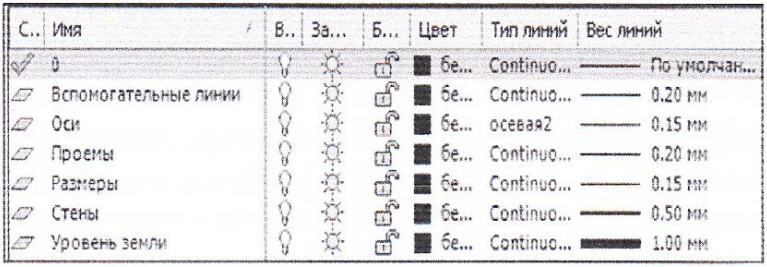


Рис. 6.19. Создание слоев

15. **Вычерчивание фасада здания.** Отключить слой *Размеры*. Установить текущий слой *Вспомогательные линии.* Наметить контур фасада по линиям проекционной связи с планом здания. Использовать команду **Луч** и объектную привязку (рис. 6.20).

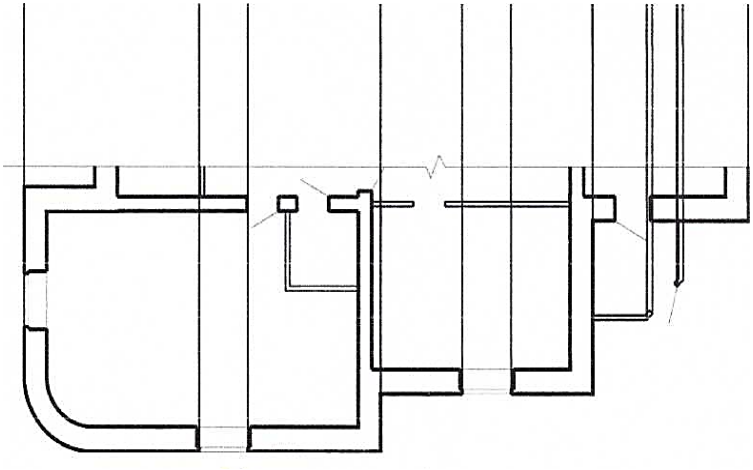


Рис. 6.20. Построение вспомогательных линий

15.1. Наметить уровень земли, использовать команду **Отрезок**. Затем с помощью команды **Копировать** наметить уровни: пола 1-го и 2-го этажей, оконных проемов, крыши по исходным данным (см. табл. 6.3), (рис. 6.21).

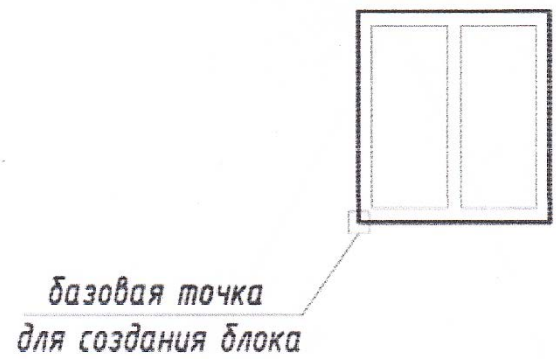


Рис. 6.23. Вычерчивание контура оконного проема

15.4. На основании построенного контура оконного проема создать блок и вставить на фасад, используя команды **Создать блок, Вставить блок, Копировать** (рис. 6.24).

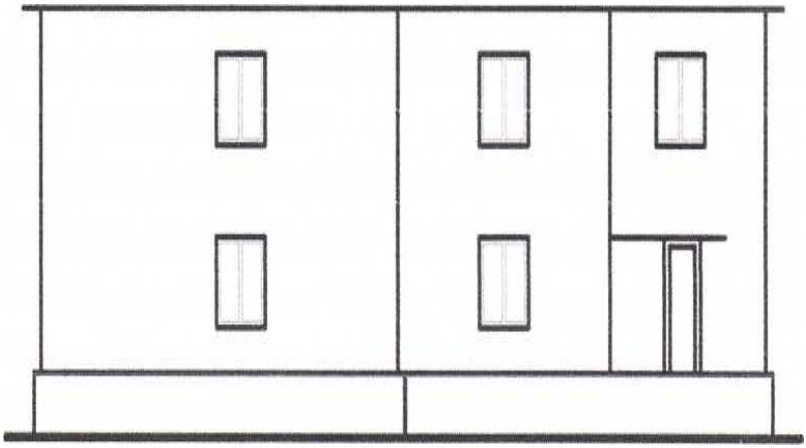


Рис. 6.24. Вставка оконных проемов

15.5. Вычертить крышу, крыльцо, дверные проемы и другие архитектурные элементы зданиям и выполнить штриховку или градиентную заливку цоколя, крыши и т. д. Использовать команды **Отрезок, Штриховка** и др. (рис. 6.25).

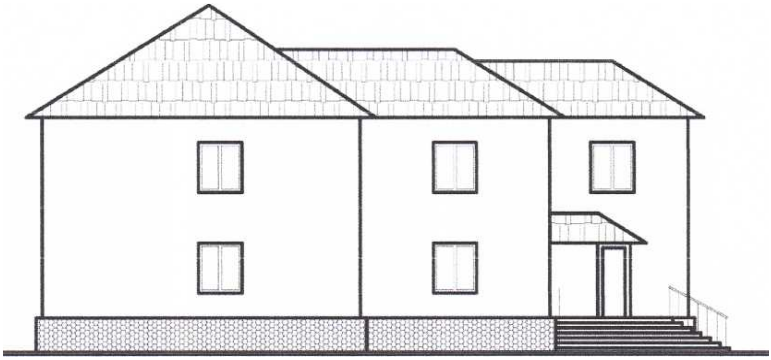


Рис. 6.25. Построение лестниц, крыши и результаты штриховки

16. **Простановка размеров.** Вычертить высотную отметку по размерам в соответствии с рис. 6.26, используя команду **Отрезок** в слоях *Стены* и *Проемы*.

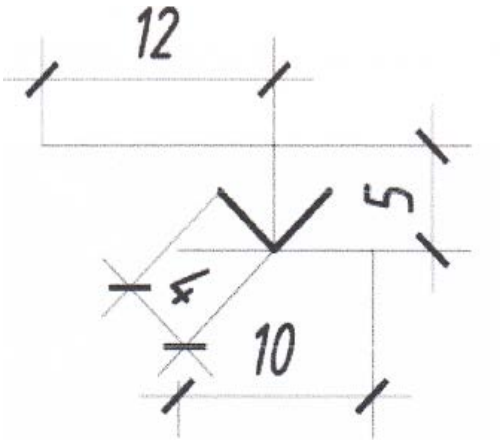


Рис. 6.26. Построение высотной отметки

Задать контролируемый атрибут и создать блок **Высотная отметка.** Использовать команды **Задание атрибута, Создать блок**. Проставить высотные отметки на фасаде и отредактировать атрибуты. Промаркировать крайние координационные оси и подписать фасад. Использовать команды **Круг, Текст.** Образец выполнения фасада здания приведен на рис. 6.27.

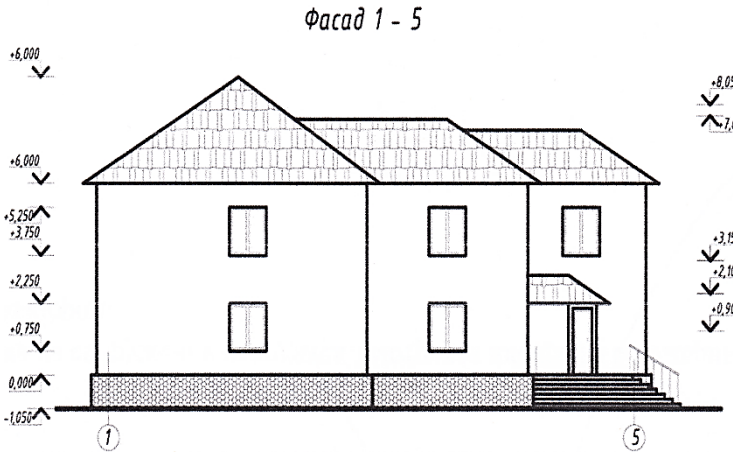


Рис. 6.27. Образец выполнения фасада здания

17. Аналогичным образом выполнить фасад по осям 5-1.
18. Сохранить результаты в рабочей папке.
19. Выйти из программы AutoCAD.

Контрольные вопросы

1. Что такое строительный чертеж?
2. Какие выделяют элементы здания?
3. В чем заключается разница между архитектурным и конструктивным разрезом?
4. Порядок построения плана здания.

Лабораторная работа 7.
ВВЕДЕНИЕ В ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Цели работы:

1) ознакомиться с пользовательским интерфейсом рабочего пространства 3D-моделирования AutoCAD;
2) освоить варианты ввода команд в системе AutoCAD;
3) изучить различные способы и форматы ввода точек в системе трехмерного моделирования AutoCAD;
4) сформировать навыки ввода координат точек;
5) сформировать навыки работы с системами координат и видовыми экранами.

Общие сведения

Координаты точек в трехмерном пространстве. При построении трехмерных объектов можно использовать те же способы задания координат, которые применяются при двумерном моделировании. Особенностью указания пространственных координат является лишь то, что к осям X и Y, используемым ранее, добавляется еще и ось Z, проходящая перпендикулярно плоскости XY. Поэтому положение точек теперь будет определяться тремя координатами: x, y и z.

Что касается полярных координат, применяемых в двумерных чертежах, то в трехмерном пространстве их аналогами являются цилиндрические и сферические координаты. Кроме того, задавать координаты можно и в интерактивном режиме, т. е. указывая их непосредственно на чертеже мышью.

Декартовы координаты. В трехмерном пространстве декартовы координаты имеют формат ввода X, Y, Z. Абсолютные координаты указывались аналогично и в двумерном пространстве, только добавилась третья координата. При этом положение точки задается относительно начала текущей системы координат. При задании точки относительными координатами формат ввода аналогичен рассмотренному, но с добавлением символа @ перед X, Y, Z. При этом положение точки задается относительно предыдущей. В трехмерных чертежах чаще применяют именно относительные координаты.

При использовании динамического ввода для задания абсолютных координат можно использовать префикс #.

Цилиндрические координаты. Абсолютные цилиндрические координаты представляются в формате «расстояние, <угол, расстояние». В данной записи первое расстояние – это длина проекции на плоскость XY вектора, начинающегося в начале текущей системы и заканчивающегося в точке, координаты которой задаются. Угол указывает значение между осью X и упомянутой проекцией вектора на плоскость XY.

Второе расстояние, которое вводится после запятой, это смещение точки вдоль оси Z. Пример ввода точки: 50<45, 30.

Если применяются относительные цилиндрические координаты, то перед предыдущей записью будет еще добавлен символ @. Тогда координата точки будет указываться путем смещения ее относительно предыдущей. Следует заметить, что при использовании цилиндрических координат (как абсолютных, так и относительных) указываемые расстояния фактически представляют собой катеты прямоугольного треугольника.

Сферические координаты. Абсолютные сферические координаты представляются в формате «расстояние <угол <угол». В данной записи

расстояние – это длина вектора, который проходит от начала координат до указываемой точки. Первый угол отсчитывается от оси X до проекции вектора на плоскость XY. Третье значение – это угол между плоскостью XY и упомянутым вектором.

Формат ввода точки: 70 <–60 <30.

Сферические координаты также могут быть относительными. В этом случае добавляется знак @, а координата точки указывается путем смещения ее от предыдущей точки. В отличие от цилиндрических координат, где расстояние до точки указывалось косвенным образом, в сферических координатах расстояние до точки задается прямо.

Объектная привязка в трехмерном пространстве. Как в двумерных, так и в трехмерных чертежах привязка к имеющимся объектам существенно упрощает построение модели. Использование объектной привязки позволяет однозначно указать нужную точку, причем сделать это с абсолютной точностью. Однако не стоит забывать, что на трехмерных чертежах в определенных видах некоторые объекты могут сливаться. Поэтому следует выбирать вид без этого недостатка. В остальном же использование привязки к объектам в двумерных моделях полностью аналогично применению ее в трехмерном пространстве.

Системы координат. Все создаваемые объекты в AutoCAD привязываются к прямоугольной стандартной системе координат, называемой МСК – Мировая система координат (World Coordinate System), совпадающей с плоскостью графического экрана. При этом ось Z МСК расположена перпендикулярно экрану и плоскости XOY и направлена от экрана к нам. Эта система координат используется в AutoCAD по умолчанию. Однако для создания сложных моделей и выполнения соответствующих построений в трехмерном пространстве необходимо изменение положения плоскости построений, а следовательно, и системы координат. Для задания любых других рабочих плоскостей трехмерного пространства, не параллельных основной плоскости XOY МСК, используется команда **UCS** (**ПСК**). Сокращенное название команды **UCS** образовано от слов «user coordinate system» – пользовательская система координат. Все системы координат, отличные от мировой, называются пользовательскими. Если UCS (ПСК) необходима для многократных построений, ей можно присвоить имя и сохранить ее. Для этого следует вызвать эту же команду повторно и выбрать опцию **Save** (**Сохранить**). Для возврата в исходную мировую систему координат необходимо выбрать пиктограмму **World** (**Мировая**) панели инструментов **UCS** (**ПСК**). Помимо этой опции на панели инструментов данной команды представлены пиктограммы, позволяющие выполнять смену плоскостей построений легко и понятно (рис. 7.1).

Рис. 7.1. Панель инструментов UCS (ПСК)

UCS (ПСК) – вызывает команду и список ее опций в зону командной строки.

World (Мировая) – мировая система координат.

Previous (Предыдущая) – возврат построений в предыдущую используемую систему координат.

Face (Грань) – установка ПСК по плоскости трехмерного тела.

Object (Объект) – установка ПСК по плоскости двумерного объекта.

View (Вид) – установка ПСК перпендикулярно направлению взгляда (в плоскости вида) с сохранением начала координат.

Origin of new UCS (начало новой ПСК) – плоскопараллельный перенос начала ПСК (пиктограммы осей X, Y и Z) в новую точку с сохранением направления осей X и Y.

ZAxis (ZОсь) – указание нового начала координат и точки, лежащей на положительном направлении новой оси Z.

3point (3 точки) – указание нового начала координат и точек, определяющих положительные направления новых осей X и Y.

X – поворот текущей ПСК вокруг текущей оси X.

Y – поворот текущей ПСК вокруг текущей оси Y.

Z – поворот текущей ПСК вокруг текущей оси Z.

Apply (Применить) – применить созданную текущую ПСК к видовому экрану при разбиении рабочего пространства поля на отдельные окна.

Видовые экраны пространства Модели. Работая с моделью трехмерного объекта, можно задавать и менять виды, делить графический экран на части, в каждой из которых можно устанавливать свою точку зрения или проекцию.

Система AutoCAD позволяет в пространстве Модели создавать конфигурации из любого количества частей (*неперекрывающихся* видовых экранов) и каждой такой конфигурации присваивать имя, по которому такая конфигурация может быть восстановлена в любое время.

Пункт выпадающего меню **View → Viewports → New Viewports** (**Вид → Видовые экраны → Новые ВЭ**) создает конфигурации видовых экранов. Поле **New name** (**Новое имя**) этого окна предназначено для задания имени создаваемой конфигурации экранов. Если имя не задать, то новая конфигурация экранов создается, но не сохраняется.

В области **Preview** (**Образец**) отображается внешний вид той конфигурации (Деления на части), которая отмечена в списке **Standard** (**Стандартные**). В раскрывающемся списке **Apply to** (**Применить**) можно выбрать одно из двух значений, указывающих, к какой части графического экрана будет применяться операция деления на части:

– **Display** (ко всему экрану);

– **Current Viewport** (к текущему видовому экрану);

– в раскрывающемся списке **Setup** (**Режим**) пользователю доступны только два значения:

1) 2D – текущий вид, т. е. вид, установленный в активном видовом экране, распространяется на все новые видовые экраны;

2) 3D – текущий вид устанавливается в одном из создаваемых видовых экранов, а в остальных система AutoCAD выбирает соответствующие ортогональные проекции.

В списке **Change view to** (**Сменить вид на**) непосредственно задается вид, который необходимо установить в видовом экране. Доступны стандартные имена ортогональных и изометрических видов и имя **Current** (**Текущий**). Отметка нужного экрана выполняется щелчком левой кнопкой мыши. В образовавшихся видовых экранах только один является активным – тот экран, в котором курсор имеет вид перекрестья, кроме того, у него более темная и яркая рамка. При необходимости активировать другой экран, надо щелкнуть в нем левой кнопкой мыши. В каждом видовом экране можно расположить любой стандартный вид трехмерного объекта, построенную перспективу или изометрию. Для этого нужно активировать экран, дважды щелкнув левой кнопкой мыши. Открыть раздел **View → 3D Views** (**Вид → 3D-Виды**) и выбрать из списка любой вид или изометрию.

Для установки ранее построенной перспективы в активизированном видовом экране необходимо открыть ее по сохраненному именованному виду **Named Views** (**Именованные виды**).

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.

3. В строке состояния нажать на **Панель переключения рабочих пространств** и выбрать **3D-моделирование**.

4. Изучить пункты выпадающего меню, структуру диалоговых окон, контекстных меню, строку состояния и текущие режимы работы системы.

5. Начать построение пространственной ломаной линии в Мировой системе координат (**Сервис → Новая ПСК → МСК**).

6. Пользуясь командой **3D-полилиния** меню **Рисование**, выполнить ввод координат точек (прил. 4). Для введения координат точек использовать командную строку либо опцию **Динамический ввод**. Первая точка: 80,25,10 <Enter> (ввести координаты x, y, z точки A из таблицы). Следующая точка: 75,15,35 <Enter> (ввести координаты x, y, z точки B). Следующая точка: продолжить ввод координат всех точек таблицы.

7. Для представления пространственной ломаной линии в трех ортогональных проекциях (фронтальной, горизонтальной и профильной) и изометрической проекции линии необходимо разделить графический экран на 4 видовых экрана. Для этого нажать на соответствующий пункт выпадающего меню (**Вид → Видовые экраны → 4 экрана**).

В правом нижнем экране расположить изометрическую проекцию (**Вид → Орбита → Свободная орбита**). Вращая **Компас** при нажатой левой кнопке мыши, изменить отображение ломаной линии. В левом верхнем углу отобразить фронтальную проекцию (**Вид → 3D-Виды → Спереди**); в левом нижнем углу отобразить горизонтальную проекцию (**Вид → 3D-Виды → Сверху**); в правом верхнем углу отобразить профильную проекцию (**Вид → 3D-Виды → Слева**) (рис. 7.2).

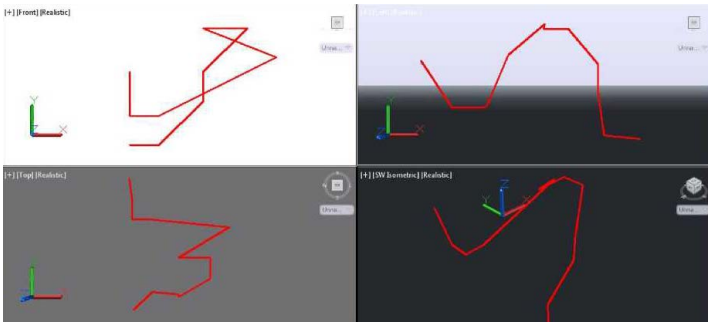


Рис. 7.2. Пространственная ломаная линия. Образец выполненного задания

На рис. 7.2 видовые экраны с тремя ортогональными проекциями (фронтальной, горизонтальной и профильной) пространственной ломаной линии, построенными по декартовым координатам, и ее изометрическая проекция.

8. Сохранить файл в папке с номером группы.

Контрольные вопросы

1. Какими координатами определяется положение точки в трехмерном пространстве?
2. Какие способы ввода координат используются в системе 3D-моделирования?
3. Что представляет собой формат ввода точек в абсолютных и относительных координатах?
4. В каком формате вводятся декартовы, цилиндрические, сферические координаты?
5. Каким образом используется объектная привязка в трехмерных чертежах?
6. Как расположены оси в прямоугольной стандартной системе координат МСК (Мировая система координат)?
7. Что такое «пользовательская система координат»?
8. Какими способами можно изменить систему координат?
9. Что представляют собой видовые экраны?

Лабораторная работа 8.
КОМАНДЫ ПОЛИЛИНИЯ, ПОЛИТЕЛО, ОБЛАСТЬ

Цели работы:

1) ознакомиться с особенностями построения трехмерной полилинии;

2) изучить команды PoliSolid (Полителo) и Region (Область);

3) научиться в режиме Orbit (Орбита) просматривать трехмерные объекты.

Общие сведения

Команда Трехмерная полилиния. Используется при выполнении вспомогательных построений для создания сложных твердотельных объектов средствами трехмерного моделирования. Пространственная трехмерная полилиния в отличие от двумерной состоит только из пря-

молинейных сегментов, связанных между собой. Она не лежит в единой плоскости трехмерного пространства, вершины ее могут иметь любые координаты. В отличие от двумерной она не отображает типов линий, по умолчанию всегда только **CONTINUOUS**. Построение ее выполняется с помощью команды **3D Polyline** (**3D-Полилиния**) раздела **Draw** (**Рисование**). В первом запросе команды необходимо указать координаты начальной точки пространственной ломаной, далее выдается повторяющийся запрос на указание координат следующих вершин и опция замыкания. Для редактирования трехмерных полилиний используется та же команда, что и для редактирования двумерных, которая входит в раздел **Modify → Object → Polyline** (**Редактирование → Объект → Полилиния**). Она позволяет выполнять редактирование положения отдельных вершин ломаной, соединение начальной и конечной точек ломаной в замкнутый контур, сглаживание трехмерным сплайном.

Команда Полителo. Полителo вычерчивается аналогично полилинии. По умолчанию у полителa всегда прямоугольные контуры. Предусмотрено задание высоты и ширины полителa. С помощью этой команды можно построить полителo путем преобразования на основе существующего отрезка, 2D-полилинии, дуги, круга. При вычерчивании полителa используют опцию **Arc** (**Дуга**) для добавления в полителo дуговых сегментов. Выбрав опцию **Line** (**Отрезок**), можно вернуться к построению прямолинейного сегмента. Для замыкания тела между первой и последней указанными точками используется опция **Close** (**Замкнуть**). Задается командой **PoliSolid** (**Полителo**) из раздела **Draw → Modeling** (**Рисование → Моделирование**).

Команда Область. Область – плоский объект, замыкаемый контуром. В области могут присутствовать отверстия. Области можно вычитать и складывать. Они непрозрачны (кроме участков, которые являются отверстиями). Примером области является тонкая листовая деталь с вырезами. Главное, что области могут использоваться для построения тел сложной формы (выдавливанием и вращением).

Плоский замкнутый контур (окружность, замкнутую полилинию, отрезки в форме замкнутой ломаной и другие подобные объекты) можно сделать областью. Для этого используется команда **Region** (**Область**) раздела **Draw** (**Рисование**) (рис. 8.1).

Эта команда запрашивает объекты и по окончании их выбора сообщает о количестве созданных областей. Одной командой может быть создано несколько областей, если указанные пользователем объекты удовлетворяют необходимым требованиям. Над областями воз-

можны операции объединения, вычитания и пересечения. Команда **Explode** (**Расчленить**) расчленяет область на простые примитивы (*отрезки*, *дуги*, *окружности*, *эллипсы*, *сплайны*).

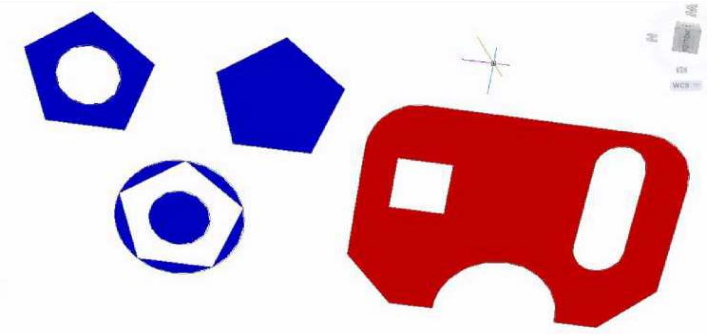


Рис. 8.1. Варианты выполнения команды Region (Область)

Просмотр трехмерных моделей. В разделе **View** (**Вид**) необходимо выбрать режим **Orbit** (**Орбита**), который служит для просмотра построенного трехмерного объекта и установки точки зрения. При использовании данного инструмента пользователь как бы вращается вокруг пространственной модели, что позволяет рассмотреть ее под различными углами. В этом режиме нельзя использовать другие команды для редактирования объекта.

В программе AutoCAD применяются три разновидности режимов данного инструмента. Кроме команды **Orbit** (**Вращение**), которая запускается по умолчанию, имеются три другие опции: **Constrained Orbit** (**Ограниченное вращение**), **Free Orbit** (**Свободное вращение**) и **Continuous Orbit** (**Непрерывное Вращение**).

Выбор *первой опции* используется по умолчанию. Вращение при этом будет происходить только относительно горизонтальной и вертикальной осей (рис. 8.2).

При выборе *второй опции* на экране появляется окружность, которая делит графическую зону на несколько областей. При перемещении указателя из одной области в другую он изменяет свой внешний вид. Таким образом программа AutoCAD извещает пользователя о том, что изменился способ вращения модели, т. е. программа будет по-разному реагировать на движения указателя мыши в зависимости от того, в какой области он находится.

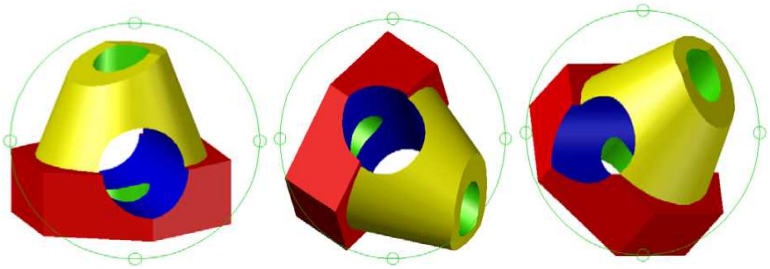


Рис. 8.2. Пример использования орбитального кольца

Поворот в режиме круговой стрелки. Выведите указатель за внешний контур орбиты. Он примет вид круговой стрелки с точкой в центре. Если теперь перемещать указатель, удерживая нажатой левую кнопку мыши, то объекты, находящиеся на экране, будут вращаться вокруг воображаемой оси, проходящей через центр окружности перпендикулярно плоскости чертежа. Отпустив кнопку мыши, можно зафиксировать полученный вид модели.

Поворот в режиме сферы с линиями. Если переместить указатель внутрь окружности, он приобретет вид двух эллипсов со стрелками, расположенных в перпендикулярных плоскостях. Перемещая указатель при нажатой левой кнопке мыши, можно добиться вращения модели вокруг оси, лежащей в плоскости экрана и проходящей через центр окружности перпендикулярно направлению перемещения указателя. Например, если в данном режиме перемещать указатель в горизонтальном направлении, модель будет вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через центр окружности. Последние два режима хороши тем, что независимо от направления перемещения мыши вращение будет происходить только в одной плоскости – вертикальной или горизонтальной.

Чтобы быстро переключиться в режим **Free Orbit** (**Свободное вращение**), находясь в режиме **Constrained Orbit** (**Ограниченное вращение**), необходимо нажать и удерживать клавишу <Shift>.

После выбора опции **Continuous Orbit** (**Непрерывное вращение**) необходимо задать направление вращения модели. Для этого нужно, удерживая нажатой левую кнопку мыши, указать то направление, которое необходимо. Заданное вращение будет выполняться в автоматическом режиме. Для окончания вращения модели нажать клавишу <Esc> или щелкнуть левой кнопкой мыши. Для возвращения в исход-

ный вид объекта (до вращения) необходимо в пиктограмме куба в правом верхнем углу экрана нажать на символ домика.

Обход модели (Walk). Дополнительная функция, позволяющая выполнять перемещение в плоскости XOY, рассматривая модель с точки зрения обозревателя. При запуске данной команды раскрывается инструментальная палитра **Position Locator** (**Локатор положения**), в которой воспроизводится вид сверху на модель (рис. 8.3). Указатель положения (в виде красного круга) отображает текущую позицию в привязке к модели, а указатель цели (зеленая стрелка в треугольнике) отображает модель, по которой выполняется обход. Возможно редактирование текущих установок в окне **Position Locator** (**Локатор положения**) или перед запуском команды, или во время перемещения по модели. Для выполнения обхода по чертежу можно использовать перемещения мышью и стандартный набор клавиш: четыре клавиши «стрелка», клавиши <W>, <A>, <S> и <D>, осуществляющие движения вверх, вниз, влево или вправо.

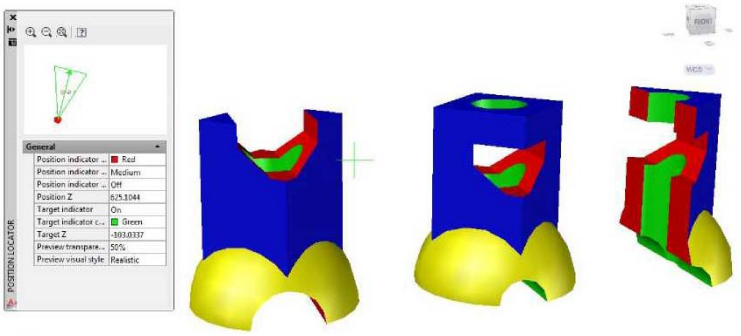


Рис. 8.3. Пример использования режимов Обхода или Облета модели

Облет модели (Fly). Этот режим не ограничивается перемещением в плоскости XY, поэтому создается ощущение «полета» над поверхностью модели. Переключение между режимами обхода и облета осуществляется нажатием клавиши <F>. Чтобы указать направление вида, пользователь должен перетащить мышь в требуемом направлении просмотра. Для изменения параметров отображения (количество шагов в секунду, размер шага по умолчанию и т. д.) необходимо включить диалоговое окно **Walk and Fly settings** (**Параметры обхода и облета**).

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.
3. Изучить возможности команды **3D Polyline** (**3D-Полилиния**).
4. Пользуясь командой **3D Polyline** (**3D-Полилиния**), построить плоскости по заданным координатам (прил. 5).
5. Изучить возможности команды **Region** (**Область**).
6. Пользуясь командой **Region** (**Область**), преобразовать плоскости в области, изменить их цвет.
7. Изучить возможности режима **Orbit** (**Орбита**) и его опции: **Costrained Orbit** (**Ограниченное вращение**), **Free Orbit** (**Свободное вращение**), **Continuous Orbit** (**Непрерывное вращение**).
8. Разбить экран на четыре видовых экрана: вид спереди, вид сверху, вид слева и изометрическая проекция (рис. 8.4).

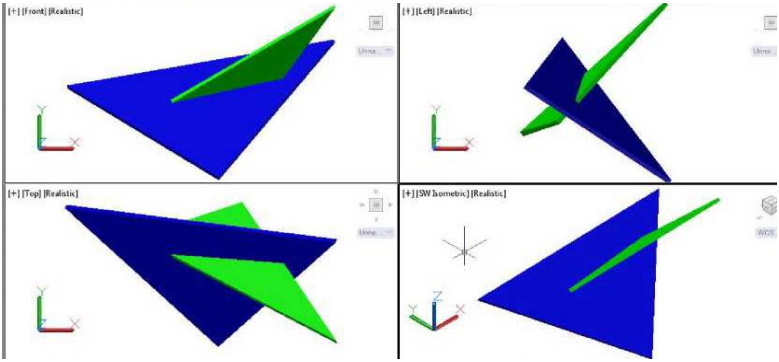


Рис. 8.4. Пересечение плоскостей. Образец выполненного задания

9. Сохранить файл в папке с номером группы. Выйти из AutoCAD.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит отличие трехмерной полилинии от двумерной?
2. Какими возможностями обладает команда **PoliSolid** (**Полителo**)?
3. Какими возможностями обладает команда **Region** (**Область**)?
4. Какими отличительными свойствами обладают режимы **Costrained Orbit** (**Ограниченное вращение**), **Free Orbit** (**Свободное вращение**) и **Continuous Orbit** (**Непрерывное вращение**)?
5. Какие возможности представлены функциями Walk (**Обход модели**) и **Fly** (**Облет модели**)?

Лабораторная работа 9.
ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Цели работы:

1) ознакомиться с командами и вариантами команд по формированию твердотельных моделей геометрических тел и изучить приемы их создания в системе AutoCAD;

2) изучить режимы просмотра трехмерных объектов и научиться свободно применять их на практике.

Общие сведения

Команда Параллелепипед. Параллелепипед является одной из фигур, которые приходится строить наиболее часто. Основание параллелепипеда всегда параллельно плоскости XY текущей ПСК. Чтобы приступить к его созданию, необходимо вызвать команду **Box** (**Ящик**, **куб**) или щелчком левой кнопкой мыши аналогичную пиктограмму на панели инструментов **Modeling** (**Моделирование**).

Запросы команды **Box** (**Ящик**, **куб**):

– Specify corner of box or [**Center**] <0, 0, 0>: – указать угол ящика;

– Specify corner or [**Cube → Length**]: – указать противоположный угол;

– Specify Height: – указать высоту.

При формировании параллелепипеда следует задать параметры в одном из нижеперечисленных вариантов:

– положение диагонально противоположных углов;

– положение противоположных углов основания и высоты;

– положение центра ящика с назначением угла или высоты либо длины и ширины ящика.

Варианты выполнения команды **Box** (**Ящик**, **куб**) (рис. 9.1):

– **Center** – позволяет сформировать ящик, указав положение его центральной точки. При этом выдаются запросы:

– Specify corner of box or [Center] <0, 0, 0>: C – переход в режим указания центра параллелепипеда;

– Specify center of box <0, 0, 0>: – указать центр ящика;

– Specify corner or [**Cube → Length**]: – указать угол;

– Specify height: – указать высоту;

– **Cube** – создает куб, т. е. параллелепипед, у которого все ребра равны. При этом выдаются запросы:

– Specify corner of box or [**Center**] <0, 0, 0>: – указать угол ящика;

– Specify corner or [**Cube → Length**]: C – переход в режим формирования куба;

– Specify length: – указать длину;

– **Length** – создает параллелепипед заданных длины (по оси X), ширины (по оси У) и высоты (по оси Z) текущей ПСК. При этом выдаются запросы:

– Specify corner of box or [**Center**] <0, 0, 0>: – указать угол ящика;

– Specify corner or [**Cube → Length**]: L – переход в режим указания длины, ширины и высоты;

– Specify length: – указать длину;

– Specify width: – указать ширину;

– Specify height: – указать высоту.

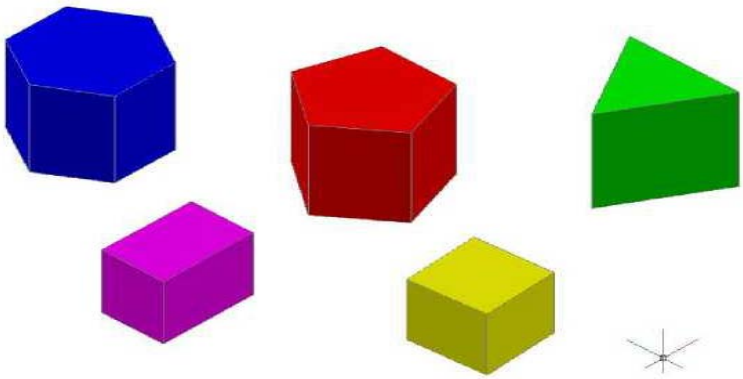


Рис. 9.1. Варианты выполнения команды Box (Ящик, куб)

Команда Пирамида. Позволяет создавать пирамидальные тела различной конфигурации. Основанием пирамиды служит правильный многоугольник. Приступая к созданию пирамиды, необходимо вызвать ее с помощью команды **Pyramid** (**Пирамида**). После запуска команды появится запрос **Specify center point for base of cone** or [**Edge → Sides**]: – введите координаты центральной точки основания пирамиды или выберите один из параметров [**Ребро → Стороны**].

При выборе опции **Edge** (**Ребро**) конфигурация основания пирамиды задается координатами двух соседних угловых точек многоугольника.

При выборе опции **Sides** (**Стороны**) пользователь задает количество сторон многоугольника в основании пирамиды. По умолчанию создается пирамида с квадратом в основании, т. е. данному параметру присвоено значение 4.

Если на предыдущем этапе указан центр пирамиды, то появится запрос **Specify base radius** or [**Inscribed**] – радиус основания или [**Вписанный**].

Необходимо указать радиус окружности, вписанной в многоугольник, т. е. окружности, для которой все стороны многоугольника будут являться касательными. Можно также выбрать параметр **Inscribed** (**Вписанный**) и в ответ на запрос **Specify base radius** or [**Circumscribed about circle**] – радиус основания или [**Описанный**] указать радиус мнимой окружности, проходящей через все вершины многоугольника основания.

Последний запрос команды выглядит следующим образом: **Specify height** or (**2Point → Axis endpoint → Top radius**) – **высота** или [**2Точки → Конечная точка оси → Радиус верхнего основания**] – необходимо задать высоту пирамиды или выбрать один из параметров.

При выборе параметра **2Point** (**2Точки**) высота будет равной расстоянию между двумя указанными точками. При этом основание пирамиды расположится параллельно плоскости XY.

При выборе параметра **Axis endpoint** (**Конечная точка оси**) надо указать координаты верхней точки пирамиды.

Выбрав параметр **Top radius** (**Радиус верхнего основания**), необходимо ввести значение радиуса верхнего основания усеченной пирамиды.

Здесь указывается радиус вписанной или описанной окружности в зависимости от того, какая окружность была указана для нижнего основания. Если нажать клавишу <Enter>, выбрав тем самым значение 0, установленное по умолчанию, будет построена полная пирамида. После указания радиуса верхнего основания необходимо указать высоту пирамиды.

Команда Клин. Команда **Wedge** (**Клин**) формирует твердотельный клин (рис. 9.2).

Запросы команды **Wedge** (**Клин**):

– Specify first corner of wedge or [**Center**] <0, 0, 0>: – указать первый угол клина;

– Specify corner or [**Cube → Length**]: – указать противоположный угол клина;

– Specify height: – указать высоту клина.

Основание клина всегда параллельно плоскости построений XY текущей системы координат; при этом наклонная грань располагается напротив первого указанного угла основания.

Высота клина может быть как положительной, так и отрицательной и обязательно параллельна оси Z. Все запросы и ключи команды **Wedge** (**Клин**) аналогичны запросам и ключам команды **Box** (**Ящик**, **куб**).

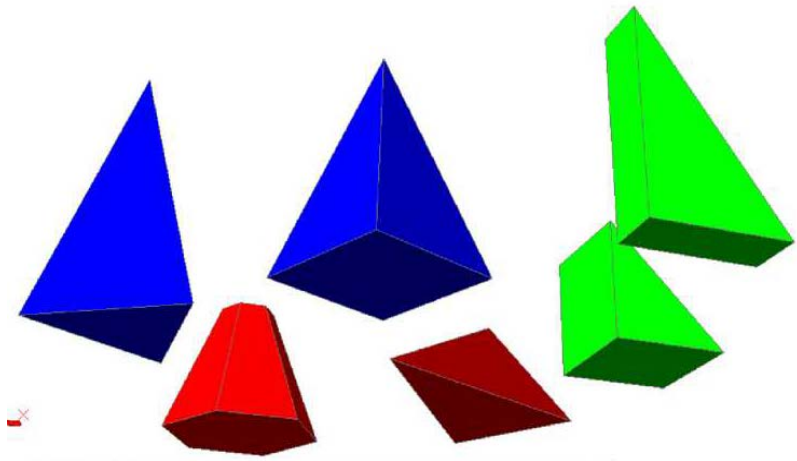


Рис. 9.2. Варианты выполнения команд Пирамида и Клин

Команда Конус. Команда **Cone** (**Конус**) формирует твердотельный конус, основание которого (окружность или эллипс) лежит в плоскости XY текущей системы координат (СК), а вершина располагается по оси Z.

Запросы команды **Cone** (**Конус**):

– Current wire frame density: ISOLINES = 10 – текущая плотность каркаса;

– Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0, 0, 0>: – указать центральную точку основания конуса;

– Specify radius for base of cone or [Diameter]: – указать радиус основания конуса;

– Specify height of cone or [Apex]: – указать высоту конуса.

Варианты выполнения команды **Cone** (**Конус**):

– **Elliptical** – позволяет создавать основание конуса в виде эллипса. Запросы аналогичны тем, что используются в системе AutoCAD при создании эллипса:

– Current wire frame density: ISOLINES = 10 – текущая плотность каркаса;

– Specify center point for base of cone or [**Elliptical**] <0, 0, 0>: E – переход в режим указания основания конуса в виде эллипса;

– Specify axis endpoint of ellipse for base of cone or [**Center**]: – указать конечную точку оси эллипса для основания конуса;

– Specify second axis endpoint of ellipse for base of cone: – указать вторую конечную точку оси эллипса для основания конуса;

– Specify length of other axis for base of cone: – указать длину другой оси для основания конуса;

– Specify height of cone or [**Apex**]: – указать высоту конуса;

– **Axis endpoint** – создает эллиптическое основание конуса, для чего нужно указать точки для определения диаметра по одной оси и радиуса по другой. Выбор этого варианта осуществляется автоматически при вводе координат точки;

– **Center** – позволяет задать эллиптическое основание конуса, для чего следует указать координаты его центральной точки и значения радиуса по каждой из осей;

– **Apex** – определяет высоту и ориентацию конуса, для чего нужно задать точку вершины;

– Height – устанавливает только высоту конуса, но не его ориентацию. Ориентация определяется знаком, стоящим перед значением высоты: при знаке «+» (плюс) высота откладывается вдоль положительной полуоси Z, при знаке «–» (минус) – вдоль отрицательной полуоси Z;

– Center point – создает круговое основание;

– Radius – позволяет задать круговое основание конуса с помощью радиуса, для чего нужно указать его положение или ввести положительное ненулевое значение его длины;

– Diameter – задает круговое основание путем определения диаметра.

Чтобы построить усеченный конус или конус, ориентированный под некоторым углом, нужно вначале нарисовать двумерную окружность, а затем с помощью команды **Extrude** (**Выдавливание**) произвести коническое выдавливание под заданным в ходе выполнения команды углом к оси Z (рис. 9.3).

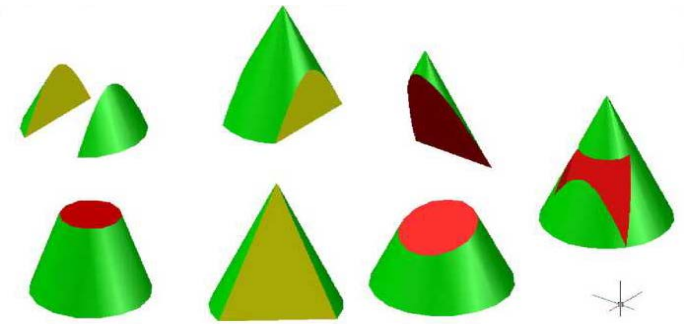


Рис. 9.3. Сечения поверхности конуса проецирующими плоскостями и плоскостями уровня

Если необходимо усечь конус, следует, используя команду **Subtract** (**Вычитание**), вычесть из него параллелепипед, внутри которого находится вершина конуса, или использовать команду **Intersect** (**Пересечение**), которая также позволит построить автоматически сечение конуса параллелепипедом.

Команда «Цилиндр». Команда **Cylinder** (**Цилиндр**) формирует твердотельный цилиндр (рис. 9.4).

Запросы команды **Cylinder** (**Цилиндр**):

– Current wire frame density: ISOLINES=10 – текущая плотность каркаса;

– Specify center point for base of cylinder or [**Elliptical**] <0, 0, 0>: – указать центральную точку основания цилиндра;

– Specify radius for base of cylinder or [**Diameter**]: – указать радиус основания цилиндра или диаметр;

– Specify height of cylinder or [**Center of other end**]: – указать высоту цилиндра.

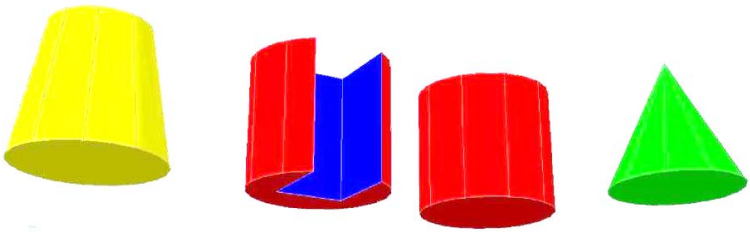


Рис. 9.4. Варианты выполнения команд Цилиндр и Конус

Если необходимо построить цилиндр специальной формы (например, с пазами), следует вначале при помощи команды **Pline** (**Полилиния**) создать двумерное изображение его основания в виде замкнутой полилинии, а затем, используя команду **Extrude** (**Выдавливание**), придать ему высоту вдоль оси Z. Центральная ось цилиндра совпадает с осью Z текущей системы координат.

Команда Сфера. Команда **Sphere** (**Сфера**) формирует твердотельный шар. Для этого достаточно задать его радиус или диаметр (рис. 9.5). Каркасное представление шара располагается таким образом, что его центральная ось совпадает с осью Z текущей системы координат.

Запросы команды **Sphere** (**Сфера**):

– Current wire frame density: ISOLINES=10 – текущая плотность каркаса;

– Specify center of sphere <0, 0, 0>: – указать центр шара;

– Specify radius of sphere or [**Diameter**]: – указать радиус шара.

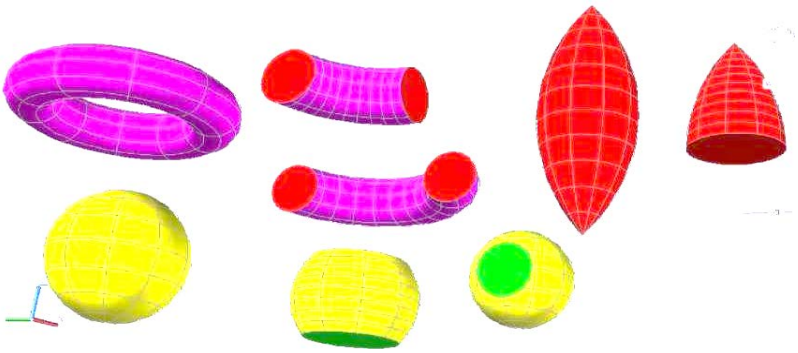


Рис. 9.5. Варианты выполнения команд Сфера и Тор

Чтобы построить часть шара в виде купола или чаши, нужно, используя команду **Subtract** (**Вычитание**), вычесть из него параллелепипед.

Если необходимо построить шарообразное тело специальной формы, следует вначале создать его двумерное сечение, а затем, применив команду **Revolve** (**Вращение**), вращать сечение под заданным углом к оси Z.

Команда Тор. Команда **Torus** (**Тор**) формирует твердотельный открытый тор, напоминающий по форме камеру автомобильной шины (см. рис. 9.5). При этом необходимо ввести значения радиуса образующей окружности трубы и радиуса, определяющего расстояние от центра тора до центра трубы. Тор строится параллельно плоскости XY текущей системы координат.

Запросы команды **Torus** (**Тор**):

– Current wire frame density: ISOLINES=10 – текущая плотность каркаса;

– Specify center of torus <0, 0, 0>: – указать центр тора;

– Specify radius of torus or [**Diameter**]: – указать радиус тора;

– Specify radius of tube or [**Diameter**]: – указать радиус полости тора.

Радиус тора может иметь отрицательное значение, но радиус трубы должен быть положительным и превосходить абсолютную величину радиуса тора (например, если радиус тора равен –2,0, то радиус трубы должен быть больше +2,0). Данное условие необходимо соблюдать, чтобы не получить в итоге пустое тело (тело без объема). При этом сформированный объект является самопересекающимся тором (тороидом), напоминающим форму мяча для регби.

Создание комбинированных геометрических тел.

Объединение объектов. Команда **Union** (**Объединение**) предназначена для объединения объектов (рис. 9.6). Она позволяет создавать новые составные тела или области из нескольких существующих тел или областей, в том числе не имеющих общего объема или площади (т. е. непересекающихся).

Запросы команды **Union** (**Объединение**):

– Select objects: – выбрать объекты;

– Select objects: – нажать клавишу <Enter> для завершения работы команды.

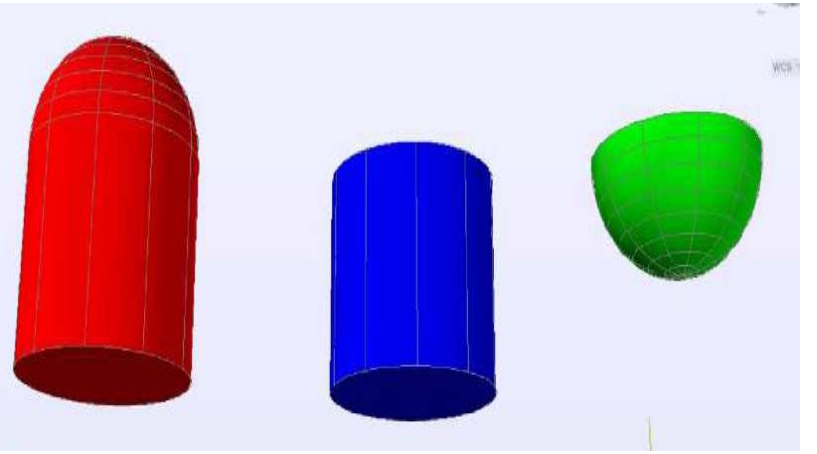


Рис. 9.6. Варианты выполнения команд Объединение, Вычитание, Пересечение

Вычитание объектов. Команда **Subtract** (**Вычитание**) обеспечивает вычитание одного объекта из другого (рис. 9.6). Таким образом она позволяет сформировать новое составное тело или область. Области создаются путем вычитания площади одного набора областей или двумерных примитивов из площади другого набора. Тела создаются путем вычитания одного набора объемных тел из другого подобного набора.

Запросы команды **Subtract** (**Вычитание**):

– Select solids and regions to subtract from – выбрать тела и области, из которых будет выполняться вычитание;

– Select objects: – выбрать объекты тела или области;

– Select objects: – клавиша <Enter> для завершения выбора объектов и команды.

Пересечение объектов. Команда **Intersect** (**Пересечение**) позволяет при пересечении нескольких существующих объектов создать новые составные тела и области (см. рис. 9.6).

Запросы команды **Intersect** (**Пересечение**):

– Select objects: – выбрать объекты;

– Select objects: – нажать клавишу <Enter> для завершения работы команды.

Данные объекты образованы комбинацией трехмерных примитивов, т. е. созданы с применением теоретико-множественных операций, по аналогии с логическими функциями рассмотренные команды часто называют булевыми.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с теоретическим содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.
3. Сохранить файл в папке с номером группы.
4. **Вид → 3D-виды → Ю. З. Изометрия** (**SW Isometric**).
5. **Рисование → Сплошные поверхности → Куб** (или нажать соответствующую пиктограмму на панели инструментов).

Указать положение первой точки угла параллелепипеда: 100, –50, 50. Указать положение противоположного угла [**Cube**, **Length**]: L – переход в режим указания длины параллелепипеда. Указать длину (length): 120, ширину (width): 80 и высоту (height): 100.

6. **Рисование → Окружность.** Указать центр окружности: 300, –150, 50. Радиус окружности: 80.
7. **Рисование → Сплошные поверхности → Пирамида** (или нажать соответствующую пиктограмму на панели инструментов).

Указать координаты точки центра основания или [**Ребро → Стороны**]: выбрать опцию **Стороны** (**Sides**) – 3.

Повторяется запрос: укажите координаты точки центра основания: при включенной объектной привязке привязаться к центру построенной окружности.

Указать радиус основания или Вписанный: задать опцию **Вписанный** [**Inscribed**] и указать прицелом на построенную окружность. Высота: 110.

8. **Рисование → Сплошные поверхности → Клин** (или нажать соответствующую пиктограмму на панели инструментов).

Указать положение первой точки угла клина: 350, –350, 80. Указать положение противоположного угла [**Cube → Length**]: L – переход в режим указания длины клина. Указать длину клина (length): 100. Указать ширину (width): 40. Указать высоту (height): 140.

9. **Рисование → Сплошные поверхности → Конус** (или нажать соответствующую пиктограмму на панели инструментов).

Указать положение центра конуса: 600, –380, 20. Указать радиус: 60. Указать высоту (height): 120.

10. Исправить текущую плотность каркаса, вызвав системную переменную **ISOLINES**. **ISOLINES** = 10 – ввести это значение в командной строке.

11. **Вид → Регенерировать все.**

12. **Рисование → Сплошные поверхности → Цилиндр** (или нажать соответствующую пиктограмму на панели инструментов).

Указать положение центра цилиндра: 750, –480, 0. Указать радиус: 60. Указать высоту (height): 110.

13. **Рисование → Сплошные поверхности → Сфера** (или нажать соответствующую пиктограмму на панели инструментов).

Указать положение центра сферы: 100, –50, 400. Радиус: 60.

14. **Рисование → Сплошные поверхности → Тор** (или нажать соответствующую пиктограмму на панели инструментов).

Указать положение центра тора: 320, –170, 350. Указать внешний радиус: 100. Указать внутренний радиус (трубы): 30.

15. **Рисование → Сплошные поверхности → Тор** (построение самопересекающегося тора).

Указать положение центра тора: 400, –400, 400. Указать внешний радиус: –150. Указать внутренний радиус (трубы): 200.

16. **Построение поверхности тела методом выдавливания. Рисование → многоугольник.**

Указать количество сторон: 6. Центр многоугольника: 620, –400, 250. Указать положение многоугольника (**Вписанный** или **Описанный**): **Вписанный** [**Inscribet**]. Указать радиус: 70.

17. **Рисование → Сплошные поверхности → Вытеснить.**

Указать объекты: *рамкой указать построенный шестиугольник*. Указать высоту выдавливания: 110. Указать угол выдавливания <0>: 20. Если указать угол, равный 0, получим прямую призму.

18. **Рисование → окружность.**

Указать положение центра окружности: 750, –480, 220. Указать радиус окружности: 60.

19. **Рисование → Сплошные поверхности → Вытеснить.**

Указать объекты: рамкой указать построенную окружность. Указать высоту выдавливания: 110. Указать угол выдавливания <0>: 10.

20. **Построение поверхности тела методом вращения.** Включить режим **Orto**. **Рисование → линия** (построение вспомогательной оси вращения).

Первая точка: 100, –100, 600. Вторая точка: @0, 200, 0.

21. **Рисование → Плиния** (построение очерка тела вращения).

Первая точка: 80, –100, 600. Следующая точка: @0, 180. Следующая точка: @–30, 0. Следующая точка: @0, –50. Следующая точка: **Дуга (Arc)**. Следующая точка дуги: **R (радиус)**. Указать радиус: 80. Указать конечную точку дуги: @0, –70. Указать конечную точку дуги: **Линия (Line)**. Указать следующую точку отрезка: **Замкни (Close)**.

22. **Рисование → Сплошные поверхности → Вращать.** Выбрать объект: *рамкой указать сложный комбинированный очерк, построенный по команде Плиния*. Завершить выбор: <Enter>. Указать начальную точку оси вращения: включить режим объектной привязки и слежения, указать точку на оси вращения. Указать конечную точку на оси вращения: *указать противолежащую точку на этом же отрезке*. Указать угол вращения <360>: <Enter>.

23. **Вид → 3D-орбита.** Нажав левую кнопку мыши, динамически изменить положение вида трехмерных объектов.

24. **Вид → Масштаб изображения → Предыдущий.**

25. **Построение поверхности тела методом объединения. Изменения → Копировать.** Скопировать цилиндр (5-я фигура в первом ряду) на свободное поле справа от комбинированного тела (*при этом режим **Orto** можно отключить*).

26. **Изменения → Копировать.** Команду выполнять при обязательном включении режимов **Объектная привязка и слежение.** Скопировать сферу (1-я фигура во втором ряду) и совместить ее с цилиндром. Для точного выполнения команды при указании направления копирования сначала привязаться к центру сферы, а потом к центру окружности верхнего основания цилиндра.

27. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Объединить.** Указать объекты: указать сферу и цилиндр. Завершить выбор, нажав клавишу <Enter>.

28. **Построение поверхности тела методом вычитания.** Повторить последовательно пункты 25 и 26. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Вычесть.**

Указать объекты: указать цилиндр (тот объект, из которого будет выбираться материал детали). Завершить выбор, нажав клавишу <Enter>. Указать объекты: указать на сферу. Завершить выбор, нажав клавишу <Enter>.

29. **Построение поверхности тела методом пересечения.** Повторить последовательно пункты 25 и 26. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Пересечение.**

Указать объекты: указать сферу и цилиндр. Завершить выбор, нажав клавишу <Enter>.

30. **Изменения → Копировать.** Команду выполнять при включенных режимах **Объектная привязка и слежение**. Скопировать параллелепипед (1-я фигура в первом ряду) и расположить его над телом вращения в четвертый ряд.

31. **Изменения → Зеркало.** Зеркально отобразить параллелепипед. Точки на оси отображения указывать при принудительно включенной объектной привязке (нажать клавишу <Shift> и правой кнопкой мыши щелкнуть на свободном поле чертежа). За ось отражения принять нижнее или верхнее ребро параллелепипеда, расположенное вдоль оси X.

32. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Объединить.** Объединить два отображенных параллелепипеда в одну общую поверхность.

33. **Рисование → Линия.** При включенных режимах **Объектная привязка и слежение** провести вспомогательные линии на верхней грани поверхности параллелепипеда, привязываясь к средним точкам ребер.

34. **Рисование → Окружность.** Построить окружность радиусом 30 на пересечении вспомогательных линий по верхней грани параллелепипеда.

35. **Рисование → Сплошные поверхности → Вытеснить.** Построить цилиндрическую поверхность: задать высоту выдавливания: –100; угол выдавливания: 0.

36. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Вычесть.** Из поверхности параллелепипеда вычесть поверхность цилиндра и таким образом получить цилиндрическое отверстие.

37. **Изменения → Фаска.** Снять фаски в построенном цилиндрическом отверстии, предварительно задав длину 10.

38. **Изменения → Фаска.** Снять фаску с переднего верхнего ребра параллелепипеда длиной 20. Для этого в соответствии с подсказками команды сначала указать всю грань, которой принадлежит подрезаемое ребро, далее задать длину равных фасок по 20 и в конце точкой указать подрезаемое ребро.

39. **Изменения → Закругление (Сопряжение).** Построить плавное сопряжение радиусом 30 противолежащего ребра параллелепипеда.

40. **Вид → 3D-орбита.**

41. **Вид → Масштаб изображения → Предыдущий.**

42. **Изменения → Копировать.** Скопировать полученное комбинированное тело на свободное поле чертежа справа.

43. **Построение разреза комбинированного тела. Редактирование → 3М-Операции → Разрез.**

Перед построением разреза комбинированного тела необходимо

провести вспомогательные линии с использованием режимов **Объектная привязка и слежение**. Увеличить изображение объекта. Выбрать объекты: указать на комбинированное тело и завершить выбор. Указать первую точку секущей плоскости: указать точку № 1. Указать вторую точку секущей плоскости: указать точку № 2. Указать третью точку секущей плоскости: указать точку № 3. Указать точку на той части объекта, которая должна быть сохранена.

44. Подключение материала к созданному объекту. **Вид → Тонирование → Окно просмотра материалов** [**View → Render → Materials Browser**]. Выполнение этих команд позволит более реалистично представить трехмерные модели в системе AutoCAD.

45. Сохранить файл чертежом. Выйти из AutoCAD (рис. 9.7).

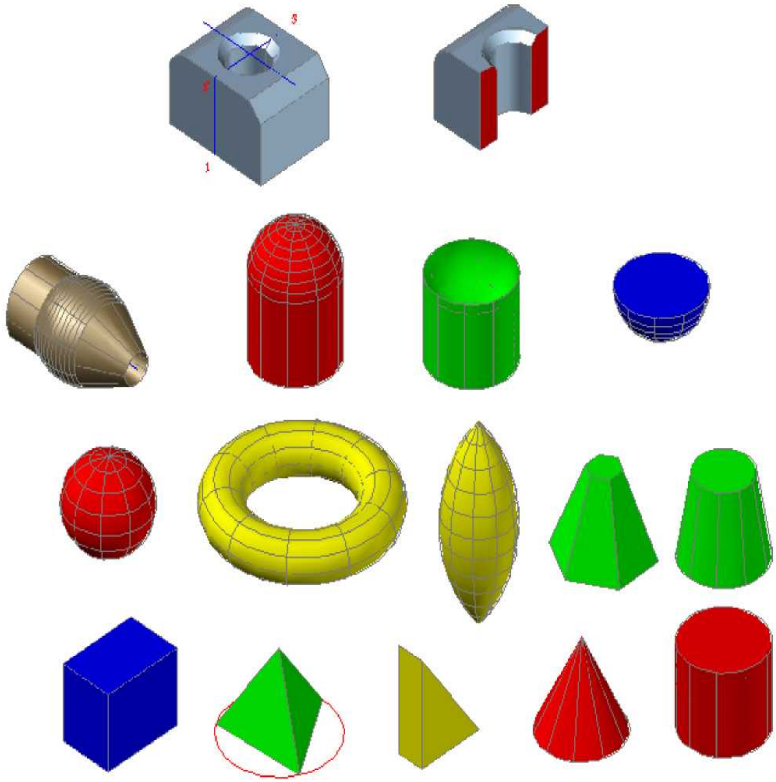


Рис. 9.7. Образец выполненного задания

Контрольные вопросы

1. Как называются и каким образом можно вызвать типовые команды, которые позволяют построить гранные геометрические тела?
2. Как называются типовые команды, которые позволяют создать поверхности вращения?
3. Какие особенности заложены при построении открытого, закрытого и самопересекающегося тора?
4. Какие команды позволяют создавать комбинированные геометрические тела, каким образом они вызываются?
5. Какие варианты просмотра трехмерных моделей применяются в AutoCAD, в чем заключаются их особенности?

Лабораторная работа 10.
ФОРМИРОВАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕЛА

Цели работы:

1) изучить команды редактирования трехмерных объектов;
2) освоить на практике основные команды редактирования трехмерных объектов, а также их опции.

Общие сведения

Общие методы редактирования трехмерных объектов. Команды редактирования в двумерном пространстве, например переноса **Move** (**Перенести**), копирования **Copy** (**Копировать**), поворота **Rotate** (**Повернуть**), зеркального отображения **Mirror** (**Зеркало**) и размножения массивом **Array** (**Массив**), могут использоваться и в трехмерном пространстве. Кроме того, существуют команды редактирования только в трехмерном пространстве: поворота, создания массива объектов, зеркального отображения, снятия фаски, скругления. Все они вызываются из выпадающего меню **Modify → 3D Operation** (**Редактирование → 3D-Операции**).

Поворот вокруг оси. При работе в трехмерном пространстве поворот производится вокруг оси (рис. 10.1). Ось может определяться следующими способами: указанием двух точек, объекта, одной из осей координат (X, Y или Z) или текущего направления взгляда. Для поворота трехмерных объектов можно использовать как команду **Rotate** (**Поворот**), так и ее трехмерный аналог – **3D Rotate** (**3D-Поворот**).

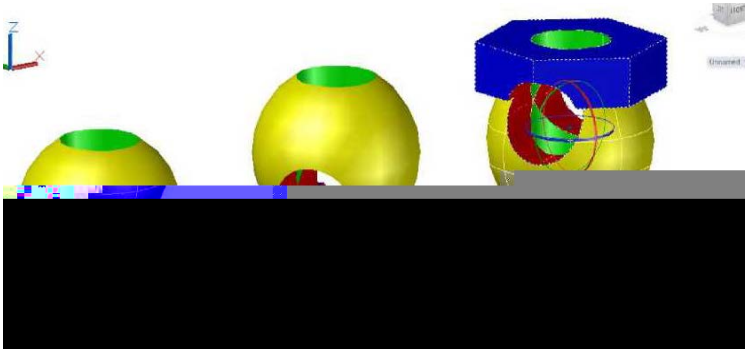


Рис. 10.1. Пример выполнения команды 3D Rotate (3D-Поворот)

Запросы команды **3D Rotate** (**3D-Поворот**):

– Select objects: – выбрать объекты;

– Select objects: – нажать клавишу <Enter> по окончании выбора объектов.

На экране появятся три окружности-обруча, расположенные во взаимно перпендикулярных плоскостях и по цвету соответствующих осям ПСК. Появится следующий запрос:

– Pick a rotation axis: – указать ось вращения (необходимо щелкнуть на окружности, в плоскости которой произойдет вращение, при этом автоматически выделяется соответствующая ось ПСК);

– Specify angle start point or type an angle: – указать первую точку угла поворота с помощью мыши или численное значение этого угла;

– Specify angle end point: – указать вторую точку угла поворота.

Зеркальное отображение относительно плоскости. Команда **3D Mirror** (**3D-Зеркало**) осуществляет зеркальное отображение объектов относительно заданной плоскости (рис. 10.2).

Запросы команды **3D Mirror** (**3D-Зеркало**):

– Select objects: – выбрать объекты;

– Select objects: – нажать клавишу <Enter> по окончании выбора объектов;

– Specify first point of mirror plane (3points) or [**Object → Last → Zaxis → View → XY → YZ → ZX → 3points**] <3points>: – указать первую точку плоскости отражения (3 точки);

– Specify second point on mirror plane: – указать вторую точку;

– Specify third point on mirror plane: – указать третью точку;

– Delete source objects? [Yes/No] <N>: – сохранить или удалить исходные объекты.

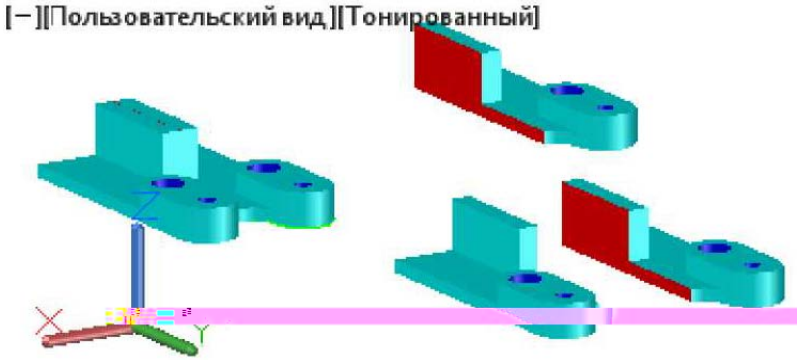


Рис. 10.2. Пример выполнения команды 3D Mirror (3D-Зеркало)

Ключи команды **3D Mirror** (**3D-Зеркало**):

– **Object** – отображение относительно выбранного плоского объекта;

– **Last** – отображение относительно плоскости, использовавшейся в предыдущей команде отображения;

– **Zaxis** – отображение относительно плоскости, заданной двумя точками, первая из которых лежит на плоскости, а вторая определяет вектор нормали к плоскости;

– **View** – плоскость отражения ориентируется согласно плоскости взгляда текущего видового экрана, проходящей через указанную точку;

– **XY**, **YZ**, **ZX** – плоскость отражения ориентируется вдоль одной из стандартных плоскостей (XY, YZ, ZX), проходящей через указанную точку;

– **3point** – отображение относительно плоскости, заданной тремя точками.

Размножение трехмерным массивом. Команда **3D Array** (**3D-Массив**) позволяет создавать прямоугольный и круговой массивы объектов в трехмерном пространстве (рис. 10.3).

При создании прямоугольного массива объектов, кроме количества столбцов и строк, запрашивается (задается вдоль направления оси Z) количество уровней, а при создании кругового массива вместо центра вращения используется ось вращения, начальная и конечная точки которой следует указать в ответ на запросы.

Запросы команды **3D Array** (**3D-Массив**):

– Select objects: – выбрать объекты;

– Select objects: – нажать клавишу <Enter> по окончании выбора объектов;

– Enter the type of array [**Rectangular** → **Polar**] <R>: – указать тип массива (прямоугольный массив заложен по умолчанию);

– Enter the number of rows ( ) <1>: – указать количество рядов массива;

– Enter the number of columns (III) <1>: – указать количество столбцов массива;

– Enter the number of levels (...) <1>: – указать количество уровней массива;

– Specify the distance between rows ( ): – указать расстояние между рядами;

– Specify the distance between columns (III): – указать расстояние между столбцами;

– Specify the distance between levels (...): – указать расстояние между уровнями.

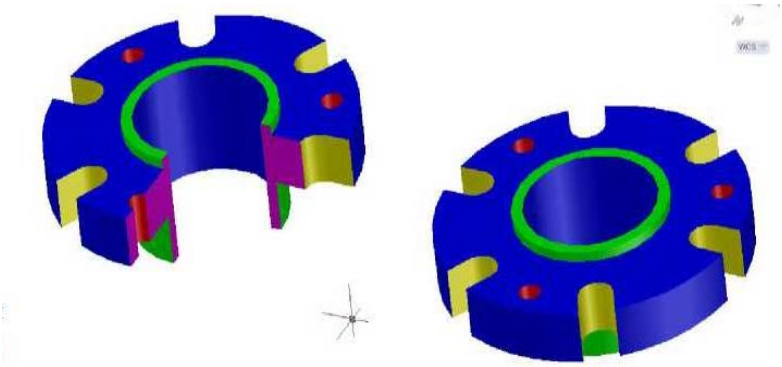


Рис. 10.3. Пример построения детали, выполненной с применением команды 3D Array (3D-Массив)

Для формирования кругового массива следует выбрать вариант команды ключ **Polar** (**Круговой**). При этом команда выдает следующие запросы:

– Select objects: – выбрать объекты;

– Select objects: – нажать клавишу <Enter> по окончании выбора объектов;

– Enter the type of array [**Rectangular** → **Polar**] <R>: P – выбрать круговой тип массива;

– Enter the number of items in the array: – указать количество элементов массива;

– Specify the angle to fil l (+=ccw, –=cw) <360>: – определить угол заполнения;

– Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>: – указать, следует ли поворачивать объекты массива;

– Specify center point of array: – указать первую точку оси вращения;

– Specify second point on axis of rotation: – указать вторую точку оси вращения.

Обрезка и удлинение трехмерных объектов. Любой трехмерный объект можно обрезать либо удлинить до другого объекта независимо от того, лежат ли они оба в одной плоскости и каким кромкам параллельны: режущим или граничным.

Чтобы произвести обрезку (удлинение), следует выбрать одну из трех проекций: плоскость XY текущей ПСК, плоскость текущего вида или реальное трехмерное пространство.

Чтобы данные операции были выполнены успешно, объекты должны пересекаться с граничными кромками в пространстве, иначе в результате обрезки (удлинения) с проецированием на плоскость XY текущей ПСК новые границы объектов могут не соответствовать указанным кромкам в пространстве.

Обрезка и удлинение осуществляются командами **TRIM** (**Обрезать**) и **EXTEND** (**Удлинить**) раздела выпадающего меню **Modify → Surface Editing** (**Редактирование → Редактирование поверхностей**).

Снятие фасок на ребрах. С помощью команды **Chamfer edges** (**Фаска ребер**) осуществляется снятие фасок на пересечениях смежных граней тел (рис. 10.4). Команда вызывается из выпадающего меню раздела **Modify → Solid Editing** (**Редактирование → Редактирование тел**) или щелчком левой кнопкой мыши на соответствующей пиктограмме инструментальной панели **Modify** (**Редактирование**). При использовании команды необходимо вначале выбрать базовую поверхность, затем ввести размеры фаски и выбрать ребра.

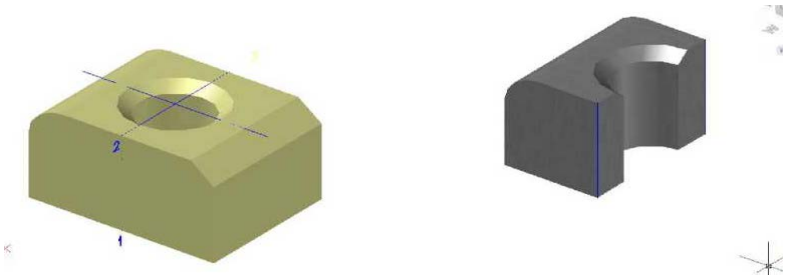


Рис. 10.4. Пример выполнения команд, позволяющих снимать фаски и сопрягать ребра

Запросы команды **Chamfer edges** (**Фаска ребер**):

– (TRIM mode) Current chamfer Distl = 10.0000, Dist2 = 10.0000 – режим с обрезкой, параметры фаски;

– Select first line or [**Polyline/Distance/Angle/Trim/Method**]: – выбрать первый отрезок;

– Base surface selection: – выбрать базовую поверхность;

– Enter surface selection option [Next/OK (current)] <OK>: – нажать клавишу <Enter>, если подсвечена нужная поверхность. Если требуется другая поверхность, следует ввести N, для того чтобы подсветить смежную поверхность, а затем нажать клавишу <Enter>;

– Specify base surface chamfer distance <10.0000>: – указать длину фаски для базовой поверхности;

– Specify other surface chamfer distance <10.0000>: – указать длину фаски для другой поверхности;

– Select an edge or [**Loop**]: – указать ребро;

– Select an edge or [**Loop**]: – указать ребро;

– Select an edge or [**Loop**]: – нажать клавишу <Enter>для завершения команды.

Ребра можно выбирать индивидуально либо сразу все, если использовать опцию **Loop** и затем указать любое ребро.

Сопряжение ребер. Команда **Fillet edges** (**Сопряжение ребер**) осуществляет сопряжение (скругление) граней (см. рис. 10.4). Для сопряжения существует несколько способов. Первый – можно задать радиус и затем указать ребра. Второй – указать радиус скругления для каждого ребра. Третий – скруглять последовательность касательных ребер. Команда вызывается из выпадающего меню раздела **Modify → Solid Editing** (**Редактирование → Редактирование тел**) или щелчком мыши на соответствующей пиктограмме инструментальной панели **Modify** (**Редактирование**).

Запросы команды

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.
2. Ознакомиться с чертежом комбинированного тела (рис. 10.5).

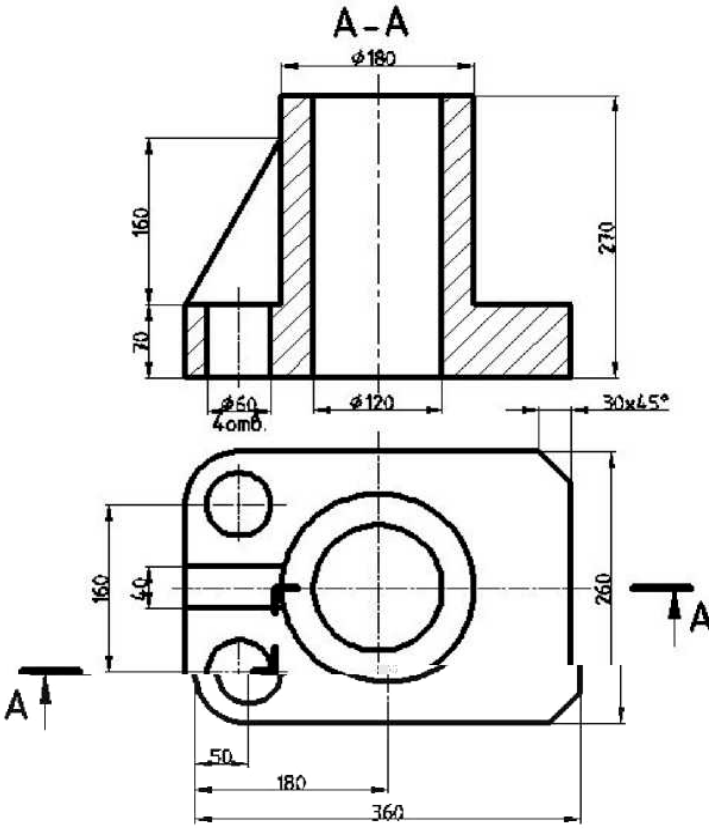


Рис. 10.5. Чертеж комбинированного тела

3. Проанализировать форму предложенного комбинированного тела.
4. **Вид → 3D-виды → Ю. З. Изометрия (SW Isometric).**
5. **Построение параллелепипеда. Рисование → Сплошные поверхности → Ящик** (или нажать соответствующую пиктограмму на панели инструментов). Указать положение первой точки угла паралле-

лепипеда: 100, –50, 50. Указать положение противоположного угла [**Cube**, **Length**]: указать L (переход в режим указания длины параллелепипеда). Указать длину (length): 360, ширину (width): 260, высоту (height): 70.

6. **Построение цилиндра радиусом 90. Рисование → Линия**, при включенных режимах **Объектная привязка и слежение** провести вспомогательные линии на верхней грани поверхности параллелепипеда, привязываясь к средним точкам ребер; **Рисование → Сплошные поверхности → Цилиндр** (или нажать соответствующую пиктограмму на панели инструментов). Указать положение центра цилиндра: указать точку пересечения вспомогательных линий на верхней грани параллелепипеда. Указать радиус [Radius]: 90. Указать высоту (height): 200. Исправить текущую плотность каркаса, вызвав системную переменную **ISOLINES** (ISOLINES = 10 – ввести это значение в командной строке). **Вид → Регенерировать все; Изменения → Редактирование сплошного фона → Объединить**. Указать объекты: указать цилиндр и параллелепипед, завершить выбор, нажав клавишу <Enter>.

7. **Построение ребра жесткости. Рисование → Сплошные поверхности → Клин** (или пиктограмма на панели инструментов). Указать положение первой точки угла клина: указать положение точки № 1. Указать положение противоположного угла [Cube, Length]: указать L (переход в режим указания длины клина). Указать длину клина (length): –100. Указать ширину (width): 20. Указать высоту (height): 160. **Изменения → Переместить**, за первую базовую точку принять левую нижнюю точку пересечения ребер клина, за вторую базовую точку – точку № 1 вспомогательной линии построения. **Изменения → 3D-Операции → 3D-Зеркало**. Выбрать объект: указать на построенный клин. Указать первую точку плоскости отражения: указать точку № 1. Указать вторую точку плоскости отражения: указать точку № 2. Указать третью точку плоскости отражения: указать точку № 3, точки указывать при включенных режимах **Объектная привязка и слежение**. Удалять отображаемые объекты? <N>: Нет. <Enter>. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Объединить**. Указать объекты: указать на построенные и зеркально отраженные клинья и ранее объединенную поверхность цилиндра и параллелепипеда, завершить выбор, нажав клавишу <Enter> (рис. 10.6).

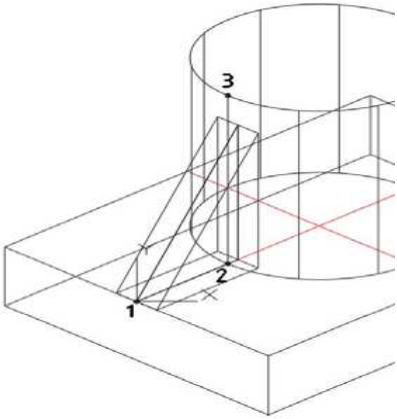


Рис. 10.6. Пример выполнения пунктов 4–7

8. **Построение цилиндрического отверстия радиусом 60. Рисование → Сплошные поверхности → Цилиндр.** Указать положение центра цилиндра: указать центр окружности верхнего основания наружного цилиндра комбинированного тела. Указать радиус: 60. Указать высоту (height): –270. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Вычесть**. Указать объекты: указать на комбинированное тело (тот объект, из которого будет выбираться материал детали), завершить выбор, <Enter>. Указать объекты: указать цилиндр, определяющий внутреннее цилиндрическое отверстие, завершить выбор, нажав клавишу <Enter>.

9. **Построение двух цилиндрических отверстий радиусом 30. Вид → 3D-орбита.** Нажав левую кнопку мыши, динамически изменить положение вида трехмерного комбинированного тела в вертикальном и горизонтальном положении. **Вид → Масштаб изображения → Предыдущий**; **Рисование → Линия** (вспомогательные построения для определения местоположения цилиндрических отверстий на основании параллелепипеда), начальная точка – точка № 4. Следующая точка: @50, 0. Следующая точка: привязка **Перпендикуляр** к противоположному ребру параллелепипеда. **Рисование → Линия**. Начальная точка: точка № 4. Следующая точка: @0, 50. Следующая точка: привязка **Перпендикуляр** к противоположному ребру параллелепипеда. **Рисование → Окружность**. Указать положение центра окружности: указать точку пересечения построенных вспомогательных линий. Указать радиус окружности: 30. **Изменения → Зеркало**, зеркально

отобразить построенную окружность слева от ребра жесткости. **Рисование → Сплошные поверхности → Вытеснить**. Указать объекты: указать на 2 окружности, выполненные на верхнем основании параллелепипеда. Указать высоту выдавливания: –70. Указать угол выдавливания <0>: 0. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Вычесть**. Указать объекты: указать на комбинированное тело (тот объект, из которого будет выбираться материал детали), завершить выбор, нажав клавишу <Enter>. Указать объекты: указать цилиндры, определяющие внутренние цилиндрические отверстия в нижнем основании комбинированного тела, завершить выбор, нажав клавишу <Enter> (рис. 10.7).

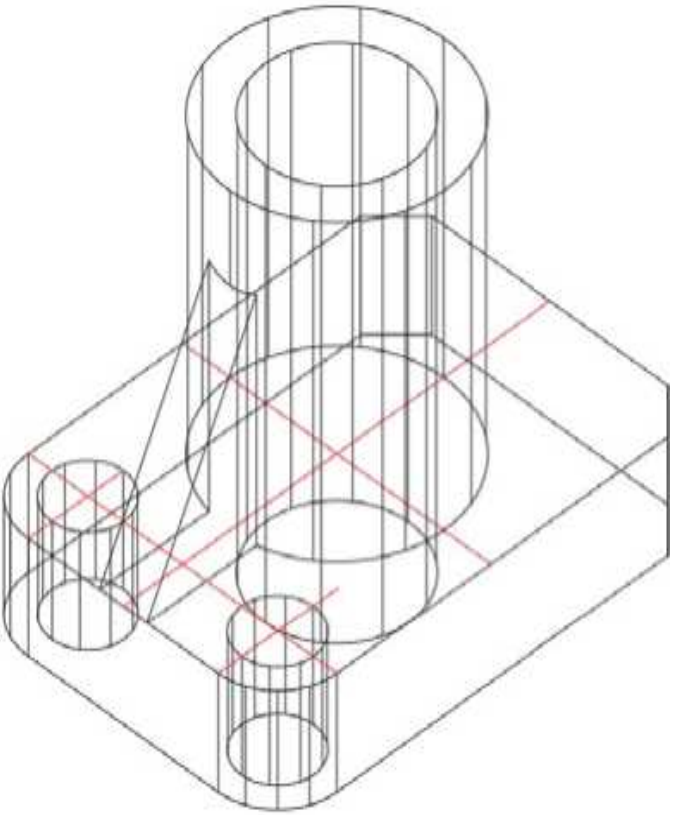


Рис. 10.7. Пример выполнения пунктов 4–9

10. **Построение сопряжений ребер параллелепипеда. Изменения → Закругление**, построить сопряжение радиусом 50 передних ребер параллелепипеда комбинированного тела.

11. **Построение фасок на параллелепипеде. Изменения → Фаска**, снять фаску с задней грани параллелепипеда, для этого указать всю грань, которой принадлежат подрезаемые ребра, далее задать длины фасок по 30; точками указать два подрезаемых ребра параллелепипеда.

12. **Оформление лабораторной работы. Вид → 3D-орбита.** Нажав левую кнопку мыши, динамически изменить положение вида трехмерного комбинированного тела. **Вид → Масштаб изображения → Предыдущий. Файл → Сохранить. Вид → Окна просмотра → Известные окна просмотра → New Viewports → Выбрать стандартные → Four: Equal.** На экране **Просмотр** распределить видовые экраны в соответствии со стандартным расположением видов на чертеже. В правом нижнем углу – **Ю. З. изометрия** (**SW Isometric**). Присвоить имя сформированной конфигурации окон, например «виды». В дальнейшем вызывать данное расположение окон на экран следующим образом: **Вид → Окна просмотра → Известные окна просмотра → Именованные виды** (рис. 10.8).

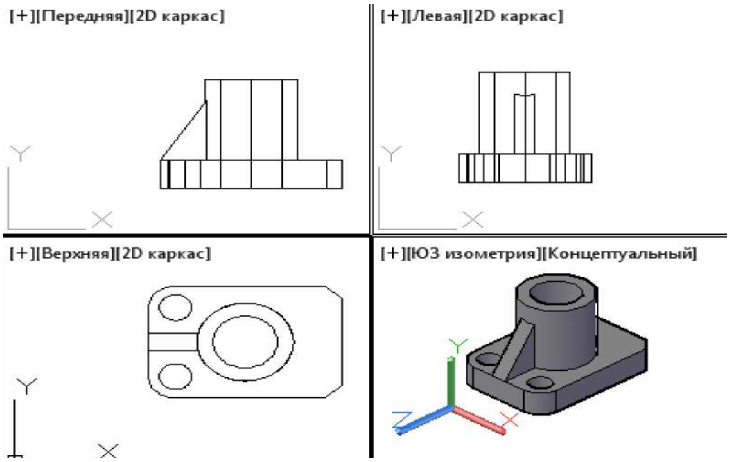


Рис. 10.8. Пример оформления лабораторной работы

13. **Визуализация комбинированного тела. Вид → Концептуальный.** Для визуализации модели можно отдельные элементы выделить разным цветом (рис. 10.9).

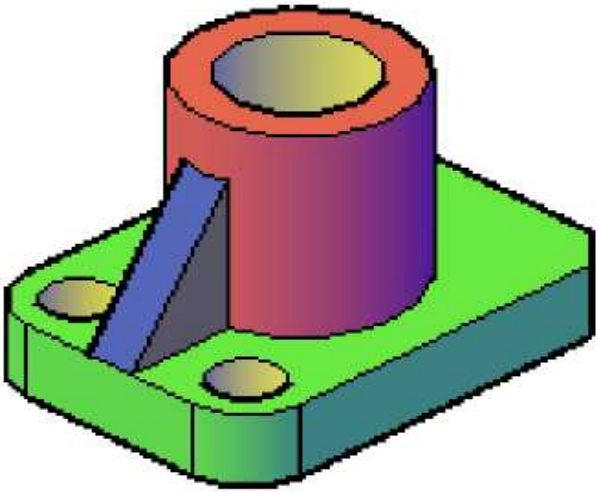


Рис. 10.9. Пример визуализации комбинированного тела

Контрольные вопросы

1. Перечислить основные команды построения трехмерных объектов в программе AutoCAD.
2. Назвать основные команды редактирования трехмерных объектов. Каким образом они вызываются?
3. Какие варианты задания плоскости отражения возможны при выполнении команды 3D-Зеркало?
4. Назвать виды массивов при выполнении команды 3D-Массив. В чем состоят особенности каждого из видов?
5. Какие параметры задаются при выполнении команды Сопряжение ребер?
6. Каким образом можно изменить количество видовых экранов в системе AutoCAD?
7. Как задать либо изменить цвет отдельных элементов трехмерного объекта на чертеже?

Лабораторная работа 11.
СОЗДАНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА НА ОСНОВАНИИ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ СЛОЖНОГО КОМБИНИРОВАННОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕЛА

Цели работы:

1) изучить команды расширенного редактирования трехмерных объектов;

2) изучить построение связанных проекций в пространстве листа.

Общие сведения

Расширенные методы редактирования трехмерных объектов. Созданные твердотельные модели в связи с особенностями их образования нельзя редактировать, используя метод ручек: растягивать, модифицировать грани и ребра и т. д. Для этих целей предусмотрена панель инструментов **Solids Editing** (**Редактирование тел**) со следующими командами:

– **Extrude Faces** (**Выдавить грани**) – позволяет создавать новые тела путем выдавливания плоских фигур или граней уже созданных тел на заданную глубину или вдоль траектории;

– **Move Faces** (**Перенести грани**) – осуществляет перенос граней на заданное расстояние;

– **Offset Faces** (**Сместить грани**) – производит равномерное смещение граней тела на заданное расстояние или до указанной точки; положительная величина смещения увеличивает объем тела, отрицательная величина уменьшает;

– **Delete Faces** (**Удалить грани**) – удаляет грани тела вместе с сопряжениями и фасками; тем не менее нельзя, удалив грани параллелепипеда, превратить его в тетраэдр;

– **Rotate Faces** (**Повернуть грани**) – осуществляет поворот граней вокруг заданной оси;

– **Taper Faces** (**Свести грани на конус**) – позволяет создать вершинную поверхность, сводит грани тела под заданным углом в определенном направлении;

– **Copy Faces** (**Копировать грани**) – создает копии граней тела в виде областей или твердотельных оболочек;

– **Color Faces** (**Изменить цвет граней**) – изменяет цвет отдельных граней;

– **Copy Edges** (**Копировать ребра**) – создает копии ребер твердотельной модели в виде отрезков, дуг, окружностей, эллипсов или сплайнов;

– **Color Edges** (**Изменить цвет ребер**) – позволяет присваивать отдельным ребрам индивидуальные цвета;

– **Imprint** (**Клеймить**) – позволяет создавать отпечаток или клеймо на грани;

– **Clean** (**Упростить**) – очищает твердотельную модель от избыточных ребер и вершин, удаляет клеймо на грани;

– **Separate** (**Разделение**) – отменяет объединение тел, созданных с помощью команды **Union** (**Объединить**);

– **Shell** (**Оболочка**) – создает полую тонкостенную оболочку заданной толщины;

– **Check** (**Проверка**) – позволяет выполнять проверку, является ли объект допустимым телом.

Видовые экраны пространства Листа. Для создания в пространстве Листа связанных и согласованных между собой видовых экранов со стандартными видами необходимо включить вкладку **Модель** и активировать видовой экран с изометрией комбинированного тела. Включить вкладку **Лист 1** – на нем также изображен видовой экран с изометрией. Дважды щелкнуть на свободном поле чертежа вне рамки видового экрана, секущей рамкой выделить видовой экран и удалить его. Далее построения осуществлять по приведенному алгоритму:

1. **Рисование → Моделирование → Подготовка → Рисование** (**Draw → Modeling → Setup → Drawing**).

2. В зоне командной строки ответить на подсказки по команде: Задайте опцию [**Пск → Орто → Дополнительный → Сечение**]: **Пск** (Enter an option [**Ucs → Orto → Auxiliary → Section**]: **Ucs**).

3. Задайте опцию [**Имя → Мск → ? → Текущая**]: <**Текущая**>: **Мск** (Enter an option [**Named → World → ? → Current**]: <**Current**>: **World**).

4. Масштаб вида: 0,2 (предпочтительные: 1:10 (0,1); 1:5 (0,2); 1:2 (0,5); 1:50 (0,02) (Enter view scale: 0,2).

5. Начинается построение первой проекции (вид сверху) и запрашивается положение центра вида: **Центр вида** (**Specify view center**): указать точку в левой нижней четверти листа. С первого раза вид может расположиться неудачно. Следующий запрос будет такой же. Не выходя из режима команды, повторить указание центра. Это позволит уточнить положение центра вида и расположить его более удачно.

6. После нажатия клавиши <Enter> появляется запрос о положении границ прямоугольного видового экрана. Первый угол видового экрана: (Specify the first corner of viewport): задать точкой, щелкнув левой кнопкой мыши. Противоположный угол видового экрана: (Specify the other corner of viewport): задать точкой в противоположном углу. Имя вида: (Enter view name): указать имя создаваемого вида – «вид сверху».

7. Далее запрос повторяется для построения следующего вида. Для того чтобы вид спереди находился в проекционной связи с видом сверху, необходимо выбрать в запросе опцию **Орто** (**Orto**). Задайте опцию [**Пск → Орто → Дополнительный → Сечение**]: **Орто** (Enter an option [**Ucs → Orto → Auxiliary → Section**]: **Orto**). Укажите сторону видового экрана для проекции: (Specify side of viewport to project) – указать нижнюю сторону видового экрана вида сверху появившейся объектной привязкой **Середина**. Далее запросы и действия аналогичны уже рассмотренным.

8. Для построения вида слева, связанного с видом спереди, необходимо указать переднюю сторону видового экрана вида спереди появляющейся объектной привязкой **Середина**.

Плавающие видовые экраны можно создавать только в пространстве **Листа**. Они рассматриваются как отдельные объекты, которые можно перемещать и масштабировать. Видовые экраны могут содержать различные изображения трехмерного объекта. Для создания в пространстве **Листа** отдельного плавающего видового экрана с изометрией модели необходимо выполнить следующие действия: **Вид → Видовые экраны → Новые видовые экраны → Одиночный (View → Viewports → New Viewports → Singl)**. Вкладка **Setup → 3D**. Вкладка **Change view to**: **SW Isometric**. Вкладка **Visual Style**: **Realistic**. Нажать клавишу <OK>. Далее ответить на подсказки в командной строке. Точками по диагонали указать положение прямоугольника видового экрана.

Видовые экраны можно редактировать, как и другие примитивы системы AutoCAD. Высветить «ручки» видового экрана, щелкнув на его границе. В строке режимов есть кнопка, щелчок по которой развертывает видовой экран до размеров всего графического экрана. Повторный щелчок по этой же кнопке возвращает изображение к прежним размерам.

Для редактирования содержимого окна необходимо, находясь в пространстве листа, дважды щелкнуть левой кнопкой мыши внутри

прямоугольного окна. Рамка прямоугольного окна выделится яркой черной линией, а выполненную внутри изометрию можно выделить и отредактировать.

Для того чтобы рамка видового экрана не была видна при распечатке, необходимо в слоях создать новый слой (**New Layer**), назвать его, например, «Рамка» и отключить вкладку этого слоя **VP Freze** (состояние замораживания относительно текущего видового экрана). Выделить рамку видового экрана, щелкнув на ней левой кнопкой мыши, и включить созданный слой. Рамка не будет видна и на экране, и на выведенном на печать чертеже (рис. 11.1).

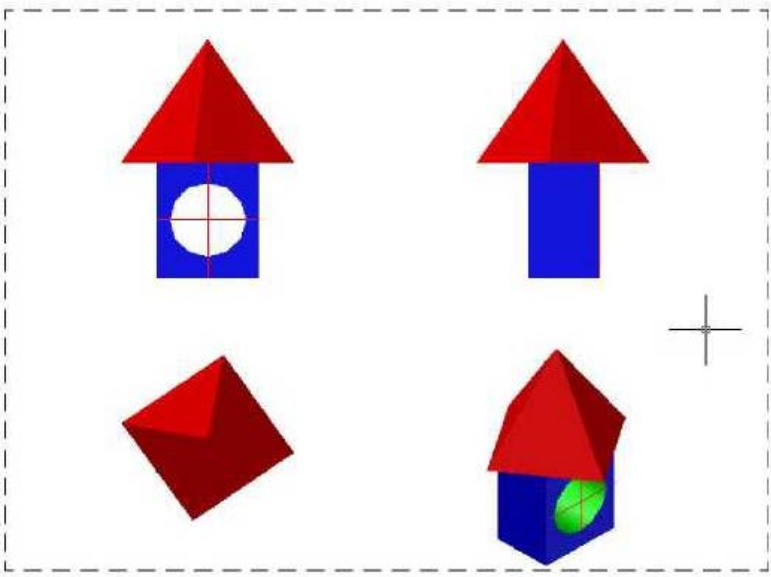


Рис. 11.1. Пример создания взаимосвязанных видов твердотельной модели геометрического тела и плавающего видового экрана в пространстве Листа

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.
2. Ознакомиться с чертежом комбинированного тела.
3. Проанализировать форму предложенного комбинированного тела.
4. **Построение параллелепипеда**, лежащего в основании комбини-

рованного тела, выполняется по указаниям к лабораторной работе 10 (пункты 4–5).

5. **Построение цилиндра радиусом 90** выполняется по указаниям к лабораторной работе 10 (пункт 6).

6. **Построение двух выступающих фланцев с отверстиями радиусом 30.** Переустановить положение ПСК: Сервис **Новые ПСК → Грань** (установка ПСК по плоскости грани трехмерного объекта). Указать прицелом переднюю грань (грань А) параллелепипеда (рис. 11.2). **Рисование → Прямоугольник** (обязательно включить режим **Orto**). Указать положение первой точки угла прямоугольника: указать середину верхнего переднего ребра параллелепипеда основания. [**Area → Dimension → Rotation**]: D. Указать положение противоположного угла [Cube, Length]: L (переход в режим указания длины параллелепипеда).

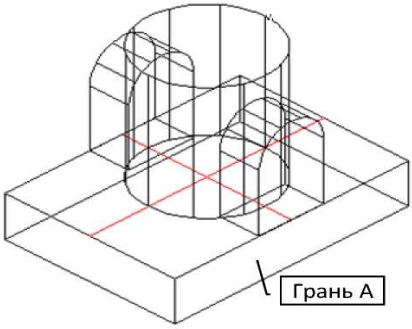


Рис. 11.2. Пример выполнения пунктов 4–6

Указать длину прямоугольника (length): 50. Указать ширину прямоугольника (width): 100.

Указать местоположение угла, противолежащего по диагонали: указать точку, щелкнув левой кнопкой мыши слева. **Изменения → Зеркало**, зеркально вправо отразить построенный прямоугольник или **Изменения → Копировать**, скопировать вправо построенный прямоугольник, точки задавать при включенных режимах **Объектная привязка и слежение**. **Рисование → Окружность**, прочертить окружность $R = 50$. За центр окружности принять верхнюю точку соединения двух прямоугольников. **Рисование → Область (Region)** – преобразует начерченные прямоугольники и окружность в область.

Выбрать объекты: указать на окружность и прямоугольник, завершить выбор, нажав клавишу <Enter>. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Объединить**, объединить в одну область построенные прямоугольники и окружность. **Рисование → Сплошные поверхности → Вытеснить.** Выдавить трехмерное комбинированное тело на: –60. Указать угол выдавливания <0>: 0. **Изменения → 3D-операции → 3D-Зеркало**, зеркально отобразить построенный трехмерный объект относительно центрального цилиндра влево. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Объединить**, объединить все поверхности в одну общую. **Рисование → Окружность**, прочертить окружность. За центр окружности принять центр окружности, прочерченной в пункте 6, R = 50 на передней части комбинированного тела. **Рисование → Сплошные поверхности → Вытеснить**. Выдавить окружность R = 30 на длину: –260. Указать угол выдавливания <0>: 0. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Вычесть**, методом вычитания построить цилиндрические отверстия радиусом R = 30.

7. **Построение цилиндрического отверстия радиусом 60.** Переустановить положение ПСК, **Сервис → Новые ПСК → Предыдущая** (или нажать соответствующую пиктограмму на инструментальной панели). **Рисование → Сплошные поверхности → Цилиндр.** Указать положение центра цилиндра: указать центр окружности верхнего основания наружного цилиндра комбинированного тела. Указать радиус: 60. Указать высоту (height): –270. **Изменения → Редактирование сплошного фона → Вычесть.** Указать объекты: указать на комбинированное тело (тот объект, из которого будет выбираться материал детали), завершить выбор, нажав клавишу <Enter>. Указать объекты: указать цилиндр, определяющий внутреннее цилиндрическое отверстие в комбинированном теле, завершить выбор, нажав клавишу <Enter>.

8. **Построение ребра жесткости** выполняется по указаниям к лабораторной работе 10 (пункт 7).

9. **Построение двух цилиндрических отверстий радиусом 30** выполняется по указаниям к лабораторной работе 10 (пункт 9).

10. **Построение сопряжений ребер параллелепипеда** выполняется по указаниям к лабораторной работе 10 (пункт 10).

11. **Построение фасок на параллелепипеде** выполняется по указаниям к лабораторной работе 10 (пункт 11) (рис. 11.3).

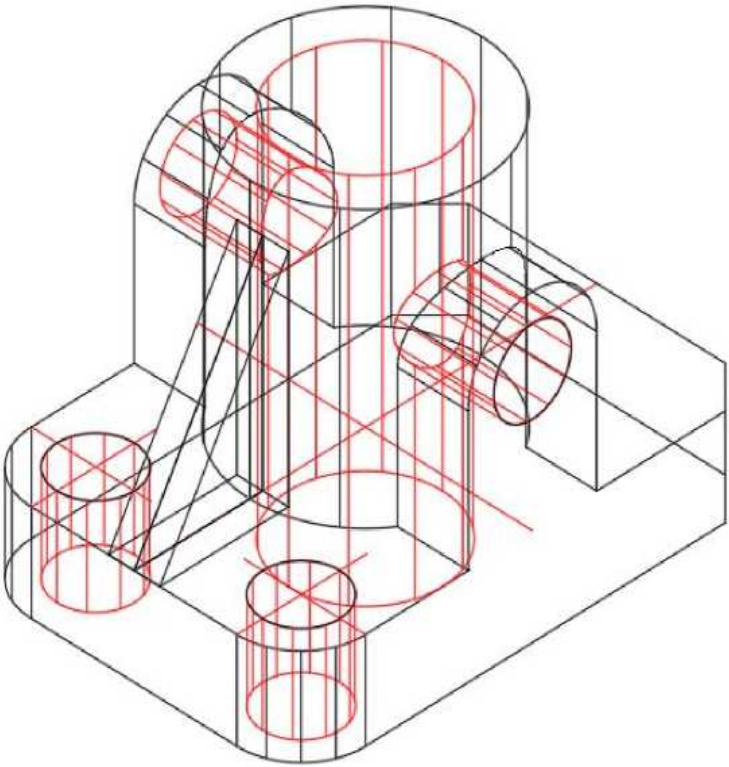


Рис. 11.3. Пример выполнения пунктов 7–11

12. **Оформление лабораторной работы. Вид → Видовой экран → Новые видовые экраны.**

В диалоговом окне указать следующие установки:

– Стандартная конфигурация: один;

– Режим: 3D;

– Вид: Ю-З изометрия;

– Визуальный стиль: концептуальный. Нажать кнопку <OK>.

Указать положение двух точек диагонали прямоугольника видового экрана (рис. 11.4).

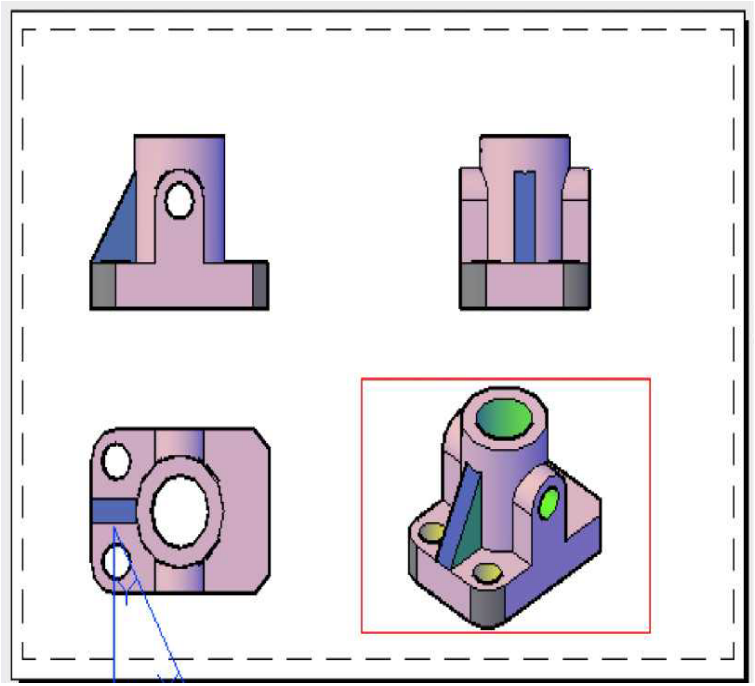


Рис. 11.4. Образец выполненного задания

Контрольные вопросы

1. Почему при редактировании трехмерных объектов невозможно использовать режим ручек?
2. Какие команды расширенного редактирования трехмерных объектов существуют в системе AutoCAD и как они вызываются?
3. Что такое пользовательская система координат (ПСК) в AutoCAD?
4. Назвать способы задания ПСК.
5. Как изменить ПСК на чертеже при выполнении построений трехмерного объекта?
6. Назвать основные команды для построения связанных проекций в пространстве Листа.

Лабораторная работа 12.
СОЗДАНИЕ 2D- И 3D-БЛОКОВ СЕЧЕНИЙ И РАЗРЕЗОВ КОМБИНИРОВАННОГО ТЕЛА И ИХ РЕДАКТИРОВАНИЕ

Цели работы:

1) изучить работу команды и ее опции, позволяющие выполнять простые и сложные разрезы на твердотельной модели в системе AutoCAD;

2) изучить работу команды, позволяющей выполнять наложенное и вынесенное наклонное сечение на твердотельной модели;

3) овладеть практическими навыками создания 2D-сечений в автоматическом режиме;

4) освоить на практике создание 3D-блоков сечений комбинированного тела и их редактирование.

Общие сведения

Выполнение разрезов. Команда **Slice** (**Разрез**) позволяет разрезать твердотельный объект заданной секущей плоскостью на две части. При этом можно удалить одну из отрезанных частей или оставить обе части на экране. Восстановить объект в первоначальном виде можно командой **Union** (**Объединить**).

Вызвать команду можно нажатием на соответствующую пиктограмму инструментальной панели **Редактирование тел** или из выпадающего меню **Modify** (**Редактирование**) → **3D Operation** (**3D-Операции**) → **Slice** (**Разрез**). После вызова команды необходимо выбрать объект, завершить выбор, а затем ответить на подсказки команды. По умолчанию заложено указание секущей плоскости тремя точками. Далее точкой указывается та часть объекта, которая должна быть сохранена. Разрезанные тела наследуют слой и цвет исходного тела, но являются новыми составными телами (рис. 12.1, 12.2).

При использовании других вариантов выполнения команды секущая плоскость может определяться плоским объектом, поверхностью, видом, осью Z, плоскостями XY, YZ, ZX, тремя точками:

– плоский объект – секущая плоскость задается предварительно прочерченным плоским объектом (кругом, эллипсом, дугой, сплайном, областью, полилинией);

– поверхность – опция позволяет непосредственно на чертеже выбрать предварительно построенную поверхность, на которой должен быть произведен разрез;

– вид – секущей плоскостью будет плоскость, параллельная теку-

щему виду (параллельная плоскости экрана) и проходящая через заданную точку;

– ось Z – задает плоскость двумя точками, первая из которых лежит на ней, а вторая определяет вектор нормали к плоскости;

– XY, YZ, ZX – задают плоскость, выровненную соответственно с плоскостью XY, YZ и ZX и проходящую через заданную точку.

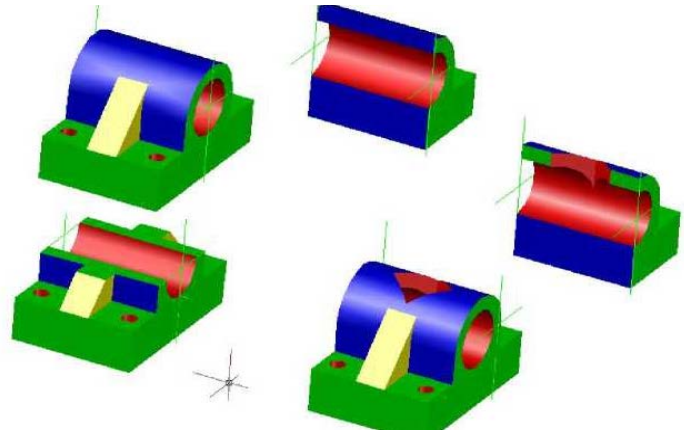


Рис. 12.1. Варианты выполнения простых разрезов плоскостями уровня на трехмерной модели

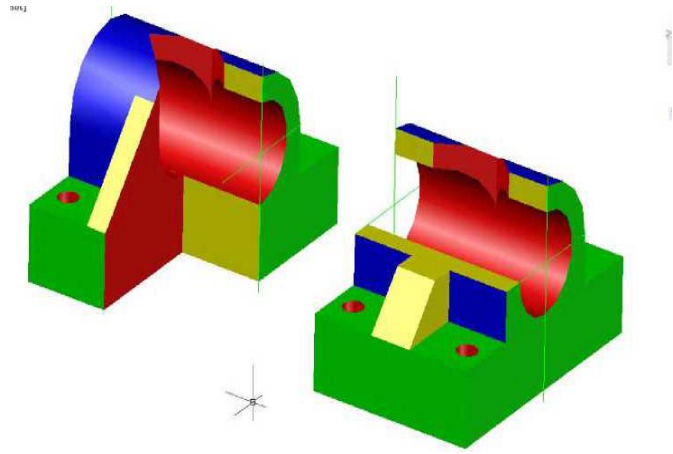


Рис. 12.2. Примеры выполнения комбинированных четвертных вырезов на модели

Выполнение сечений. В предыдущих версиях программы AutoCAD для построения сечений использовалась команда **Section** (**Сечение**). Ее можно применять и в рассматриваемой версии программы, но вызвана она может быть только из командной строки. Данная команда строит плоское наклонное или параллельное плоскостям проекций сечение, образуя замкнутую область из линии сечения. Переместив трехмерный объект на свободное поле чертежа после выполнения данной команды, открываем построенное сечение.

По умолчанию секущая плоскость задается путем указания трех точек. Другие варианты выполнения команды **Section** (**Сечение**) аналогичны рассмотренным вариантам выполнения команды **Slice** (**Разрез**).

Наклонное сечение представляет собой область, формируемую на текущем слое, а не на слое, где находится объемное тело (рис. 12.3, 12.4).

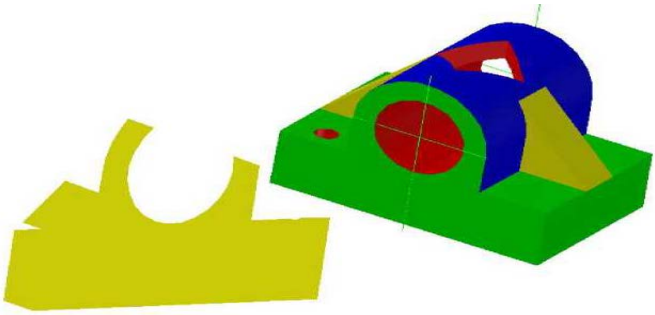


Рис. 12.3. Пример выполненного наклонного сечения на модели

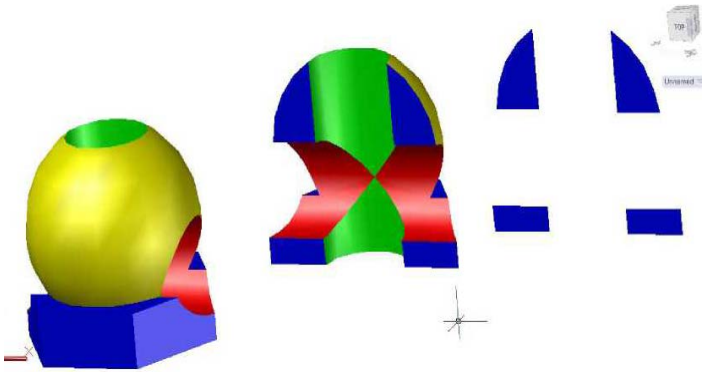


Рис. 12.4. Пример профильного разреза и сечения комбинированного тела

Для создания сечения в автоматическом режиме необходимо воспользоваться командой **SECTIONPLANE** (**Плоскссечение**) на панели инструментов **Modeling** (**Моделирование**), которая позволяет, задав предварительно положение секущей плоскости, построить плоский срез твердотельного объекта. Возможны варианты задания положения секущей плоскости:

– Select face (Указание грани) – секущая плоскость устанавливается по указанной грани тела;

– Select point to locate section line (Указание точки) – двумя точками указывается проекция плоскости сечения на плоскость XOY текущей системы координат;

– Draw section (Вычертить сечение) – множеством последовательно заданных точек строится ломаная линия, на основании которой создается проекция сложного ломаного сечения на плоскость XOY текущей системы координат;

– Orthographic (Ортогональное) – указывается плоскость сечения, параллельная одной из основных плоскостей проекций.

После выбора варианта создания секущей плоскости и завершения всех построений на экране появляется плоскость, выделенная серым цветом. При этом объект остается не рассеченным. Чтобы сечение было создано автоматически в соответствии с заданной секущей плоскостью, необходимо дважды левой кнопкой мыши щелкнуть на секущей плоскости и активировать команду **livesection**, это функция *псевдоразреза*. Объект будет рассечен.

Части трехмерного объекта, находящиеся перед секущей плоскостью, а также все другие объекты команда скрывает. Видимыми остаются только объекты, расположенные позади секущей плоскости.

Копирование объектов и расположение их перед секущей плоскостью невозможно. При удалении секущей плоскости объект, подвергшийся рассечению, восстанавливается автоматически. Повторный двойной щелчок на секущей плоскости также восстанавливает рассеченный объект, при этом становятся видимыми и все объекты, расположенные перед плоскостью.

Построенное сечение называется «живым», так как оно может динамически трансформироваться при изменении положения секущей плоскости. Это обособленный объект, который возможно перемещать на свободное поле.

С помощью оманды **SECTIONPLANE** (**Плоскссечение**) можно создавать объекты-сечения в трех режимах: **Секущая плоскость**, **Контур-сечение**, **Объем-сечение**, нажав левой кнопкой мыши на ручку

меню (треугольник) (рис. 12.5, 12.6). В зависимости от выбранного режима режущая плоскость представляется в виде 2D-плоскости, 2D-прямоугольника.

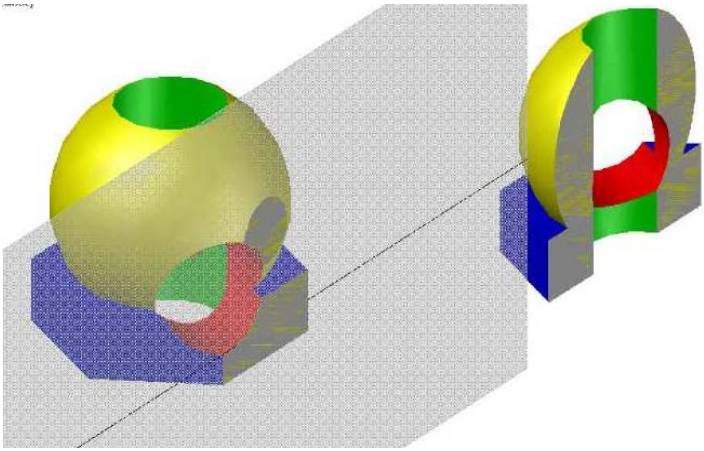


Рис. 12.5. Создание сечения модели командой SECTIONPLANE (Плоскссечение)

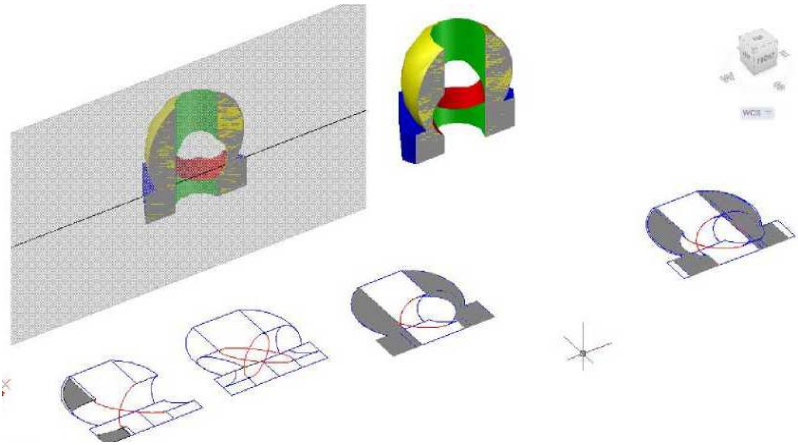


Рис. 12.6. Автоматическая трансформация сечения модели при изменении положения секущей плоскости

Особенности режимов:

– **Секущая плоскость.** На экране представлена в виде секущей линии и прозрачного указателя секущей плоскости серого цвета. Режущая плоскость расширяется неограниченно во всех направлениях;

– **Контур-сечение.** На экране 2D-прямоугольник представляет XY границы режущей плоскости. Режущая плоскость уходит в бесконечность вдоль оси Z;

– **Объем-сечение.** На экране отображается 3D-параллелепипед (ящик), который определяет границы режущей плоскости во всех направлениях.

При выборе объема-сечения отображаются различные типы ручек, которые позволяют регулировать длину, ширину и высоту режущей области, а также выполнять разные функции (рис. 12.7).

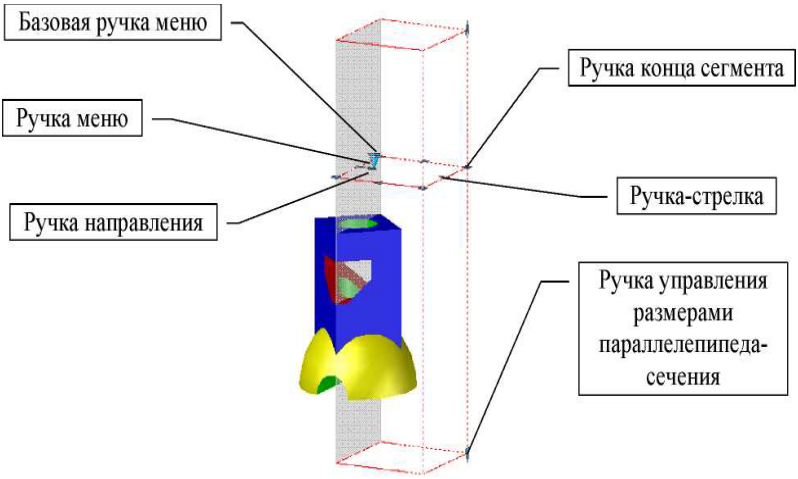


Рис. 12.7. Расположение ручек в режиме Объем-сечение

Используются следующие типы ручек:

– базовая ручка – выполняет функцию ручки базовой точки объекта- сечения для перемещения, масштабирования и поворота объекта-сечения. Она всегда находится рядом с ручкой «Меню»;

– ручка «Меню» – отображает меню режимов объекта-сечения;

– ручка «Направление» – показывает направление, относительно которого строятся и рассматриваются 2D-сечения. Для изменения направления секущей плоскости на противоположное необходимо нажать кнопку мыши на ручке «Направление»;

– ручка «Стрелка» – перемещает сегменты секущей линии в перпендикулярном им направлении. Во время перемещения сегментов их длина изменяется, но угол между смежными сегментами сохраняется;

– ручки концов сегмента – действуют аналогично ручкам полилинии, но не могут быть перемещены так, чтобы сегменты пересекались. Ручки концов сегментов отображаются в конечных точках сегментов с изломами.

Невозможно выбрать несколько ручек объекта-сечения одновременно.

Выбрав объект-сечение, можно раскрыть контекстное меню команды **SECTIONPLANE** (**Плоскссечение**) и получить доступ к следующим элементам управления, нажав правой кнопкой мыши на поле чертежа:

– Activate live sectioning (Активировать функцию псевдоразреза). Включает и отключает функцию автоматического рассечения (псевдоразреза) объекта;

– Show cut-away geometry (Показывать геометрию срезов). Отображает геометрическую структуру объекта, полученную рассечением в соответствии с параметрами, установленными в диалоговом окне **Параметры сечения**. Эта опция доступна при включенной функции псевдоразреза;

– Live section settings (Параметры псевдоразреза). Отображает диалоговое окно **Параметры сечения**;

– Generate 2D/3D section (Создание 2D/3D-сечения). Создает на поле чертежа в соответствии с объектом-сечением варианты плоского или трехмерного сечения модели в виде блоков, а также вызывает диалоговое окно для их размещения на чертеже (рис. 12.8);

– Add jog to section (Добавить излом секущей плоскости). Добавляет новый сегмент, излом к секущей линии.

Объекты-сечения, точно так же, как и другие объекты AutoCAD, имеют свойства, которые хранятся в секущей линии и могут быть открыты в палитре свойств. Например, можно изменить имя объекта, слой и тип линий, цвет, прозрачность указателя секущей плоскости. Связывание объектов-сечений с именованными видами и камерами выполняется в диалоговом окне **View Manager** (**Диспетчер видов**). Функция псевдоразреза – аналитический инструмент, позволяющий видеть геометрию среза в 3D-теле, поверхности или области в том месте, где объект-сечение пересекает твердотельную модель. Можно применять эту функцию для анализа модели, перемещая объект-сечение назад и вперед, визуализируя ее внутреннее устройство. Использование этой функции возможно только для трехмерных объектов и областей в пространстве модели системы AutoCAD. Если объект-сечение создан, функцию псевдоразреза объекта-сечения можно включить или отключить вручную, используя контекстное меню команды **SECTIONPLANE** (**Плоскссечение**).

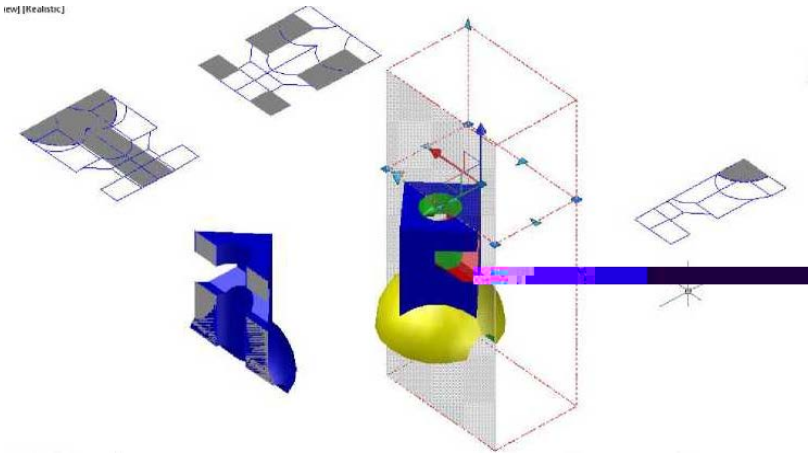


Рис. 12.8. Создание 2D- и 3D-сечений комбинированного тела
в режиме Объем-сечение

Если в чертеже имеется несколько объектов-сечений, эта функция может быть активна только для одного из них. Отключение слоя объекта-сечения не приводит к отключению функции псевдоразреза, но при замораживании слоя функция отключается.

Предусмотрена возможность создания области сечения в виде 2D-или 3D-блока в месте пересечения трехмерной модели объектом-сечением. Тип создаваемого блока задается в диалоговом окне **Создание сечения/уровня** команды **SECTIONPLANE** (**Плоскссечение**). Как 2D-, так и 3D-сечения могут быть вставлены в чертеж в виде неименованного блока или сохранены во внешнем файле в виде **Пблока**. Созданные блоки-сечения перед вставкой в чертеж можно переименовывать, поворачивать, изменять масштаб и базовую точку. Управление свойствами отображения блоков 2D/3D-сечений осуществляется в диалоговом окне **Параметры сечения** этой же команды.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.

2. Войти в систему AutoCAD. Открыть файл с созданными комбинированными геометрическими телами в лабораторных работах 10 и 11. Скопировать эти 2 тела на свободное поле чертежа.

3. **Фронтальный разрез.** Командой **Slice** (**Разрез**) выполнить

фронтальный разрез комбинированного тела из лабораторной работы 11. Использовать трехмерную объектную привязку **Середина** и указанные точки на модели: 1, 2, 3.

4. **Четвертной комбинированный вырез.** Для выполнения выреза на комбинированном теле модели из лабораторной работы 11 необходимо команду **Slice** (**Разрез**) повторить дважды: фронтальный разрез выполняется аналогично разобранному в пункте 6, профильный разрез выполняется по цилиндрическому фланцу модели с цилиндрическим отверстием (вспомогательные точки 1, 2, 3 указаны на модели № 6). Обязательным условием выполнения этого четвертного выреза является положительный ответ на запрос последней опции при выполнении обоих разрезов: **keep Both sides** – оставляет обе части разрезанного тела (рис. 12.9).

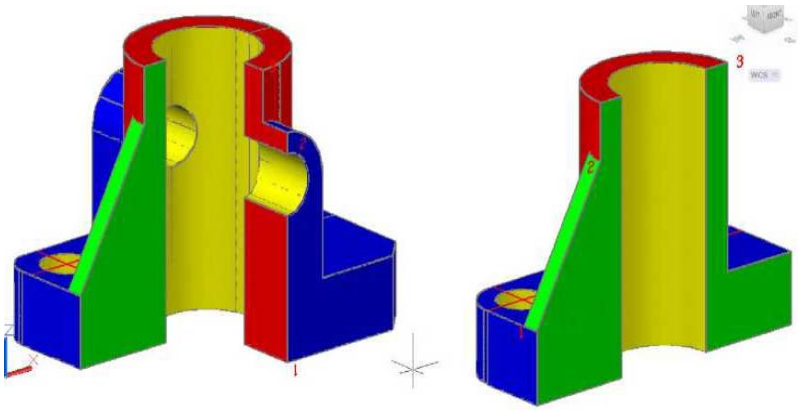


Рис. 12.9. Фронтальный разрез и четвертной комбинированный вырез на моделях геометрических тел

5. **Наклонные вынесенные сечения.** Скопировать модели № 5 и № 6 на свободное поле чертежа. Для выполнения наклонного сечения необходимо задать команду **Section** (**Сечение**) непосредственно с клавиатуры. На модели № 5 положение секущей плоскости задать тремя точками при включенной трехмерной объектной привязке 1 (середина), 2 (середина), 3 (центр). Автоматически построенное сечение вынести на свободное поле чертежа.

6. Для модели № 6 выполнить с помощью этой же команды два наклонных сечения. Для первого сечения задать точки, используя при-

вязку **Середина**: 1, 2, 3. Для второго сечения также задать точки, используя привязку **Середина**: 3, 2, 4. Построенные сечения вынести на свободное поле чертежа (рис. 12.10).

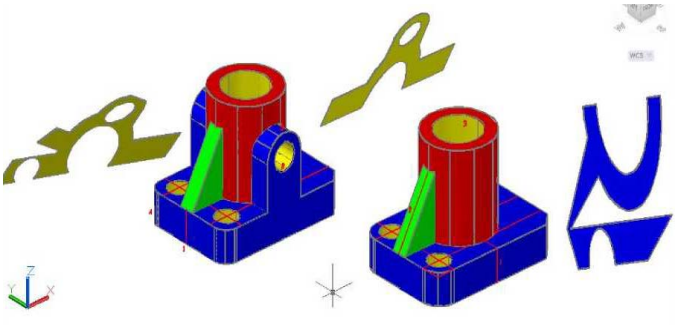


Рис. 12.10. Вынесенные наклонные сечения на комбинированных геометрических телах

7. **Создание фронтальной плоскости сечения в автоматическом режиме.** Скопировать на свободное поле модели № 5 и № 6, сцентрировать их по отношению друг к другу (центры наружных цилиндров находятся на одной общей горизонтальной линии). Используя команду **SECTIONPLANE** (**Плоскссечение**) на панели инструментов **Modeling** (**Моделирование**), положение плоскости сечения задать двумя точками по центрам цилиндров двух моделей. Активировать секущую плоскость, дважды щелкнув левой кнопкой мыши на сером поле секущей плоскости. Обе модели будут автоматически рассечены.

8. **Построение 2D-блока сечения фронтальной секущей плоскостью.** Выделить секущую плоскость, активировать стрелку-меню (сделать треугольник красным), включить функцию создания 2D-блока сечения. Ответить на подсказки: указать точку расположения сечения на поле чертежа, задать масштаб по оси X и оси Y равным 1, угол поворота – 0° (рис. 12.11).

9. **Построение 3D-блока сечения фронтальной секущей плоскостью.** Выделить созданную в пункте 7 секущую плоскость, активировать стрелку-меню, включить функцию создания 3D-блока сечения. Последовательно ответить на подсказки: указать точку расположения сечения на поле чертежа, задать масштаб по оси X и оси Y равным 1, угол поворота – 0° (рис. 12.12).

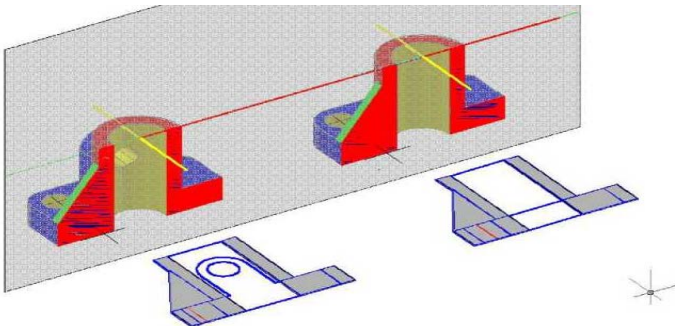


Рис. 12.11. Автоматическое построение 2D-блока сечения

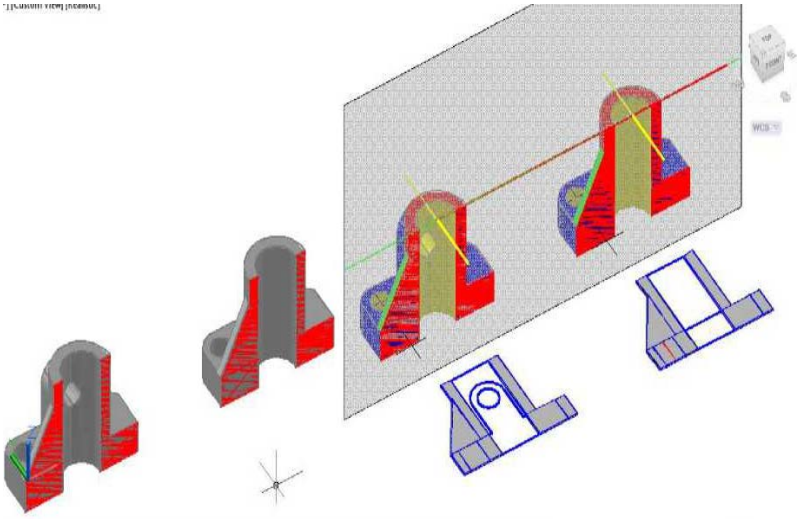


Рис. 12.12. Создание 3D-блока сечения комбинированного геометрического тела

10. **Построение 3D-блока сечения горизонтальной секущей плоскостью.** Скопировать модели № 5 и № 6 на свободное поле чертежа, сцентрировать их по отношению друг к другу (см. пункт 7). Провести вспомогательную горизонтальную линию через центр сквозного цилиндрического отверстия во фланце модели № 6 с помощью команды **SECTIONPLANE** (**Плоскссечение**) на панели инструментов **Modeling** (**Моделирование**), положение плоскости сечения задать оп-

цией **Orthographic** (**Ортогональное**) (указывается плоскость сечения, параллельная одной из основных плоскостей проекций), опция **Top** (**вид сверху**). Положение средней линии образованной секущей плоскости совместить с предварительно построенной вспомогательной горизонтальной линией. Активировать секущую плоскость. Включить функцию создания 3D-блока сечения, последовательно ответить на подсказки команды.

11. **Редактирование секущей плоскости 2D- и 3D-блока сечения.** Активировать стрелку-меню, войти в настройки меню динамического «живого» сечения **Live Section Settings**. Изменить цвет, слой, тип линий, толщину линий, параметров секущей плоскости 2D- и 3D-блока сечения. Это следующие значения: границы пересечения, фоновые линии, линии касания кривых, геометрия сечения, заполнение пересечения. Результаты редактирования представлены на рис. 12.13.

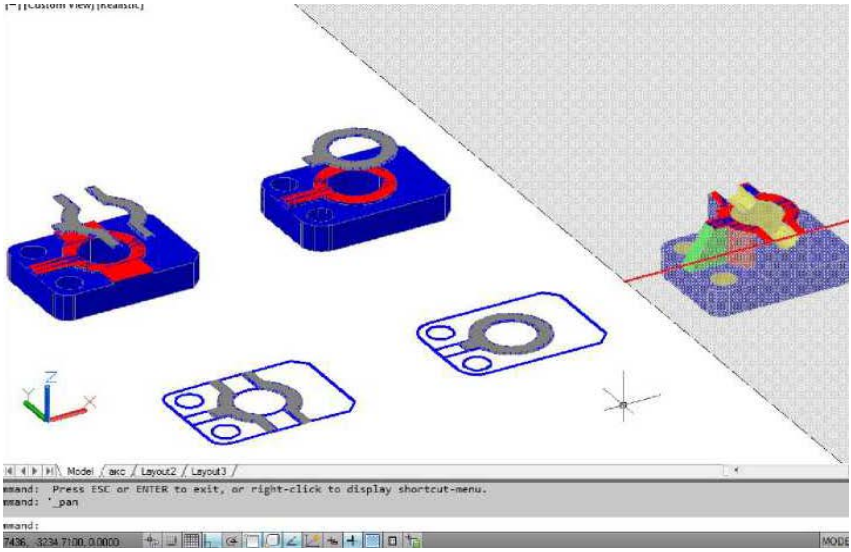


Рис. 12.13. Редактирование 2D- и 3D-блока сечения

12. **Создание 3D-блока сечения функцией Объем-сечение.** Скопировать модели № 5 и № 6 на поле чертежа, как описано в пункте 10, вместе с построенной горизонтальной секущей плоскостью. Активировать стрелку-меню левой кнопкой мыши и задать сечение в виде

3D-ящика. Ручками объема-сечения отрегулировать длину, ширину и высоту режущей области. Изменить настройки меню «живого» сечения **Live Section Settings.** Включить функцию создания 3D-блока сечения, ответить на подсказки команды (рис. 12.14).

13. Сохранить файл. Выйти из системы AutoCAD.

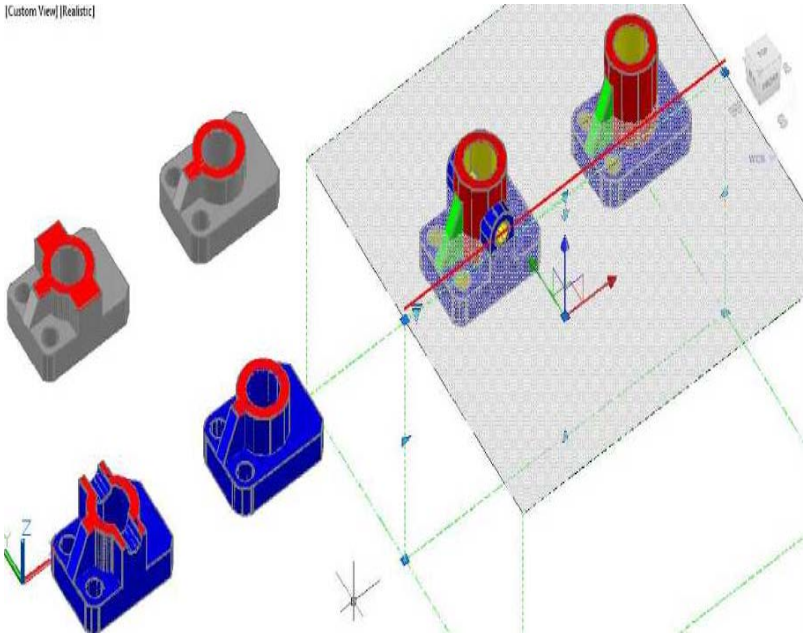


Рис. 12.14. Создание 3D-блока сечения функцией Объем-сечение

Контрольные вопросы

1. Как называется и где расположена команда, позволяющая выполнять простые и сложные разрезы на твердотельной модели в системе AutoCAD?

2. В чем заключаются принципиальные особенности работы опций данной команды?

3. Как выполнить вынесенное наклонное сечение на твердотельной модели?

4. Как создать динамическое «живое» сечение в системе AutoCAD?

5. Каким образом осуществляется построение в автоматическом режиме 2D-сечений в системе AutoCAD?

6. Как выполнить построение в автоматическом режиме 3D-блока сечения в системе AutoCAD?

7. Каким образом можно отредактировать 2D- и 3D-блоки сечения комбинированного тела?

8. Как изменить секущую плоскость на объем-сечение?

9. Назвать функции ручек 3D-ящика.

Лабораторная работа 13. СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Цели работы:

1) ознакомиться со способами создания поверхностей в системе AutoCAD;

2) изучить способы тонирования в системе AutoCAD.

Общие сведения

Поверхности: грани и сети. Для непрозрачных треугольников и четырехугольников в системе AutoCAD есть специальный объект – *грань*. Непрерывно расположенные грани могут объединяться в *сеть*. Поверхности многих трехмерных объектов могут быть представлены в виде сетей с четырехугольными или треугольными ячейками. Сеть хотя и является приближенным представлением объекта, но дает достаточно много информации о его форме и размерах. Ячейки таких поверхностей непрозрачны для операций скрытия невидимых линий, раскрашивания и тонирования.

Команда **3D-Face** (**3D-Грань**) позволяет создать поверхность, ограниченную тремя или четырьмя ребрами, причем каждая грань может быть ориентирована произвольным образом. Расположение ребер, ограничивающих создаваемую поверхность, указывают с помощью угловых точек, которые должны располагаться по часовой стрелке или против нее, но не по диагонали, иначе получится грань неправильной формы – «перекрученная».

Вызвать эту команду можно нажатием на соответствующую пиктограмму или команду раздела **Draw → Modeling** (**Рисование → Моделирование**). Далее в соответствии с подсказками команды необходимо указать координаты первой, второй, третьей и четвертой точки. Построение можно ограничить и третьей точкой. После построения одной грани поверхности система строит следующую грань.

При этом в качестве первой и второй точки будут использованы две последние точки предыдущей грани. Поверхность можно создать замкнутую и незамкнутую. Завершается выполнение команды нажатием клавиши <Enter>.

Для построения сети произвольной конфигурации можно использовать команду **3D-Mesh** (**3D-Сеть**) этого же раздела. Данный объект формируется заданием координат массива вершин сети. Возможность применения сглаживания позволяет создать этой командой поверхности более наглядные и реальные, чем рассмотренные ранее. Предварительно необходимо задать количество вершин (размер сети) в направлении **M**, затем в направлении **N**, так как в AutoCAD используется матричная система нумерации узлов сети: первый узел первого ряда имеет нумерацию 0,0; второй узел первого ряда – нумерацию 0,1. Первый узел второго ряда нумеруется 1,0; второй узел второго ряда – 1,1. Важно помнить, что нумерация сети начинается с 0. Таким образом задается месторасположение всех узлов сети. Точки не обязательно задавать в матричной последовательности, их можно указывать произвольным образом.

Созданная сеть – единый объект, для редактирования положения вершин надо выделить сеть, на вершинах которой появятся маркеры. Положение их можно изменить, используя команды редактирования и методику редактирования при помощи ручек. Возможно также расчленение сети и сглаживание ее. Для этого необходимо вызвать команду **PEdit** (**Полред**), позволяющую редактировать полилинию, и выбрать опцию **Smooth** (**Сгладить**). Важно помнить, что сглаживание осуществляется в сети с численным значением **M** и **N** больше 3.

На рис. 13.1 слева представлены два примера поверхностей, образованных с помощью команды **3D Face** (**3D-Грань**), – нормальная и «перекрученная», а справа поверхности, выполненные с помощью команды **3D Mesh** (**3D-Сеть**), – сеть 3×5 без сглаживания и после выполнения команды сглаживания.

Четыре последних пиктограммы команды **3D Face** (**3D-Грань**) – это варианты построения сложных сетей. Команда **Revsurf** (**П-Вращ**) позволяет получить поверхность, образующуюся в пространстве при вращении какого-либо объекта (определяющей кривой) вокруг оси вращения. За один сеанс выполнения команды можно повернуть только один объект. В качестве объекта вращения можно использовать: отрезок, дугу, окружность, полилинию или трехмерную полилинию. За ось вращения можно принимать отрезок или незамкнутую полилинию. Ось вращения создается до начала выполнения команды.

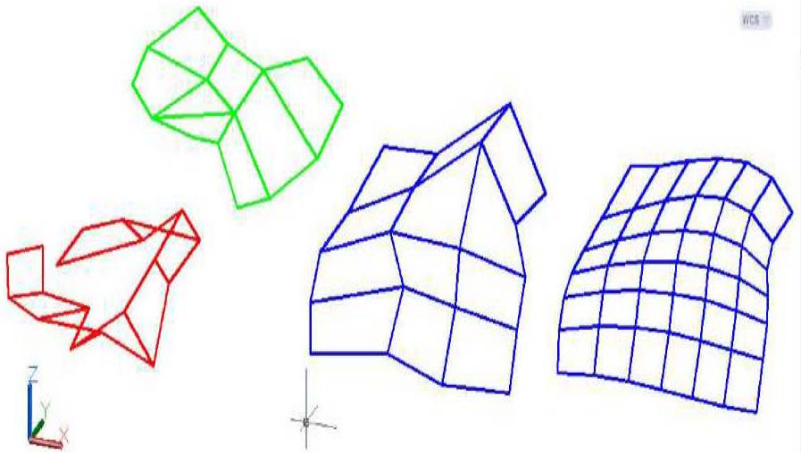


Рис. 13.1. Примеры выполнения команд 3D Face (3D-Грань) и 3D Mesh (3D-Сеть)

Команда **Tabsurf** (**П-Сдвиг**) создает поверхность сдвига, получаемую от движения образующей кривой вдоль указанного вектора. В качестве образующей может быть использован отрезок, дуга, окружность, полилиния, эллипс или эллиптическая дуга. Вектор выполняется отрезком или полилинией и может располагаться под любым углом к плоскости, в которой находится образующая кривая. Все составляющие этой поверхности вычерчиваются также заранее, до начала выполнения команды.

Команда **Rulesurf** (**П-Соед**) создает поверхность соединения, возникающую при плавном переходе от одной линии к другой. В качестве данных, образующих поверхность линий, используются отрезки, полилинии, сплайны, окружности, точки, линии, эллипсы или эллиптические дуги при соблюдении условия: оба объекта должны быть или замкнутыми, или разомкнутыми. Последовательность выбора объектов в данной команде неважна. Для получения пересекающейся поверхности указывают точки на объектах в разных плоскостях.

Команда **Edgesurf** (**П-Кромка**) создает поверхность Кунса между четырьмя кромками, образующими замкнутый криволинейный четырехугольник. Предварительно перед выполнением команды необходимо начертить четыре объекта, на которые будет натянута сеть. При этом объекты должны соприкасаться между собой без зазоров и могут быть произвольным образом ориентированы друг относительно друга. Последовательность задания объектов может быть произвольная.

Для выполнения команды необходимо в соответствии с запросами последовательно указать четыре объекта, которые будут являться образующими кривыми данной поверхности. На рис. 13.2 образующими поверхности (внизу по центру) являются три отрезка и сплайновая кривая.

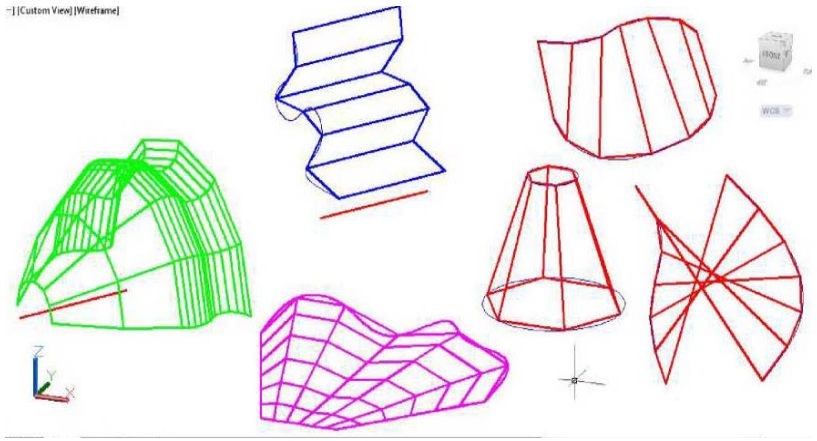


Рис. 13.2. Примеры построения сложных сетей

Во всех ранее рассмотренных командах большое значение имеют системные переменные **SURFTAB1** (регулирует плотность сети) и **SURFTAB2**. Чем больше их значение, тем больше каркасных линий используется для построения сетей и тем реальнее выглядит сама поверхность. Численные значения переменных необходимо изменять перед выполнением команд.

Тонирование трехмерных объектов. Для представления модели в процессе работы применяют различные стили визуализации, которые были рассмотрены ранее. Однако существует способ создать действительно фотореалистичное изображение готовой модели – тонирование, при котором модель отображается с учетом различных оптических эффектов. Чтобы получить более реалистичное изображение, необходимо добавить в модель источники света, позволяющие создать тени, присвоить объектам материалы и т. д. Обычно требуется выполнить несколько пробных вариантов, чтобы получить действительно качественное изображение.

Создание источников света. Все возможности для работы с источниками света предоставляет выпадающее меню раздела **View → Render → Light** (**Вид → Тонирование → Источники света**).

По умолчанию трехмерные модели в программе освещаются двумя удаленными источниками света. Воспользовавшись ползунками **Brightness** (**Яркость**), **Contrast** (**Контрастность**) и **Midtones** (**Средние тона**) этой команды в контекстном меню, можно изменить соответствующие параметры стандартного освещения. Однако в большинстве случаев таких настроек недостаточно и заложенный по умолчанию источник света слабо отражает моделируемую ситуацию, поэтому программа предоставляет возможность создавать и работать с различными световыми объектами (рис. 13.3).

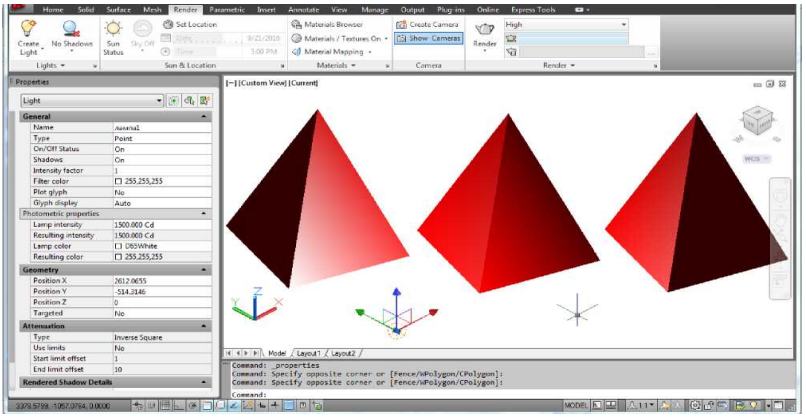


Рис. 13.3. Настройка параметров выбранного источника света с помощью палитры Properties (Свойства) источника

После выбора типа светового источника необходимо указать его местоположение и параметры, которые вводятся непосредственно из командной строки. Изменить их возможно, вызвав окно **Properties** (**Свойства**) для этого источника.

В AutoCAD можно создать следующие основные источники света:

– Point (Точка) – аналог обычной лампочки, свет от которой распространяется во всех направлениях, его интенсивность падает с удалением от источника;

– Spot (Прожектор) – источник света, световой поток от которого идет в заданном направлении, образуя конус, тем самым создавая на объектах яркие световые пятна и зоны спада освещенности вокруг световых пятен;

– Distant (Удаленный) – источник света, размещенный на значительном расстоянии, прямолинейно распространяет свет в одном

направлении, интенсивность света не меняется с расстоянием.

При добавлении в чертеж первого источника света программа спрашивает, следует ли отключать освещение, присутствующее по умолчанию. Модель может освещаться только либо созданными пользователем световыми источниками, либо освещением, присутствующим по умолчанию.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему AutoCAD. Имя файла – «План топографической поверхности».
3. Создать план топографической поверхности (рис. 13.4) при помощи сетки прямоугольных координат.

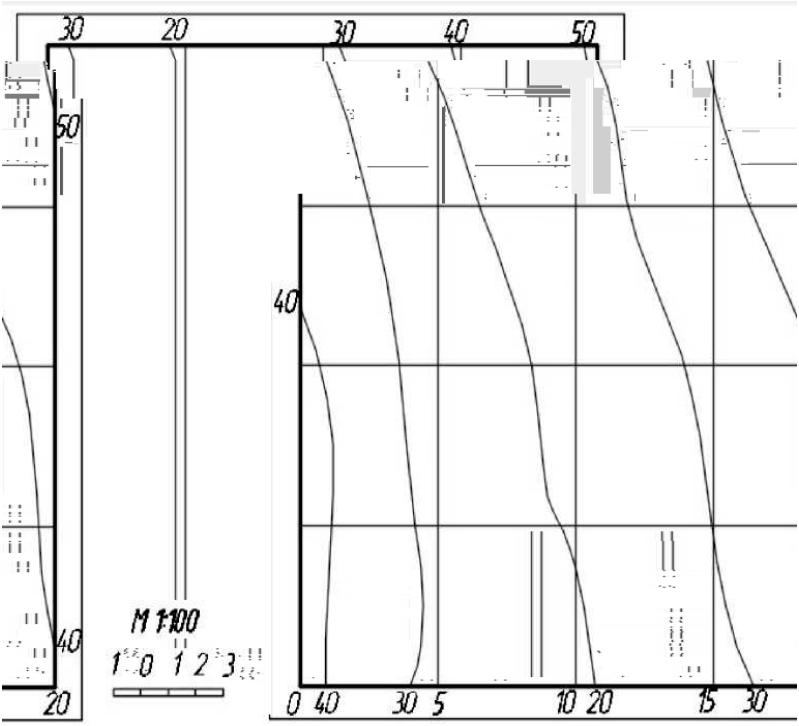


Рис. 13.4. Пример плана топографической поверхности

Горизонтали топографической поверхности в AutoCAD выполняют при помощи команды **Spline** (**Сплайн**) раздела **Рисование** сплошными тонкими линиями. Каждая пятая горизонталь выполняется утолщенной.

Отметки горизонталей топографической поверхности должны быть проставлены между рамками, ограничивающими поверхность, причем внутренняя рамка имеет толщину 1 мм, а наружная – 0,5 мм. План топографической поверхности должен сопровождаться численным и линейным масштабом.

4. Сохранить файл как «Топографическая поверхность 3D».

5. В новом документе отредактировать план таким образом, чтобы остались только горизонтали топографической поверхности с отметками (рис. 13.5). Перенести каждую горизонталь топографической поверхности на высоту, соответствующую отметке горизонтали. Численные значения отметок удалить.

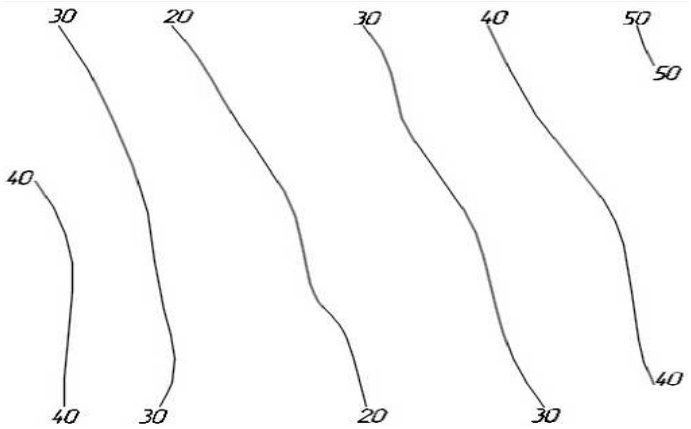


Рис. 13.5. Горизонтали топографической поверхности с отметками

6. Пользуясь командой **LOFT** (**По сечениям**) из раздела **Поверхности**, построить поверхность по сплайнам (рис. 13.6).

7. Создать массив земли. Для этого с помощью команды **BOX** (**Ящик**) выполнить ящик 150×150 произвольной высоты, вписанный в поверхность (рис. 13.7).

8. Пользуясь командой **SLICE** (**Разрез**), выполнить разрез ящика топографической поверхностью. Верхнюю часть ящика и топографическую поверхность удалить (рис. 13.8).

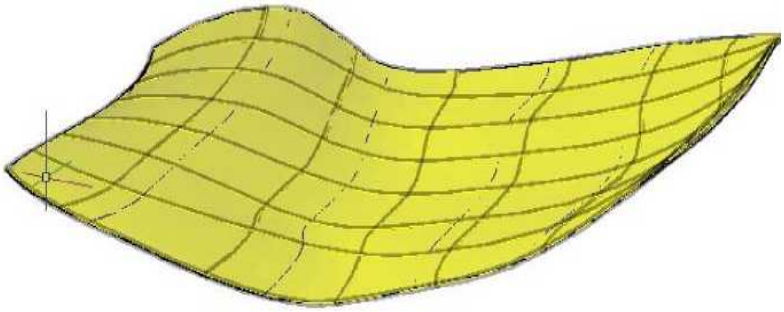


Рис. 13.6. Топографическая поверхность, созданная при помощи команды LOFT (По сечениям)

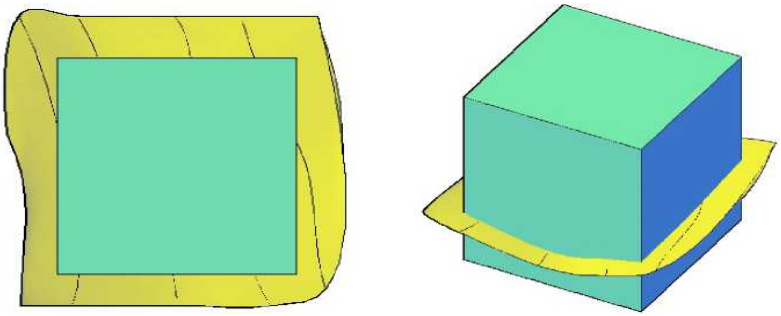


Рис. 13.7. Создание массива земли

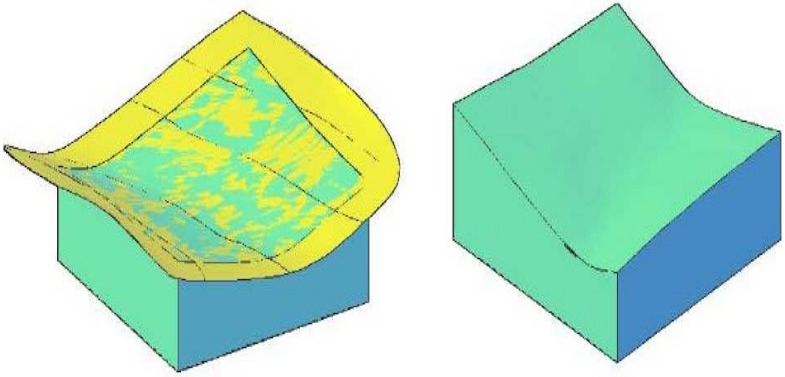


Рис. 13.8. Топографическая поверхность с массивом земли

9. Создать источник света (тип, удаленность и параметры задать самостоятельно).

10. Сохранить файл в папке с номером группы. Выйти из AutoCAD.

Контрольные вопросы

1. Что такое грань, сеть в системе AutoCAD?
2. Каким образом можно создать грань? Как создать сеть?
3. Каким образом осуществляется редактирование сети?
4. Назвать способы построения сложных сетей и поверхностей.
5. Что такое тонирование? Для чего оно используется?
6. Какие источники света можно создавать в системе AutoCAD?

Лабораторная работа 14.
ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМУ КОМПАС-3D

Цели работы:

1) ознакомиться с интерфейсом системы КОМПАС-3D;
2) изучить способы задания параметров чертежа.

Общие сведения

Запуск программы КОМПАС-3D. Наведите курсор на меню **Пуск → Все программы → АСКОН → КОМПАС-3D** или нажмите на соответствующий программе ярлык на рабочем столе.

Настройка параметров системы программы КОМПАС-3D. Настройка параметров системы КОМПАС-3D означает выбор параметров оформления чертежа в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД), которые наилучшим образом соответствуют выбранному вами формату чертежа, а также и других стандартов.

На панели головного меню (рис. 14.1) выберите закладку **Сервис → Профили**. В появившемся окне выберите профиль **mCAD → Применить → Выход** (окно с приложением закроется).

Создайте документ через головное меню **Файл → Создать → Чертеж**. В появившемся документе зайдите в головное меню (вверху): закладка **Окно → Показать закладки** (установите галочку).

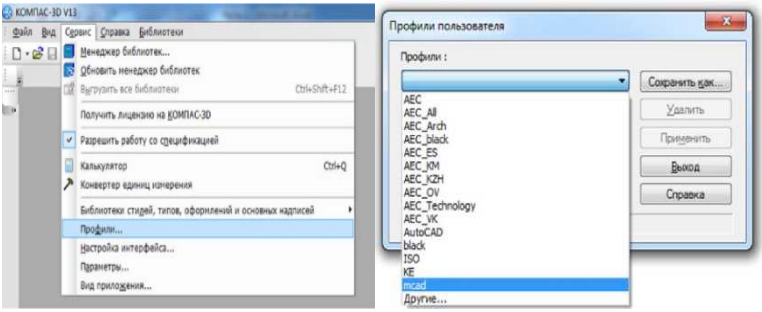


Рис. 14.1. Настройка программы КОМПАС-3D

В компактной панели инструментов (слева вертикально) найдите панель **Виды** (ниже), выберите команду **Создать новый вид**. Переместите курсор мыши примерно в центр вашего формата и зафиксируйте (левая кнопка мыши) новое положение плоскости вида с системой координат, как это показано на рис. 14.2.

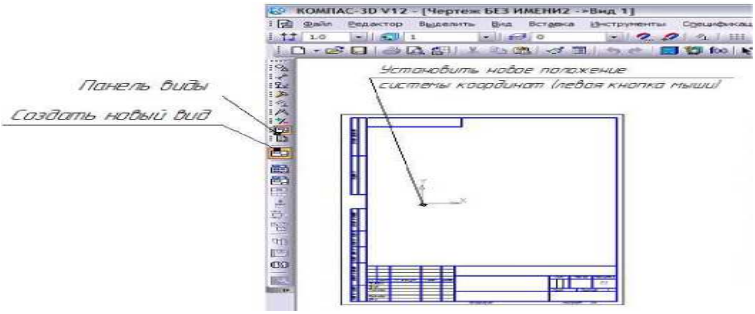


Рис. 14.2. Создание новой плоскости вида

Выберите в головном меню (вверху) **Вид** → **Дерево чертежа** или **Дерево построения** (установите галочку). В документе **Чертеж** появится окошко с деревом построения (рис. 14.3).

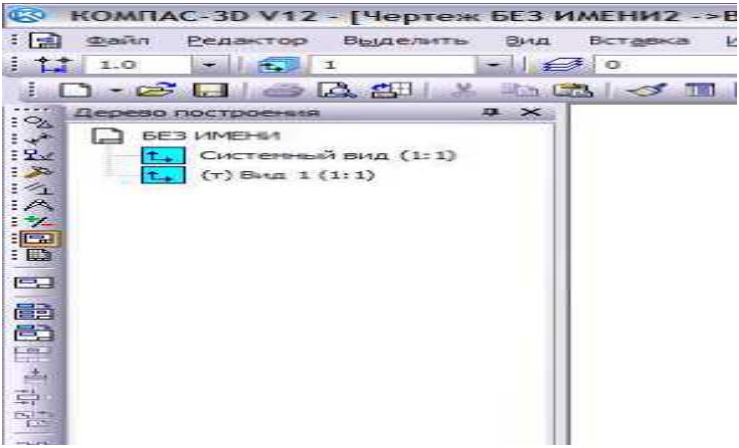


Рис. 14.3. Дерево построения

Пример: построить окружность диаметром 40.

1. В компактной панели инструментов (рис. 14.4) выберите панель **Геометрия**, ниже активируйте команду **Окружность**. После нажатия команды **Окружность** внизу по умолчанию появится панель свойств активной команды **Окружность**.

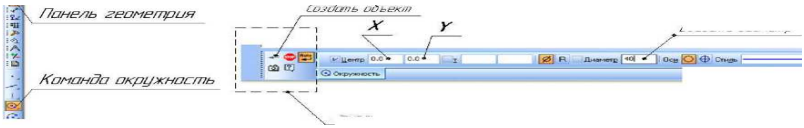


Рис. 14.4. Панели Геометрия и редактирования объекта

2. Установите координату центра окружности, для этого наведите курсор в ячейку поля X и введите 0, нажмите на клавиатуре клавишу <Tab> (переход из одной ячейки в другую), введите в ячейку поля Y 0, нажмите клавишу <Enter>. Переведите курсор в ячейку диаметр (радиус) и установите 40, нажмите клавиши <Ctrl> + <Enter>.

3. Установите диаметральный размер. Для этого в компактной панели инструментов (рис. 14.5) выберите панель **Размеры**, ниже активируйте команду **Диаметральный размер** и наведите курсор на построенный контур окружности (окружность станет красного цвета), щелкните один раз левой кнопкой мыши. Зафиксируйте появившийся фантом размера нажатием левой кнопки мыши. Нажмите клавишу <Esc>.

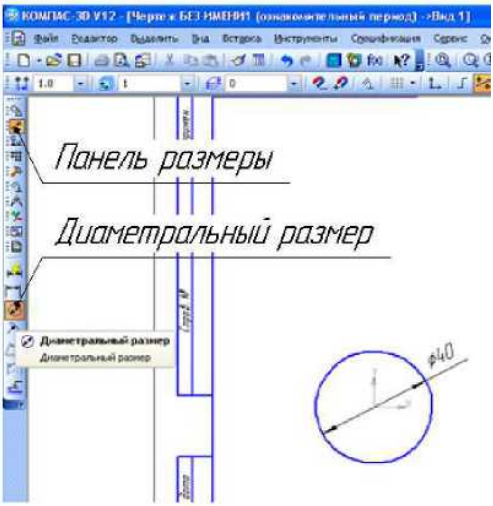


Рис. 14.5. Панель Размеры

4. Наведите курсор мыши на строку **Вид 1** (1:1) и щелкните правой кнопкой мыши на строку (контекстное меню), выберите строку **Параметры вида**. Внизу по умолчанию в панели свойств установите масштаб 2:1. После выбора масштаба нажмите **Создать объект** на панели специального управления в панели свойств (рис. 14.6).

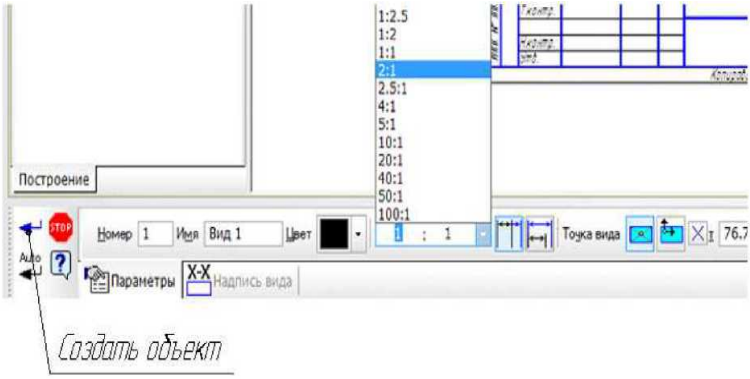


Рис. 14.6. Панель редактирования свойств Вида

Формат. Формат бумаги – это стандартизованный размер бумажного листа. В разных странах в разное время были приняты в качестве стандартных листов различные форматы. В настоящее время доминируют две системы: международный стандарт (А5, А4, А3, А2, А1, А0), североамериканский стандарт.

Форматы подразделяются на основные и дополнительные. К основным форматам относятся формат с размерами сторон 1189×841 мм (площадь 1 м^2) и другие форматы, полученные путем последовательного деления предыдущего основного формата на две равные части – линией, параллельной меньшей стороне предыдущего формата. Размеры сторон формата площадью 1 м^2 выбраны таким образом, чтобы при делении пополам большей стороны формата получался прямоугольник, подобный исходному.

Дополнительные форматы образуются увеличением коротких сторон основных форматов в n раз, где n – целое число. Обозначение основных форматов состоит из буквы А и арабской цифры от 0 до 5. Обозначение дополнительных форматов состоит из обозначения основного формата и его кратности. Размеры основных и дополнительных форматов приведены в табл. 14.1.

Таблица 14.1. **Форматы бумаги**

Основные форматы		Дополнительные форматы	
Обозначение	Размеры, мм	Обозначение	Размеры, мм
А0	841×1189	А0×2	1189×1682
		А0×3	1189×2523
А1	594×841	А1×3	841×1783
		А1×4	841×2378
А2	420×594	А2×3	594×1261
		А2×4	594×1682
		А2×5	594×2102
А3	297×420	А3×3	420×891
		А3×4	420×1189
		А3×5	420×1486
		А3×6	420×1783
		А3×7	420×2080
А4	210×297	А4×3	297×630
		А4×4	297×841
		А4×5	297×1051
		А4×6	297×1261
		А4×7	297×1471
		А4×8	297×1682
		А4×9	297×1892
А5	148×210	–	–

Порядок изменения формата листа:

1. В головном меню выберите закладку **Сервис → Менеджер документа**, в диалоговом окне поменяйте формат на формат А3 горизонтального расположения (**Ориентация**) (рис. 14.7).

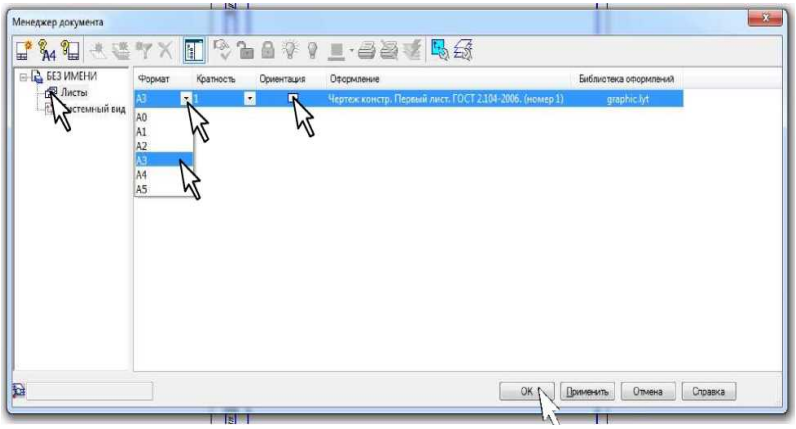


Рис. 14.7. Менеджер документа

2. Выделите окружность с размером с помощью рамки (левая кнопка мыши) или нажмите сочетание клавиш <Ctrl> + <A> (выделить все), изображение выделится и станет зеленого цвета.

3. Наведите курсор мыши на «зеленое», нажмите левую кнопку мыши, удерживая, переместите изображение в середину формата А3 (рис. 14.8).

Последующие листы. В головном меню выберите закладку **Сервис → Менеджер документа**, в появившемся окне нажмите на значок **Создать лист**, в окне появится новая строка формата (рис. 14.9).

В программе можно поменять не только формат, но и оформление (например, спецификация, ведомость дипломного проекта, текстовый документ и др.). Для примера поменяйте оформление второго листа (Чертеж конструкторский. Посл. листы. ГОСТ 2.104-2006) на оформление (Спецификация. Первый лист. ГОСТ 2.106-96 Ф1) (рис. 14.10).

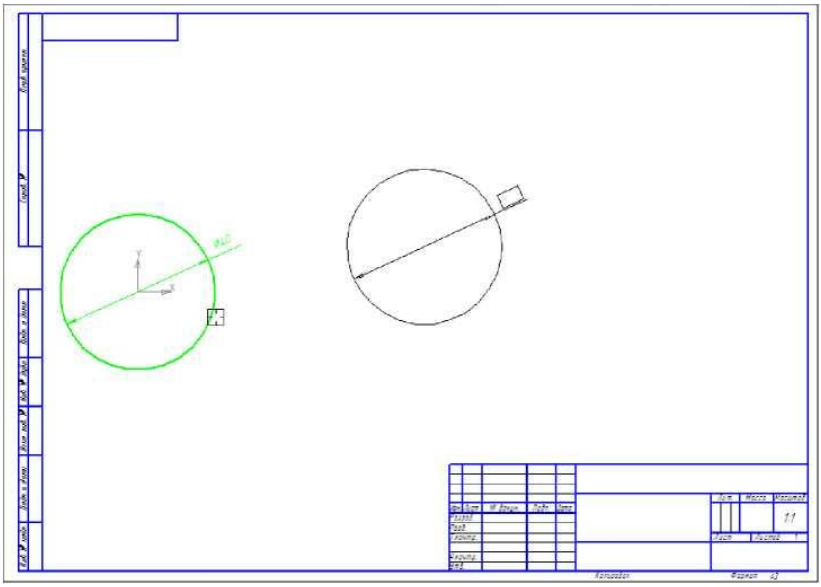


Рис. 14.8. Перемещение объектов

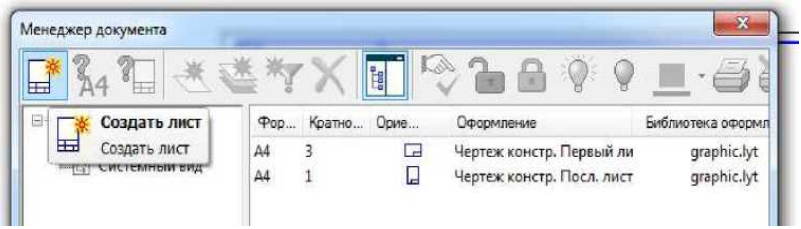


Рис. 14.9. Создание дополнительного листа

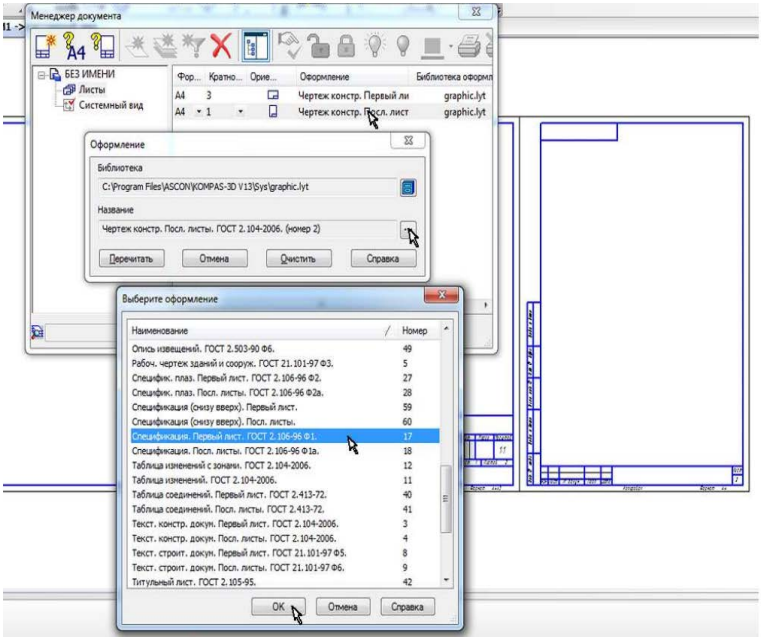


Рис. 14.10. Редактирование оформления чертежа

Основные надписи выполняются согласно **ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи.** Настоящий стандарт устанавливает формы, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах, предусмотренных стандартами Единой системы конструкторской документации.

Содержание, расположение и размеры граф основных надписей, дополнительных граф к ним, а также размеры рамок на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1, а в текстовых документах – формам 2, 2а и 2б.

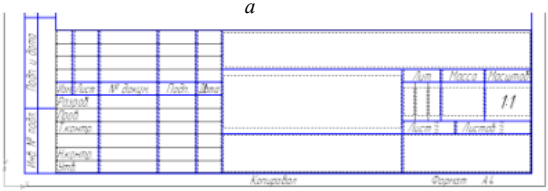
Допускается для последующих листов чертежей, схем и текстовых документов применять форму 2а.

Порядок выполнения надписи:

1. В главном меню выберите **Файл → Создать → Чертеж → ОК**.

2. Наведите курсор на основную надпись и щелкните по ней 2 раза (левая кнопка мыши), основная надпись перейдет в редактирование (рис. 14.11, *а*).

а



б

№ п/ п.	Наименование
1	Шифр документа (ДП, ЛР, РГР и др.)
2	Факультет (ЛТФ, ФЭО, ТФ, СХФ)
3	Три последние цифры зачетки или студенческого
4	Номер основной сборочной единицы, входящей в изделие
5	Номер детали и сборочных единиц, входящих в основные сборочные единицы
6	Код документа (при заполнении основного документа поле не заполняется) (ПЗ, ВД, СБ, ВО, Э1 ... Э0, ТЧ, ГЧ, МЧ, ТУ и др.)
7	Название чертежа
8	Обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей)
9	Наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ (графу не заполняют если различительный индекс содержится в обозначении документа);

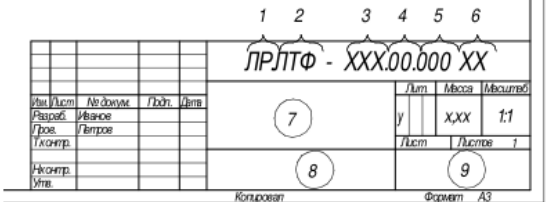


Рис. 14.11. Порядок формирования основной надписи

3. Заполните основную рамку согласно рис. 14.11, *б*. В пункт 7 напишите название детали «**Пластина**». Позиция 8 – материал можно выбрать через головное меню **Вставка → Текстовый шаблон**. В появившемся диалоговом окне выберете **Материалы → Цветные металлы → Алюминий и сплавы → Д16 ГОСТ 4784-97**, выбранный материал внесите в основную рамку. Масса детали – 1,57 кг. Осталь-

ные позиции внесите самостоятельно. По окончании заполнения основной надписи нажмите клавиши <Ctrl> + <Enter>.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему КОМПАС-3D.
3. Создать документ с произвольным названием.
4. Создать 3 рабочих листа, имеющих следующие размеры: А4, А4×8, А2.
5. Создать круг диаметром 120.
6. Указать диаметр круга и его радиус.
7. Используя функционал программы КОМПАС-3D, увеличить масштаб круга до 100:1.
8. Заполнить основную рамку чертежа. В качестве названия чертежа принять слово «Круг», материал изделия – «Титан».
9. Сохранить чертеж в своей рабочей папке.
10. Закрыть программу КОМПАС-3D.

Контрольные вопросы

1. Назначение системы КОМПАС-3D.
2. Обслуживающие и проектирующие подсистемы КОМПАС-3D.
3. Способы ввода и редактирования геометрических примитивов.
4. Способы создания видов.

Лабораторная работа 15.
СОЗДАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ И ПОСТРОЕНИЕ ДЕТАЛИ В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D

Цели работы:

1) ознакомиться с типами графических примитивов системы КОМПАС-3D;
2) ознакомиться с режимами рисования системы КОМПАС-3D;
3) научиться использовать основные команды создания графических примитивов, а также их опции.

Общие сведения

Построение отрезка 1. Создайте документ через головное меню **Файл → Создать → Фрагмент**. В панели инструментов (рис. 15.1) выберите панель **Геометрия** и активируйте команду **Отрезок**.

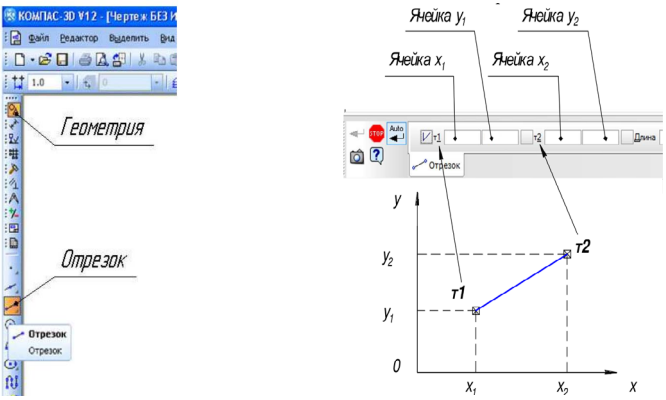


Рис. 15.1. Пример построения отрезка

Заданы координаты концов отрезка Т1 (0, 0) и Т2 (50, 60). Подведите курсор к ячейке x_1, введите координату 0 с помощью клавиатуры. Далее нажмите клавишу <Tab>, введите координату y_1 0, нажмите клавишу <Tab>, введите координату x_2 50, нажмите клавишу <Tab>, введите координату y_2 60, нажмите клавишу <Enter> или <Ctrl> + <Enter>, отрезок построится автоматически.

Уменьшите изображение с помощью колесика мыши (покрутить колесико мыши), нажмите клавишу <F9>. Попробуйте сдвинуть лист документа, для этого нажмите на колесико мыши, на курсоре отобразится значок <сдвинуть>, переместите мышь в сторону, изображение сдвинется.

Редактирование отрезка. Нажмите клавишу <Esc> (клавиатура) или Stop на панели специального управления.

Наведите курсор на построенный отрезок, щелкните по нему 2 раза (левая кнопка мыши), после этого активируется панель свойств (внизу). Установите курсор в ячейку поля x_2 и отредактируйте значение 49.9344 на 50, нажмите клавишу <Tab>, поменяйте значение поля y_2 59.9213 на 60. Нажмите на панели специального управления команду **Создать объект** и панель свойств закроется.

Чтобы не произошла ошибка (вводили целые значения координат, а при построении получили дробные значения координат), при работе с координатами точек Т1 и Т2 обязательно отключите кнопку **Округление** (<F7>), которая находится на панели **Текущее** (рис. 15.2).

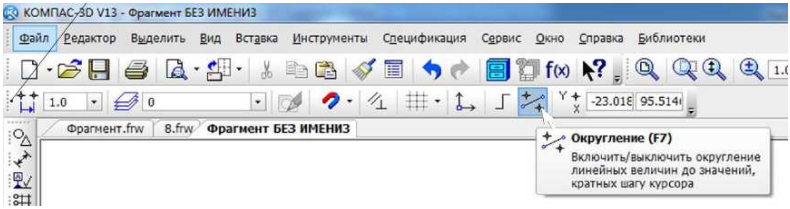


Рис. 15.2. Включение и отключение функции Округление

Построение отрезка 2. Зная координаты первой точки Т1 (координата первой точки второго отрезка Т1 равна координате второй точки первого отрезка), длину и угол наклона к оси x, выберите команду **Отрезок**, наведите курсор на координату второй точки первого отрезка, на курсоре появится привязка **Ближайшая точка** (рис. 15.3), и нажмите один раз левую кнопку мыши, координата первой точки зафиксируется. В ячейку <длина> введите 100, нажмите клавишу <Enter>, в ячейку <угол> введите 0, нажмите клавишу <Enter> или клавиши <Ctrl> + <Enter>, отрезок построится автоматически.

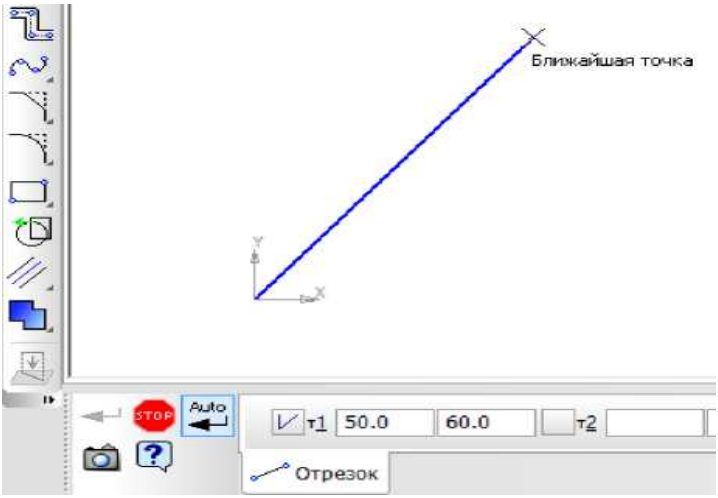


Рис. 15.3. Пример выполнения привязки

Построение отрезка 3. Аналогично построению второго отрезка наведите курсор на координату второй точки первого отрезка, установите координату первой точки третьего отрезка. В ячейку <длина>

введите 50, нажмите клавишу <Enter>, в ячейку <угол> введите 90, нажмите <Enter> или <Ctrl> + <Enter> (рис. 15.4).

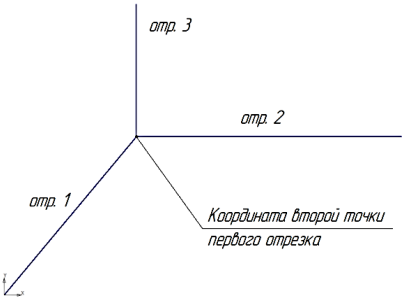


Рис. 15.4. Пример построения трех линий

Построение параллельного отрезка (отрезок 4). Наведите курсор на команду **Отрезок** (слева), нажмите левую кнопку мыши и удерживайте ее, появится панель расширенных команд, выберите параллельный отрезок (отпустите левую кнопку мыши на выбранной команде). Наведите курсор на отрезок 2 (отрезок станет красного цвета), щелкните один раз мышью по отрезку (левая кнопка). Переведите курсор на координату второй точки третьего отрезка и зафиксируйте координату первой точки (левая кнопка мыши), введите длину 70 (внизу) в панели свойств, нажмите клавишу <Enter> или <Ctrl> + <Enter>. Результат построения приведен на рис. 15.5.

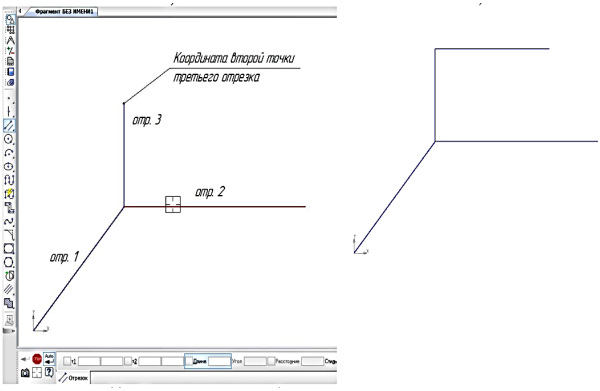


Рис. 15.5. Результат построения линии 4

Построение перпендикулярного отрезка (отрезок 5). Выберите перпендикулярный отрезок на панели расширенных команд. Наведите курсор на отрезок 2, щелкните один раз мышью по отрезку, переместите курсор на координату второй точки 4 отрезка и зафиксируйте координату (левая кнопка мыши) (рис. 15.6). После того как зафиксировали координату первой точки пятого отрезка, опустите курсор вниз и зафиксируйте координату второй точки произвольно (левая кнопка).

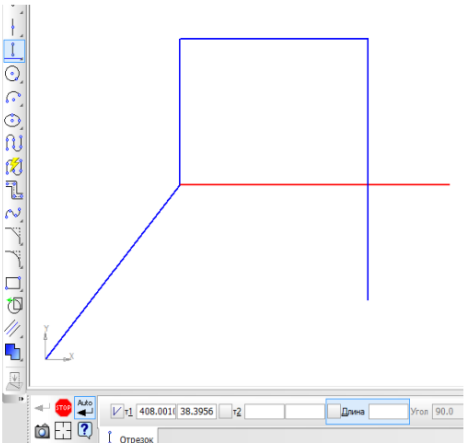


Рис. 15.6. Результат построения отрезка 5

Усечение объектов. В компактной панели инструментов (слева) активируйте панель **Редактирование**, выберите команду **Усечь кривую**. Наведите курсор, как это показано на рис. 15.7, и удалите ненужные части отрезков, последовательно нажимая левую кнопку мыши.

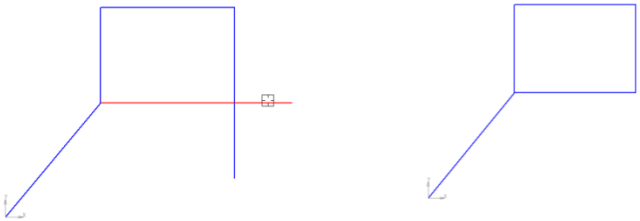


Рис. 15.7. Усечение объектов

Удаление объектов. Нажмите клавишу <Esc>. Для того чтобы удалить объекты, их сначала нужно выделить. Выделить объекты можно рамкой или левой кнопкой мыши, удерживая клавишу <Ctrl>. Выделите объекты рамкой (курсор мыши ведите слева направо, удерживая левую кнопку мыши). Выделенные объекты перейдут в зеленый цвет, после выделения нажмите на клавиатуре клавишу <Delete>. Результаты удаления представлены на рис. 15.8.

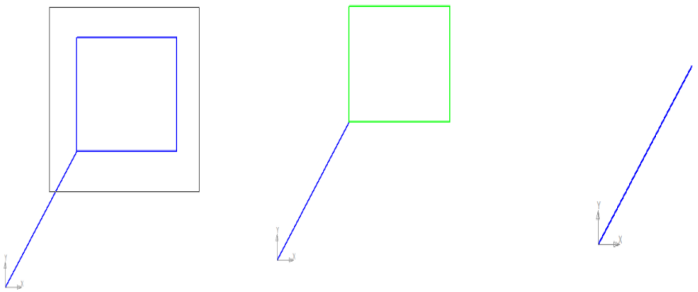


Рис. 15.8. Удаление объектов

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы и исходными данными для ее выполнения (прил. 6).
2. Войти в систему КОМПАС-3D.
3. Создать документ с произвольным названием.
4. Создать рабочий лист формата А4.
5. На панели головного меню выбрать закладку **Файл → Создать → Чертеж → ОК**. В компактной панели инструментов (слева) найти панель **Виды**, выбрать команду **Создать новый вид**. Установить новую плоскость **вида** справа от формата.
6. В компактной панели инструментов выбрать панель **Обозначения**, выбрать команду **Осевая линия по двум точкам.** С помощью мыши установить курсор в начало координат и нажать левую кнопку мыши, первая координата точки зафиксируется. В строке **Параметры** (панель свойств) ввести значение длины осевой линии 200, нажать клавишу <Tab>, ввести угол 0, нажать клавишу <Enter> или клавиши <Ctrl> + <Enter>, отрезок построится автоматически.
7. В компактной панели инструментов выбрать панель **Геометрия,** ниже активировать команду **Отрезок**. С помощью мыши установить

курсор в начало координат и нажать левую кнопку мыши, координата первой точки зафиксируется. Ввести длину второго отрезка 50, угол 90. Третий отрезок длиной 100, угол 0, координата первой точки равна координате второй точки второго отрезка. Четвертый отрезок длиной 90, угол 90, координата первой точки равна координате второй точки первого отрезка (осевая линия). Пятый отрезок длиной 100, угол 180, координата первой точки равна координате второй точки четвертого отрезка (рис. 15.9).

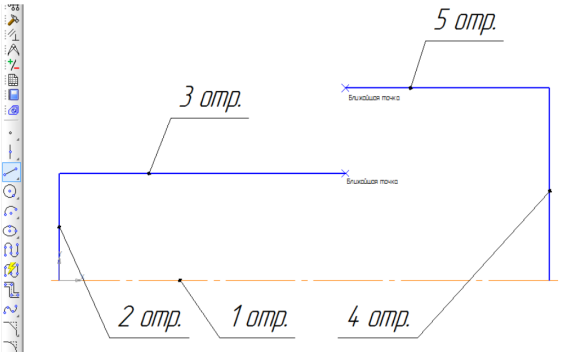


Рис. 15.9. Пример выполнения пункта 7

8. Далее построить фаску. Для этого активировать на панели **Геометрия** команду **Фаска**. Строка параметров для этой команды показана на рис. 15.10.

Рис. 15.10. Панель свойств параметров построения фаски

Активировать параметр **Фаска по длине и углу**. Поле длины фаски активно, поэтому ввести в ячейку **Длина1** 12 и нажать клавишу <Enter>, поле угла фаски становится активным. Установить значение угла 45°, нажать клавишу <Enter>. Подвести курсор к одной стороне прямой и нажать левую кнопку мыши, затем к другой (рис. 15.11). Фаска построена. Выполнить построение второй фаски самостоятельно.

Рис. 15.11. Построение фаски

Для построения фаски с катетом 20 мм и угол 60° установить соответствующие значения в полях длины фаски 20 и угол 30°. Для построения угла фаски, отличающегося от угла 45°, важно правильно выбрать первое положение курсора. Так как длину фаски 20 определяет горизонтальный размер, необходимо первым указать горизонтальный отрезок, затем вертикальный (рис. 15.12).

Рис. 15.12. Построение фаски с углом 60°

9. **Построение скругления.** Для построения скругления R12 на панели **Геометрия** выбрать команду **Скругление**. В панели свойств вве-

сти радиус скругления 12 и на чертеже с помощью курсора указать соответствующие отрезки, отр. 6 и отр. 3. Скругление построится автоматически (рис. 15.13).

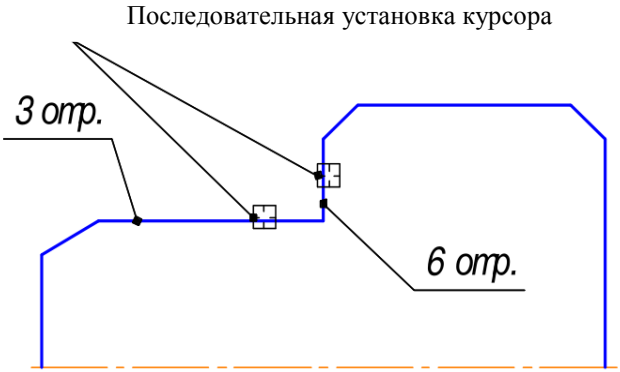


Рис. 15.13. Последовательность построения скругления

10. **Выполнение симметрии.** Чтобы отобразить контур относительно оси симметрии, сначала его необходимо выделить рамкой, для этого перед выполнением следует нажать клавишу <Esc> (можно несколько раз), навести курсор и указать рамку (удерживая левую кнопку мыши). Рамку вести справа налево. После выделения объектов рамкой выбрать панель **Редактирование**, активировать команду **Симметрия**. Навести курсор на отрезок 1, произвольно выбрать сначала одну точку, затем вторую на осевой линии, контур построится. Нажать клавишу <Esc> (рис. 15.14).

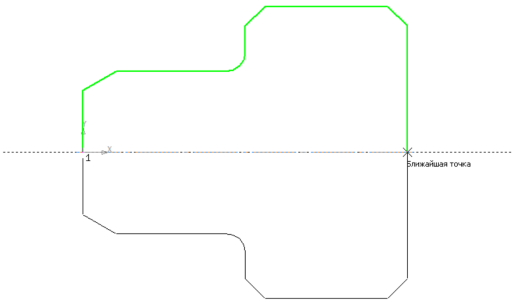


Рис. 15.14. Результат выполнения команды Симметрия

11. Для построения горизонтальной прямой, определяющей на разрезе отверстие диаметром 40 мм, выбрать команду **Окружность** в панели **Геометрия**. Зафиксировать центр окружности в начале координат и ввести диаметр 40, нажать клавишу <Enter> или клавиши <Ctrl> + <Enter>, и окружность построится автоматически, как показано на рис. 15.15.

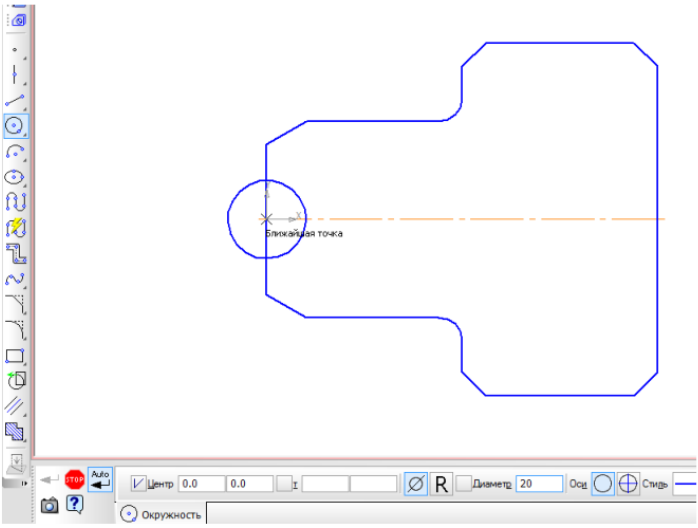


Рис. 15.15. Построение окружности

12. Выбрать команду **Отрезок**, зафиксировать координату первой точки Т1 (нажатием левой кнопки мыши) так, как показано на рис. 15.16, ввести длину 200, угол 0, по окончании нажать клавишу <Enter> или <Ctrl> + <Enter>, отрезок построится автоматически. Нажать клавишу <Esc>.

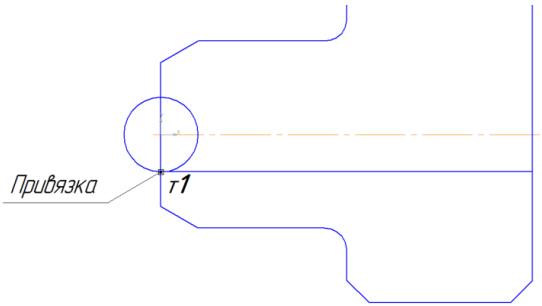


Рис. 15.16. Построение отрезка

13. **Удаление окружности.** Навести курсор на окружность, щелкнуть левой кнопкой мыши один раз, нажать клавишу <Delete>, окружность удалится.

14. Для построения фаски с катетом 8×45° на панели **Геометрия** вызвать команду **Фаска**. Ввести данные значения катета 8 и угол 45° и построить фаску (рис. 15.17).

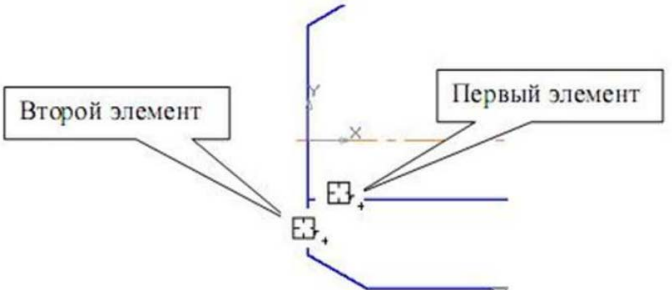


Рис. 15.17. Построение фаски с катетом 8×45°

15. Построение фаски с диаметром 64 и углом 60°. Для построения фаски, заданной диаметром и углом, необходимо выбрать команду **Окружность** в панели **Геометрия**. Центр окружности зафиксировать в точке Т2 первого отрезка, ввести диаметр окружности 64, нажать клавишу <Enter> или клавиши <Ctrl> + <Enter>. Выбрать **Отрезок**, зафиксировать координату первой точки Т1 (левая кнопка мыши), ввести угол 150°, затем с помощью курсора провести отрезок и зафиксировать вторую точку произвольно (рис. 15.18).

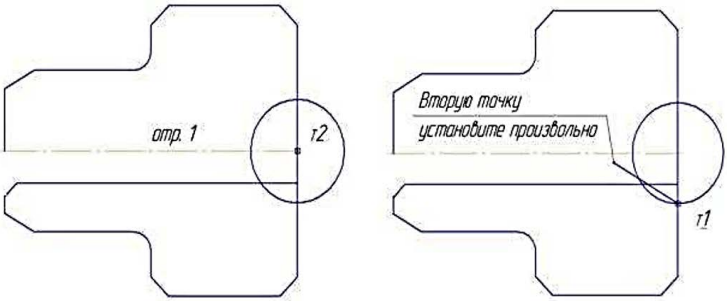


Рис. 15.18. Построение фаски диаметром 64 и углом 60°

16. **Редактирование элемента фаски.** Удалить окружность диаметром 64. В компактной панели инструментов (слева) активировать панель **Редактирование**, выбрать команду **Усечь кривую**. Навести курсор и удалить ненужные части отрезков (последовательно), нажимая левую кнопку мыши (рис. 15.19).

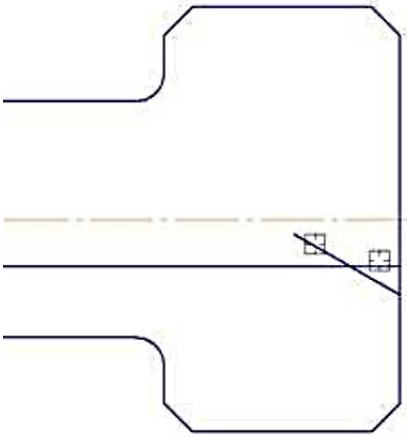


Рис. 15.19. Пример команды Усечь кривую

17. **Нанесение штриховки.** На панели **Геометрия** вызвать команду **Штриховка**. Щелкнуть один раз на площадь штриховки, нажать на панели специального управления команду **Создать объект** (рис. 15.20).

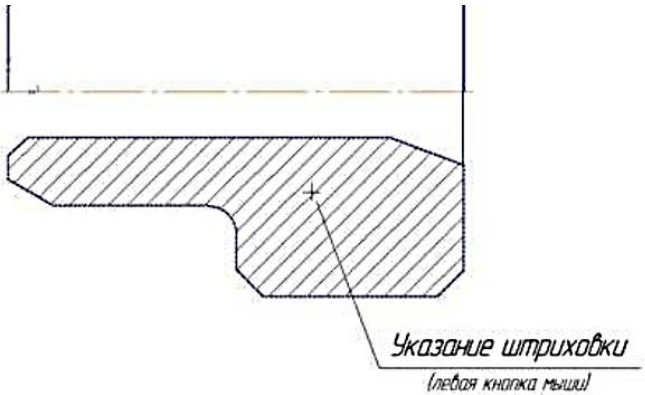


Рис. 15.20. Команда Штриховка

18. **Построение недостающих линий контура.** Включить команду **Ортогональное черчение** нажатием клавиши <F8>. Выбрать команду **Отрезок**. Провести вертикальные отрезки прямых до осевой линии (рис. 15.21).

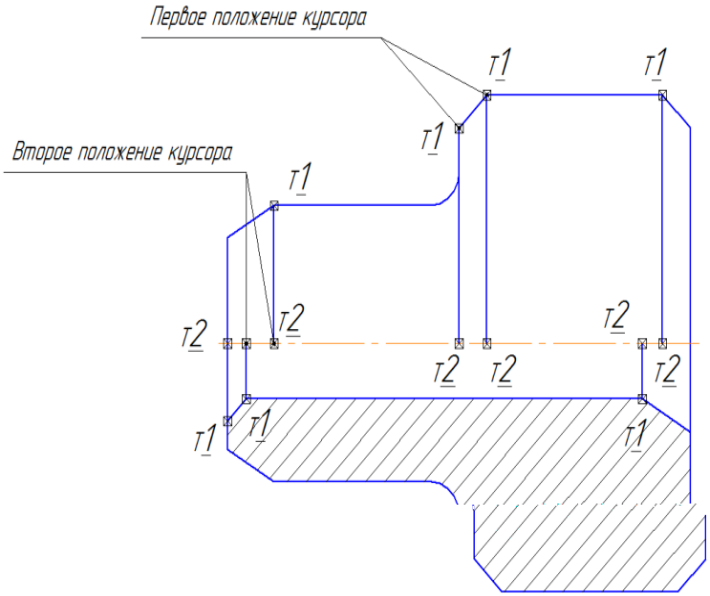


Рис. 15.21. Построение линий контура

19. **Установка размеров.** Отключить **Ортогональное черчение** с помощью клавиши <F8>. Выбрать в головном меню (вверху) **Вид → Дерево чертежа** или **Дерево построения**. В дереве чертежа или в дереве построения выбрать строку **Вид 1** (1:1), щелкнуть правой кнопкой мыши (контекстное меню), выбрать строку **Параметры вида**. В параметрах вида внизу в панели свойств установить масштаб 1:2. После выбора масштаба нажать **Создать объект** на панели специального управления в панели свойств. Требуется переместить изображение детали на формат. Для этого щелкнуть один раз левой кнопкой мыши на строку **Вид 1** (1:1). На чертеже выделится изображение полностью. После этого навести курсор на выделенное изображение детали и перетащить изображение на формат.

Горизонтальные размеры. В компактной панели инструментов выбрать панель **Размеры**, ниже активировать команду **Линейный размер**. В панели свойств вызвать размерную надпись (щелкнуть на текст). В появившемся окне установить угол 45°, нажать OK. Навести курсор на точку 1, затем на точку 2, внизу в панели свойств установить по «Типу» горизонтальный размер (рис. 15.22).

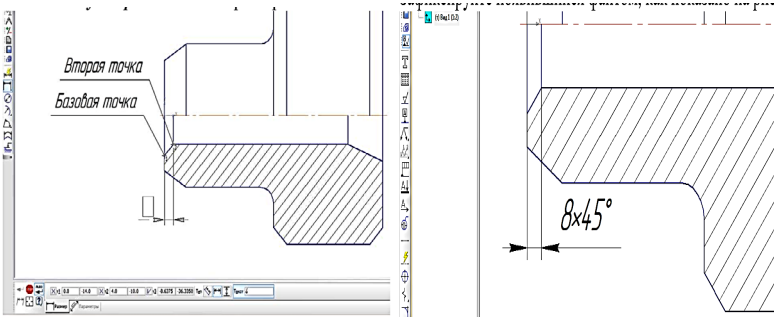


Рис. 15.22. Простановка размера фаски

Размер фаски – 12 мм. Вызвать **Задание размерной надписи** (рис. 15.23), в появившемся окне установить угол 45°, далее нажать >>, в появившемся оконе щелкнуть двойным нажатием в текст под размерной надписью, появится шаблон – выбрать две фаски, нажать OK.

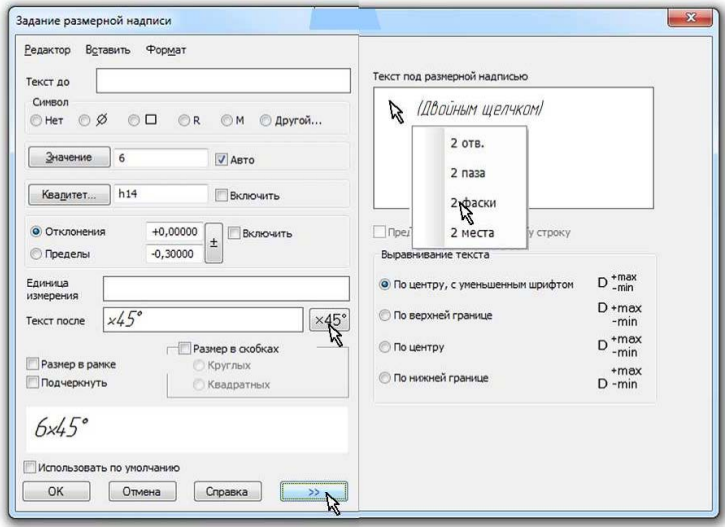


Рис. 15.23. Окно создания размерной надписи

Установить характерные точки 1 и 2, по «Типу» размер **Горизонтальный**. Установить размер, как показано на рис. 15.24.

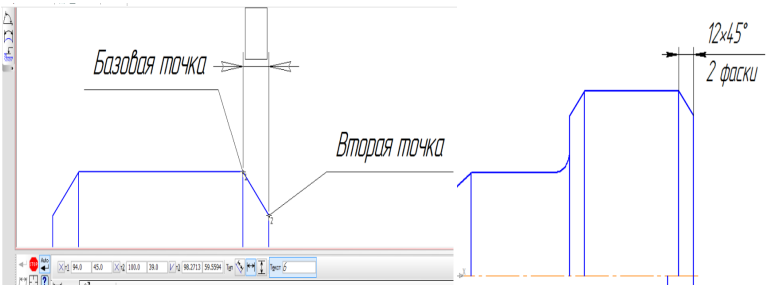


Рис. 15.24. Пример размера фаски 12×45°

Все остальные горизонтальные размеры проставить в соответствии с рис. 15.25.

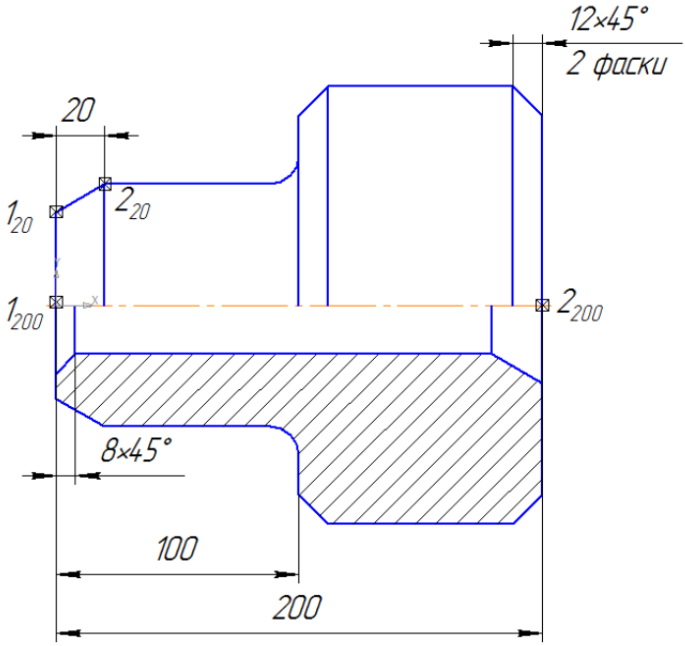


Рис. 15.25. Результат установки горизонтальных размеров

Угловой размер. Вызвать команду **Угловой размер**, навести курсор, как показано на рис. 15.26. Внизу в панели свойств поменять по «Типу» размер **На минимальный**. Установить размер.

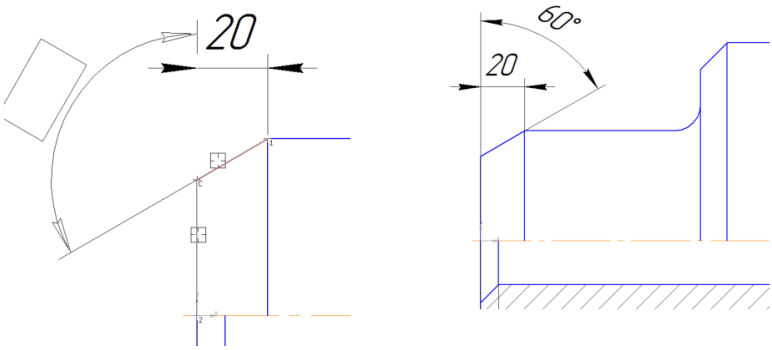


Рис. 15.26. Угловой размер

Вертикальные размеры. Проставить диаметральный размер диаметром 100. Вызвать команду **Линейный размер**. Вызвать **Размерную надпись**, в появившемся окне установить символ ∅ знака диаметра, нажать кнопку ОК (рис. 15.27).

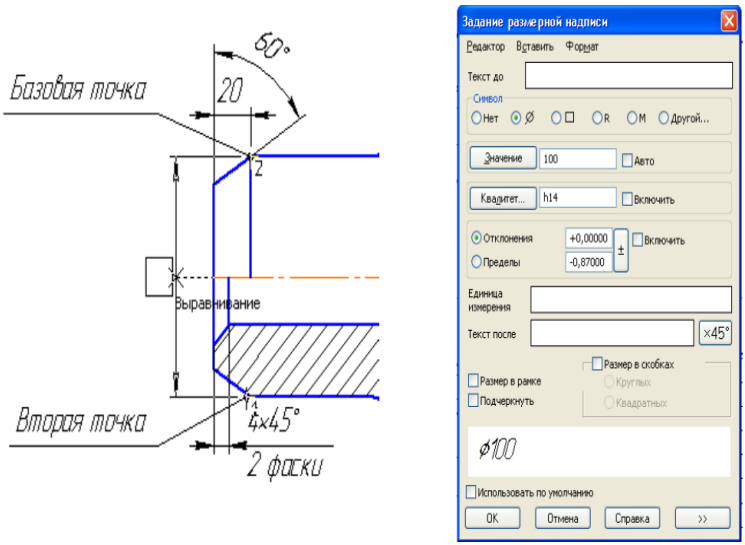


Рис. 15.27. Вертикальный размер

Все остальные размеры следует проставить в соответствии с образцом, представленным на рис. 15.28. По правилам ЕСКД размерные линии пересекать нельзя, поэтому необходимо отредактировать размеры.

Проставить радиальный размер R12. Для этого в панели **Размеры** выбрать команду **Радиальный размер**. Внизу в панели свойств **Радиального размера** выбрать закладку **Параметры**, поменять размещение текста **На полке влево**. Навести курсор на дугу, щелкнуть по ней (один раз) и зафиксировать размер, как показано на рис. 15.29.

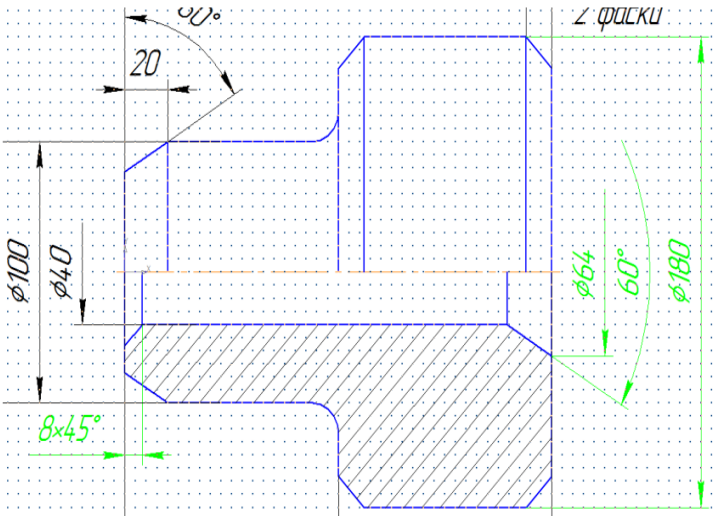


Рис. 15.28. Пример оформления вертикальных размеров

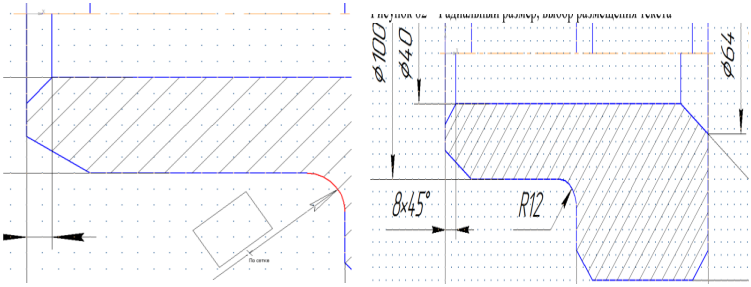


Рис. 15.29. Радиальный размер

20. **Выполнение штриховки.** В компактной панели инструментов выбрать панель **Обозначения**, включить команду **Волнистая линия** и провести ее, как показано на рис. 15.30.

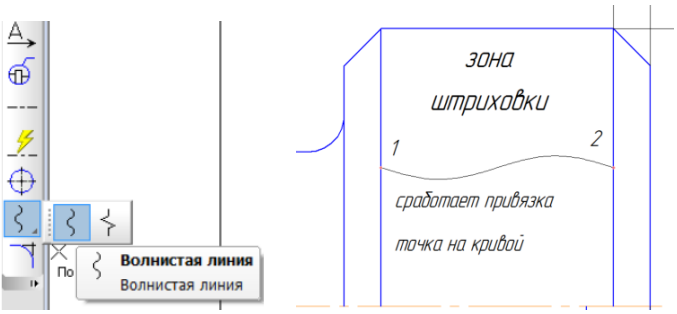


Рис. 15.30. Построение волнистой линии

На панели **Геометрия** вызвать команду **Штриховка**. Щелкнуть один раз на зону штриховки. Внизу в панели свойств поменять угол штриховки на 0° шаг 3. Нажать команду **Создать объект** или клавиши <Ctrl> + <Enter>. Необходимо подписать рифление на чертеже, для этого в компактной панели инструментов выбрать панель **Обозначения**, включить команду **Линия-выноска**. Внизу в панели свойств нажать на **Текст**, выскочит диалоговое окно, внести данные, как показано на рис. 15.31, нажать кнопку ОК. Внизу перейти на закладку **Параметры**, поменять **Стрелку** на **Вспомогательную точку**. Нажать команду **Создать объект** или клавиши <Ctrl> + <Enter>. Навести курсор, произвольно выбрав Т1, зафиксировать первое положение команды **Линия-выноска**, второе положение зафиксировать произвольно. Третью точку устанавливать не нужно.

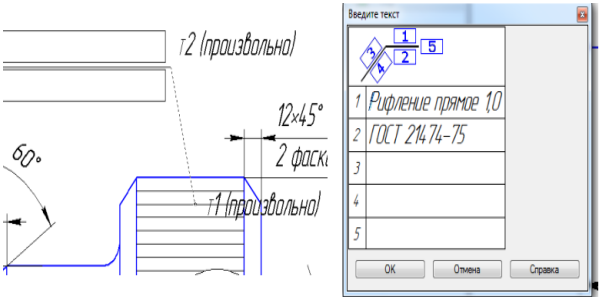


Рис. 15.31. Пример выполнения Линии-выноски

21. Оформить чертеж в соответствии с рис. 15.32.

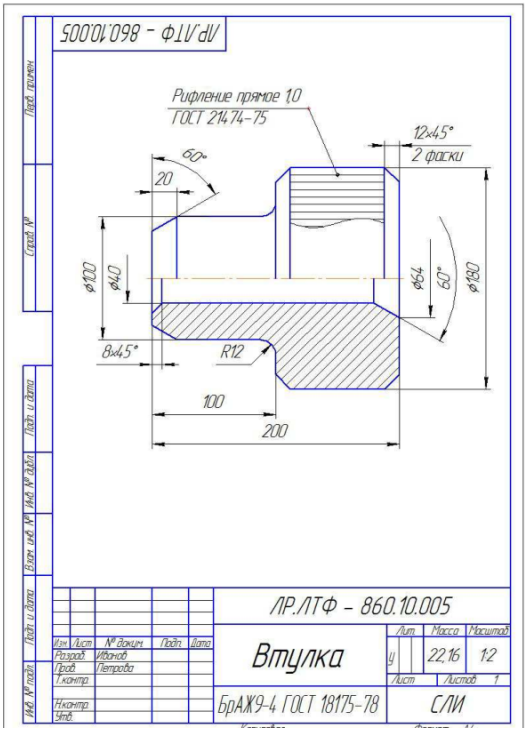


Рис. 15.32. Пример оформления рабочего чертежа

22. Сохранить чертеж в рабочей папке.
23. Выйти из программы КОМПАС-3D.

Контрольные вопросы

1. Каково назначение привязок?
2. Работа с видами. Назвать особенности.
3. Назвать все геометрические свойства построения отрезка.
4. Где располагается команда Создать объект?
5. Что такое масштаб изображения на чертеже?
6. В каких случаях необходимо отключить команду Округление?
7. С помощью какой команды можно изменить структуру (оформление) документа Чертеж?

Лабораторная работа 16.
ИЗУЧЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ СИСТЕМЫ NANOCAD

Цели работы:

1) научиться управлять системой nanoCAD и создавать среду для построения графических изображений;

2) научиться вводить данные координат точек с помощью клавиатуры или курсора;

3) научиться чертить примитивы.

Общие сведения

В руководстве пользователя указано, что «nanoCAD – универсальный векторный редактор, графическая платформа для систем автоматизированного проектирования (САПР) в различных отраслях».

Удобство и «дружественность» nanoCAD для пользователя обеспечиваются принятыми традиционными методами работы и традиционным интерфейсом. Работать в nanoCAD сможет практически любой проектировщик, минимально знакомый с популярными САПР.

Система nanoCAD предназначается для создания и редактирования векторных примитивов (графических элементов) и более сложных объектов, состоящих из них (блоков, размеров и т. д.). Имеется возможность вставки и использования в качестве подложки файлов растровых изображений. nanoCAD содержит встроенные средства просмотра различной 3D-геометрии, содержащейся в готовом файле DWG. nanoCAD имеет функционал для создания элементарных каркасных и поверхностных 3D-моделей (Polyface Mesh), возможности которого используются специальными приложениями. Пользователь может также вести оформление рабочей документации по чертежам и проекциям 3D-моделей, созданным в различных 3D-САПР.

Система nanoCAD предназначается как для работы индивидуального пользователя, так и для работы проектных коллективов с использованием функционала внешних ссылок и возможностью интеграции в системы инженерного документооборота, в том числе в системы PDM/PLM.

Система nanoCAD позволяет:

– создавать и редактировать различные векторные 2D- и 3D-примитивы, тексты, объекты оформления чертежа, настройки графического отображения и печати графической технической документации;

– создавать и использовать любые виды таблиц и выполнять спе-

цифицирование элементов чертежа по атрибутивным данным блоков и объектов оформления;

– производить настройки рабочей среды для оформления рабочей документации по различным стандартам;

– вести полноценную работу в 3D-пространстве модели и 2D-пространстве листа посредством видовых экранов;

– просматривать, создавать и редактировать поверхностные 3D-модели. Создавать пользовательскую координатную систему для редактирования и геометрической привязки к 3D-объектам;

– осуществлять полноценное сотрудничество и взаимодействие с коллегами-проектировщиками, выполняющими чертежи в других самых распространенных САПР, посредством использования единого формата файла DWG;

– использовать при проектировании ранее выполненную любую техническую документацию, хранящуюся в электронном растровом формате (сканированные чертежи, тексты, таблицы, фотографии);

– выполнять печать готовых технических документов на любые установленные в операционной системе устройства печати.

nanoCAD использует в качестве основного формата данных самый распространенный формат файла технической документации – *.DWG (*.DWT). Поддерживает импорт и экспорт векторных данных в формате DXF. Использование формата данных DWG позволяет интегриро-

Ввод команд с клавиатуры, отображения подсказок и сообщений nanoCAD, выбор опций запущенной команды производят в командной строке. По умолчанию высота командной строки установлена так, чтобы отображались 5 строк протокола команд. При необходимости перемещение по строкам протокола можно осуществлять при помощи полосы прокрутки, расположенной на правой стороне окна командной строки.

Для более удобного просмотра истории команд можно вызвать текстовое окно (копию командной строки), нажав клавишу <F2>. При повторном вызове окна после его закрытия оно сохраняет размер и положение.

Ввод команд, псевдоимен и сокращений. Для ввода команды в командной строке необходимо набрать полное имя команды и нажать клавишу <Enter> или <Пробел>.

Вместо полного имени допускается вводить аббревиатуру команды, так называемое псевдоимя команды. Например, вместо того чтобы полностью вводить в командной строке имя команды **ОКРУЖНОСТЬ**, можно ввести **ОКР**.

Одной и той же команде одновременно может быть назначено несколько псевдоимен. Каждое конкретное псевдоимя может принадлежать только одной команде. Псевдоимена команд определены в файле nCAD.pgp.

Сокращения подобны псевдоименам, но в отличие от них запускают не единичные команды, а группы команд, объединенные по определенному критерию.

Для удобства работы можно использовать включенный по умолчанию режим **Использовать автозавершение** (**Настройки → Командная строка**), позволяющий выбирать команду из списка, отображаемого в командной строке после ввода одной или нескольких первых букв (рис. 16.1).

Приглашение для ввода команды в командной строке имеет следующий вид: **Команда:**

После ввода команды вид приглашения изменяется в зависимости от заданной команды. Помимо самой команды оно может содержать подсказки, интерактивные ключевые слова (опции), помещенные в квадратные скобки, разделенные косой чертой, выделенные синим цветом и подчеркиванием. Для выбора ключевого слова (опции) нужно щелкнуть по нему левой кнопкой мыши.

Координаты. Координаты допускается вводить как в декартовой, так и в полярной системе координат. Напомним, что в полярной системе координат первая координата – это расстояние от начала коор-

динат, а вторая координата – угол поворота от оси 0x. Например, координаты 40<30 определяют точку на плоскости, удаленную от начала координат на 40 единиц и под углом 30° от оси x (рис. 16.2).

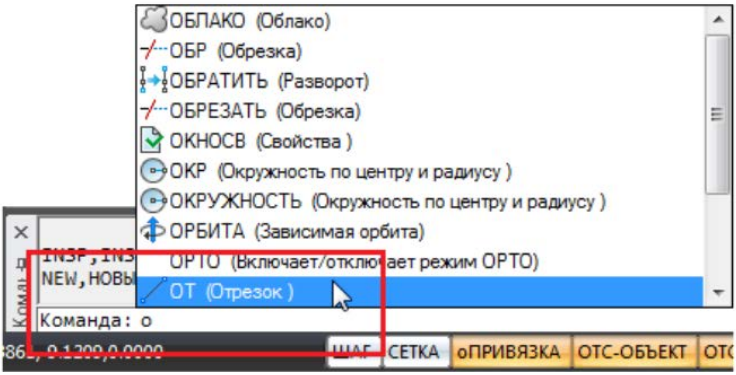


Рис. 16.1. Выбор команды из открывшегося списка

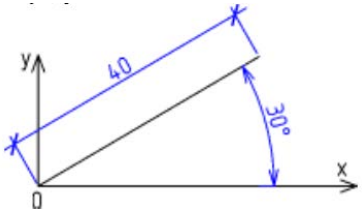


Рис. 16.2. Полярные координаты

И декартовы, и полярные координаты могут быть абсолютными и относительными. Абсолютные координаты отсчитываются от начала координат. Ввод значений в абсолютной форме применяется, если известны точные координаты объекта по осям x и y. Относительные координаты отсчитываются от последней точки построения. Для их ввода перед ними ставится знак @.

Формат вводимых данных. В командной строке можно вводить данные различного формата: текст, числовые значения, координаты. Вводимые координаты точки по оси x и по оси y разделяются запятой: 23.45, –6.98.

Если единицы измерения угла заданы в формате градусы/минуты/секунды, то для ввода угла используется следующий синтаксис: 32d20m10s или 32–20–10.

Командная строка позволяет вводить не только команды, числа и точки, но и математические выражения. Математические выражения удобно вводить в тех случаях, когда координаты точки или другие задаваемые значения заранее неизвестны и требуют вычисления.

Например, вместо того чтобы заранее вычислять координату точки у по формуле *SQRT(349.56–275.90)*2*, а потом вводить готовый результат, в командной строке для ввода координаты можно сразу использовать математическое выражение: Команда: L,LINE,ЛИНИЯ,ОТ,ОТРЕЗОК – Отрезок. Первая точка: –12.45,SQRT(349.56–275.90)*2.

Вычисление математических выражений можно проводить и во время выполнения некоторых команд. Для этого необходимо набрать символ «?» и непосредственно следом за ним вычисляемое выражение.

В математические выражения могут быть включены переменные, задаваемые пользователем. Для задания таких переменных используется следующий синтаксис: ?<переменная>=<значение>. Например: ?base=100. Команда: L,LINE,ЛИНИЯ,ОТ,ОТРЕЗОК – Отрезок. Первая точка: base+11.56,base–5.

Подробный список математических констант и функций приведен в прил. 7.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Запустить систему nanoCAD.
2. Выбрать с помощью мыши вкладку «А1».
3. Сохранить файл в рабочей папке под произвольным именем.
4. К примитивам системы nanoCAD относятся вспомогательные (точка, луч, прямая), линейные (отрезок, полилиния, многоугольник, прямоугольник) и криволинейные (дуга, окружность, эллипс, сплайн) графические объекты.

Отрезок является одним из основных графических примитивов, наиболее часто используемых для построений. Отрезки можно строить как по отдельности, так и в виде последовательности нескольких сегментов, образующих ломаную линию. Каждый сегмент замкнутой или разомкнутой линии представляет собой отдельный отрезок, который отдельно и редактируется. Он может задаваться командами в командной строке **L**, **LINE**, **ЛИНИЯ**, **ОТ**, **ОТРЕЗОК** или нажатием кнопки **Отрезок** на панели инструментов **Черчение** (рис. 16.3).

Существуют 5 способов задания координат точек при построении отрезков. Разобрать каждый из них на примере начертания квадрата со стороной 30.

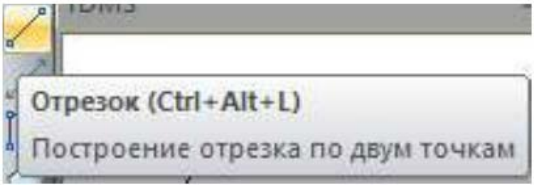


Рис. 16.3. Команда Отрезок

5. Нажать на кнопку **Отрезок** на панели инструментов **Черчение** и указать положение, соответствующее декартовым координатам 10,10. Координаты будут отображаться слева в строке состояния. В командной строке появится запрос на ввод значения следующей точки. Переместить указатель вправо (**пПривязка** должна быть 30<0) в точку с координатами 40,10 и щелкнуть левой кнопкой мыши. В командной строке появится запрос на ввод значения следующей точки. Переместить указатель вверх (**пПривязка** должна быть 30<90) в точку с координатами 40,40 и щелкнуть левой кнопкой мыши. В командной строке появится запрос на ввод значения следующей точки. Переместить указатель вправо (**пПривязка** должна быть 30<0) в точку с координатами 10,40 и щелкнуть левой кнопкой мыши. Для построения последней стороны четырехугольника нажать левой кнопкой мыши в командной строке ссылку **Замкнуть** (рис. 16.4).

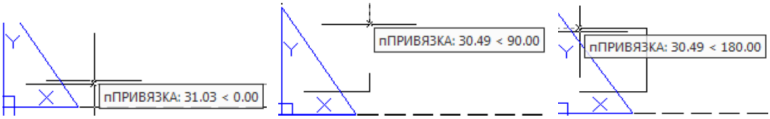


Рис. 16.4. Этапы построения четырехугольника

Существенным недостатком такого способа построения является неточность задания координат. Лучше координаты вводить с клавиатуры.

5.1. Набрать в командной строке **ОТ**. В открывшемся меню команд выбрать команду **ОТРЕЗОК**. Набрать в командной строке координаты первой точки 60,10 и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке координаты следующей точки 90,10 и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке координаты следующей точки 90,40 и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке координаты следующей точки 60,40 и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке **За** (первые буквы опции **Замкнуть**) и нажать клавишу <Enter>.

5.2. При построении третьего квадрата воспользоваться относительными координатами. Нажать на кнопку **Отрезок** на панели инструментов **Черчение**. Набрать в командной строке координаты первой точки 110,10 и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке относительные координаты второй точки относительно первой точки @0,30 и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке относительные координаты третьей точки относительно второй точки @30,0 и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке относительные координаты четвертой точки относительно третьей точки @0, –30 и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке **За** и нажать клавишу <Enter>.

5.3. Далее начертить квадрат, применяя относительные полярные координаты. Набрать в командной строке **ОТ**. В открывшемся меню команд выбрать команду **ОТРЕЗОК**. Набрать в командной строке координаты первой точки 10,60 и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке координаты следующей точки @30<90 и нажать клавишу <Enter>. В данном случае 30 – это расстояние от предыдущей точки, 90 – это угол поворота в градусах. Следующий отрезок будет располагаться горизонтально, т. е. под углом 0°. Набрать в командной строке координаты следующей точки @30<0 и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке координаты следующей точки @30<270 и нажать клавишу <Enter>. Для построения последней стороны четырехугольника нажать левой кнопкой мыши в командной строке ссылку **Замкнуть**.

5.4. Разобрать последний способ задания координат точек при построении отрезка на примере чертежа квадрата со стороной 30. Набрать в командной строке **ОТ**. В открывшемся меню команд выбрать команду **ОТРЕЗОК**. Набрать в командной строке координаты первой точки 60,60 и нажать клавишу <Enter>. Указать указателем горизонтальное направление направо (**пПривязка** должна показывать 0°) и ввести с клавиатуры 30. Нажать клавишу <Enter>. Указать указателем вертикальное направление вверх (**пПривязка** должна показывать 90°) и ввести с клавиатуры 30. Нажать клавишу <Enter>. Указать указателем горизонтальное направление налево (**пПривязка** должна показывать 180°) и ввести с клавиатуры 30. Нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке **За** и нажать клавишу <Enter>.

6. **Окружность.** Наиболее простой способ построения окружности – это черчение окружности по заданным координатам ее центра и радиуса. Задать координаты центра окружности в полярной системе координат. Нажать кнопку **Окружность по центру и радиусу** на па-

нели инструментов **Черчение**. Указать в командной строке полярные координаты центра окружности 140<60 и нажать клавишу <Enter>. Указать в командной строке значение радиуса 20 и нажать клавишу <Enter>. Все параметры начерченной окружности можно изменить в окне свойств.

6.1. Изменить параметры окружности. Выделить на чертеже окружность. В окне свойств изменить значения следующих полей: Центр X – 40; Центр Y – 130. Обратить внимание на изменения месторасположения окружности. Изменить значение поля **Диаметр** на 60.

6.2. Построить окружность по двум точкам, расположенным на диаметре. Набрать в командной строке **КР** или **ci**. В открывшемся меню команд выбрать команду **ОКРУГ** или **CIRCLE**. Щелкнуть левой кнопкой мыши по ссылке опции **2T** или набрать 2 в командной строке и нажать клавишу <Enter>. Ввести координаты первой конечной точки диаметра 85,102 и нажать клавишу <Enter>. Ввести координаты первой конечной точки диаметра 125,142 и нажать клавишу <Enter>. Выделить окружность и просмотреть ее свойства. Изменить величину радиуса на 30.

7. Нажать на кнопку **Дуга** на панели инструментов **Черчение** (рис. 16.5). Ввести координаты начальной точки 10,10 и нажать клавишу <Enter>. Ввести координаты второй точки 20,30 и нажать клавишу <Enter>. Ввести координаты конечной точки 40,15 и нажать клавишу <Enter>.

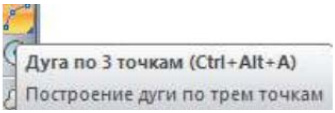


Рис. 16.5. Команда Дуга

7.1. Построить дугу по координатам центра, начальной точки и величине центрального угла. Набрать в командной строке **arc2** или **Дуга2** и нажать клавишу <Enter>. Набрать в командной строке координаты центра 70,50 и нажать клавишу <Enter>. Ввести координаты начальной точки 50,40 и нажать клавишу <Enter>. Ввести значение центрального угла 240 (градусов).

7.2. Построить дугу по началу, концу и радиусу. Набрать в командной строке **arc** или **Дуга** и нажать клавишу <Enter>. Ввести координаты начальной точки 110,15 и нажать клавишу <Enter>. В командной строке выбрать опцию **Конец**. Ввести координаты конечной точки

140,35 и нажать клавишу <Enter>. В командной строке выбрать опцию **Радиус**. Ввести координаты центра окружности, соответствующие радиусу 30, 110, 15 и нажать клавишу <Enter>. Построить дугу по координатам центра, начальному и конечному углам дуги, величине радиуса. Отсчет углов производится от оси 0x против часовой стрелки.

7.3. Набрать в командной строке **arc3** или **Дуга3** и нажать клавишу <Enter>. Ввести координаты центра окружности 130, 30 и нажать клавишу <Enter>. Ввести значение угла начальной точки дуги 160 и нажать клавишу <Enter>. Ввести значение угла конечной точки дуги 60 и нажать клавишу <Enter>. Ввести значение радиуса 40 и нажать клавишу <Enter>.

8. **Прямоугольник.** Существует два способа его построения. В первом способе указываются координаты верхней левой и нижней правой вершин прямоугольника. Нажать кнопку **Прямоугольник** на панели **Черчение** (рис. 16.6). Ввести координаты первой точки 5,170. Ввести координаты второй точки 70,130.

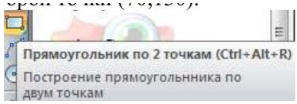


Рис. 16.6. Кнопка Прямоугольник

8.1. Построить прямоугольник по координатам трех вершин. Набрать в командной строке **Рамка** или **Frame** и нажать клавишу <Enter>. Ввести координаты первой точки 5,175. Ввести координаты второй точки 5,215. Ввести координаты третьей точки 85,215.

Контрольные вопросы

1. Какой тип компьютерной графики используется в nanoCAD?
2. Какие координаты используются в nanoCAD?
3. Примитивы nanoCAD.
4. Как записать данные (значение угла) 40°15'39"?
5. Какие существуют способы построения окружности?
6. Назвать способы построения дуги.
7. Назвать способы построения прямоугольника.
8. Какие форматы файлов nanoCAD использует при сохранении файлов?

Лабораторная работа 17.
ПАРАМЕТРЫ ЧЕРТЕЖА В NANOCAD.
РЕДАКТИРОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА

Цель работы: научиться редактировать чертеж (обрезка), выбирать масштаб, наносить размеры.

Общие сведения

Настройка оформления. Обратиться к окну (**nanoCAD – Настройка**) можно командой меню **Сервис → Настройка оформления…**, или набрав в командной строке команду **PARAMS** (рис. 17.1).

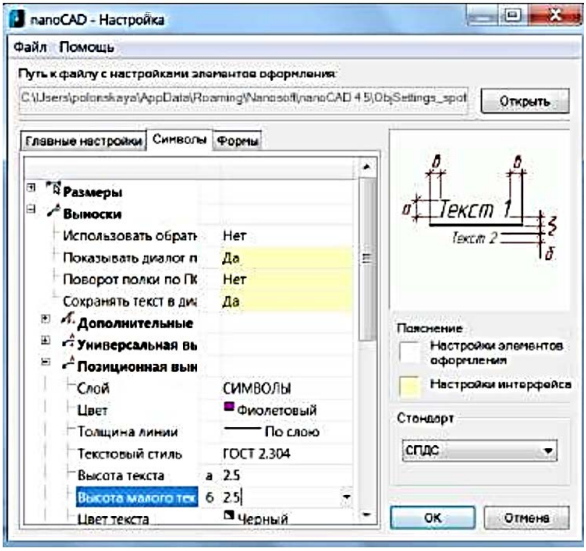


Рис. 17.1. Окно nanoCAD – Настройка

В верхней части диалога отображается путь к файлу настроек. Кнопка **Открыть** открывает стандартное диалоговое окно для выбора и загрузки нового файла настроек. Основное окно диалога **nanoCAD – Настройка** содержит вкладки с настройками: **Главные настройки**, **Символы**, **Формы**. **Параметры настроек** в каждой вкладке отображаются в виде дерева. В окне справа отображается слайд с графической иллюстрацией настраиваемых параметров.

Масштаб оформления и масштаб объектов. Очень важным параметром при создании чертежа является масштаб изображения. Под масштабом понимается отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному размеру того же отрезка в натуре.

Различают три вида масштабов:

– масштаб натуральной величины, т. е. масштаб с отношением 1:1;

– масштаб увеличения, т. е. масштаб с отношением большим, чем 1:1 (2:1 и т. д.);

– масштаб уменьшения, т. е. масштаб с отношением меньшим, чем 1:1 (1:2 и т. д.).

В nanoCAD существует два типа масштаба: масштаб оформления и масштаб объектов. Значения любого из этих масштабов могут быть установлены персонально для любого объекта, группы объектов или документа. Новые объекты наследуют значения масштабов из документа.

Основным средством для задания масштаба является кнопка масштаба, расположенная в правой части строки состояния.

Масштаб оформления – это параметр настройки, в соответствии со значением которого увеличиваются или уменьшаются объекты оформления на чертеже.

Этот масштаб не влияет на размеры обычных и специальных объектов (объектов строительства, объектов механики).

Изменение масштаба оформления влияет на следующие объекты:

– объекты оформления чертежа;

– типы линий, содержащие разрывы или текст;

– размеры и специальный текст nanoCAD.

Основным средством установки, изменения и просмотра масштабов является кнопка масштаба, расположенная в правой нижней части окна nanoCAD в строке состояния. Если отображается значение для масштаба оформления, то буква в названии кнопки прописная (**M**) (рис. 17.2).

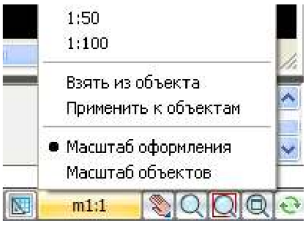


Рис. 17.2. Выбор типа масштаба

Масштаб объектов можно установить:

– для размерных объектов (масштаб объектов влияет на значение размерного текста);

– специальных объектов вертикальных приложений, например строительных объектов или объектов механики (у них масштаб объектов регулирует величину объекта на чертеже).

Масштаб объектов *устанавливается при создании чертежа и в ходе его создания не изменяется*.

Размеры на чертеже. Необходимой частью чертежа являются размеры изображенных на нем объектов. Размеры на чертеже должны соответствовать системе проектной документации для строительства (СПДС). Размещаются размеры объектов в специальном слое **РАЗМЕРЫ**.

Слои. Возможность организации документа по слоям – одно из главнейших преимуществ автоматизированного проектирования. Чтобы разобрать понятие «слои», нужно представить несколько листов кальки, на каждом из которых нарисован свой рисунок. При накладке одного листа на другой получится новый рисунок.

Для более удобной организации и обработки данных на каждом слое следует размещать однотипные элементы чертежа. Например, создание вспомогательных линий построения лучше производить на отдельном слое, чтобы облегчить и ускорить их последующее удаление. Так, осевые линии наносятся на один слой, а пояснения и текст можно поместить на другой. В этом случае, чтобы сделать невидимыми какие-либо объекты на чертеже, достаточно просто отключить соответствующий слой.

Не следует создавать все объекты чертежа на слое 0. Для правильной организации работы с графическими объектами следует создавать новые слои. При простановке первого размера автоматически создается служебный слой **РАЗМЕРЫ**, на котором располагаются опорные точки размеров.

Если определить новый или переопределить имеющийся слой и указать его параметры: **Цвет**, **Тип линий**, **Вес линии**, то этими свойствами будут обладать все вновь создаваемые на слое объекты.

Таким образом, перед построением какого-либо нового объекта не требуется каждый раз задавать его свойства. Достаточно только переключиться на нужный слой и построить объект. Каждый вновь создаваемый чертеж по умолчанию содержит слой 0, который не может быть ни удален, ни переименован. Это необходимо для того, чтобы чертеж содержал хотя бы один слой, поскольку любой графический объект должен размещаться на каком-либо слое (часто говорят, что объект принадлежит какому-либо слою).

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Запустить nanoCAD.
2. Выбрать вкладку «А4».
3. Зайти в окно настроек оформления.
4. Проверить, чтобы был выбран стандарт оформления СПДС. Нажать кнопку ОК.
5. Построить два прямоугольника по двум точкам. Координаты точек первого треугольника – 20,20 и 80,100. Координаты точек второго треугольника – 100,20 и 160,100. Полученные прямоугольники конгруэнтны (равны). Они отличаются друг от друга только местом размещения на чертеже.
6. Выбрать в меню команду **Размеры → Горизонтальный.** Выделить любую точку нижней горизонтальной линии и один раз щелкнуть левой кнопкой мыши. Сама линия окрасится в зеленый цвет. Сдвинуть линию размера вниз, чтобы цифры лежали вне прямоугольника, и один раз щелкнуть левой кнопкой мыши. Нажать клавишу <Esc>. Установить размер нижней горизонтальной линии правого треугольника. Выделить горизонтальный масштаб на правом прямоугольнике. Нажать кнопку масштаба, расположенную в правой нижней части окна nanoCAD в строке состояния, и выбрать масштаб оформления, а его размер установить 1:2. Нажать клавишу <Esc>.
7. Набрать в командной строке слой и нажать клавишу <Enter>. В открывшемся окне **Слои** (**on Viewport**) в разделе **Список редактируемых полей** у слоя **РАЗМЕРЫ** выбрать синий цвет и нажать кнопку **Закрыть.** Выбрать в меню команду **Размеры → Размерные стили**. В открывшемся окне **Размерные стили** убедиться, что выделен стиль СПДС, и нажать кнопку **Редактировать** (рис. 17.3).

В открывшемся окне **Изменение размерного стиля: СПДС** открыть вкладку **Символы и стрелки** (рис. 17.4). В поле **Стрелки** в списках **Первая: Вторая:** и **Выноска:** выбрать параметр **Двойная засечка**. Нажать кнопку ОК. Окно **Изменение размерного стиля: СПДС** закроется. Стили оформления размеров изменены в соответствии с требованиями ГОСТов СПДС.

8. Выбрать в меню команду **Размеры → Вертикальный**. Выделить любую точку правой боковой вертикальной линии и один раз щелкнуть левой кнопкой мыши. Сама линия окрасится в зеленый цвет. Сдвинуть линию размера вправо, чтобы цифры лежали вне прямоугольника и один раз щелкнуть левой кнопкой мыши.

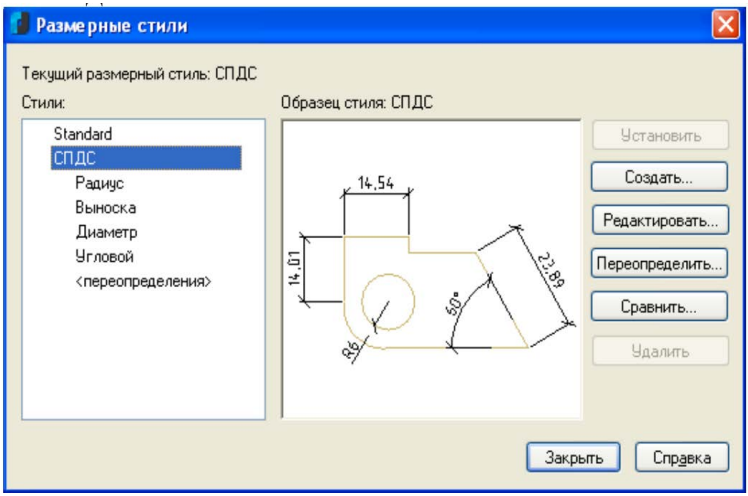


Рис. 17.3. Окно Размерные стили

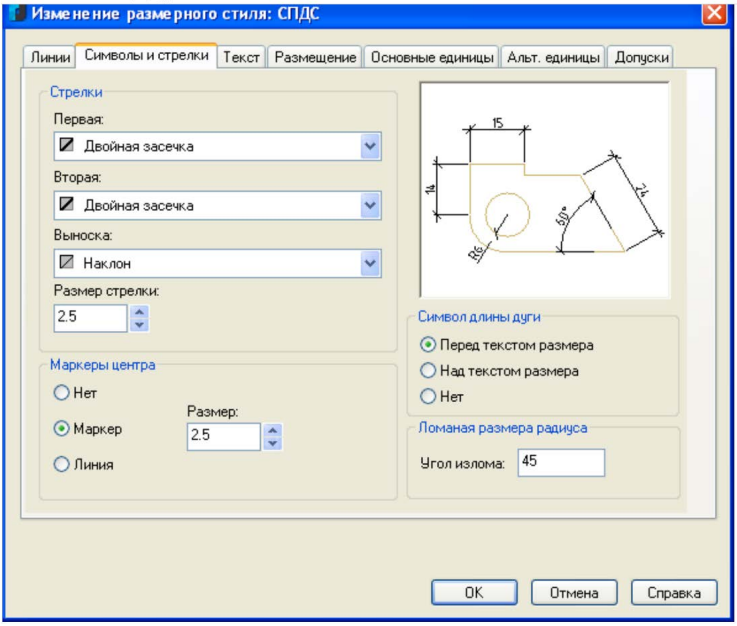


Рис. 17.4. Окно Изменение размерного стиля: СПДС

9. Начертить окружность с центром в точке с координатами 140, 130 с радиусом, равным 20. Выбрать в меню команду **Размеры → Диаметр**. Указать объект измерения, щелкнув левой кнопкой мыши на окружности. Окружность должна окраситься в зеленый цвет. Установить расположение измерительной линии и текста. Медленно вращая, указать стрелке горизонтальное положение, а текст расположить точно по центру. Нажать клавишу <Esc>.

10. Построить первый отрезок ломаной с началом в точке 15,110 и концом в точке 65,110. Построить второй отрезок, применяя относительные полярные координаты @50<120. Выбрать в меню команду **Размеры → Угловой**. Указать левой кнопкой мыши первый отрезок ломаной как первый луч измеряемого угла. Указать левой кнопкой мыши второй отрезок ломаной как второй луч измеряемого угла. Аккуратно поставить размер внутри угла (рис. 17.5). Нажать клавишу <Esc>.

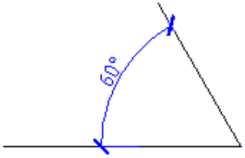


Рис. 17.5. Угловой размер

11. Построить дугу по центру 45,185, начальному углу 70, конечному углу 340 и радиусу 40. Выбрать в меню команду **Размеры → Длина дуги**. Выделить дугу левой кнопкой мыши. Дуга окрасится в зеленый цвет. На ней появится величина ее длины. Сдвинуть ее вверх, как указано на рис. 17.6, и щелкнуть левой кнопкой мыши, зафиксировав ее. Нажать клавишу <Esc>.

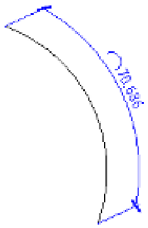


Рис. 17.6. Длина дуги

12. Построить ломаную линию по точкам с координатами 17,17, 17,103 и 83,103. Нажать клавишу <Alt> и левой кнопкой мыши последовательно щелкнуть на отрезках ломаной. В окне свойств указать вес линии 1.00. Нажать дважды клавишу <Esc>. Выбрать в меню команду **Редактирование → Копировать**. Выбрать для копирования первый (вертикальный с координатами первой вершины 17,17) отрезок. Для завершения выбора объектов копирования нажать клавишу <Enter>. В качестве базовой точки указать координаты 17,17 и нажать клавишу <Enter>. Указать координаты конечной точки копирования 23,17 и нажать клавишу <Enter>. Указать координаты конечной точки копирования 77,17 и нажать клавишу <Enter>. Указать координаты конечной точки копирования 83,17 и нажать клавишу <Enter>. В командной строке набрать **сору** или **кп** и нажать клавишу <Enter>. Выбрать для копирования второй (горизонтальный с координатами первой вершины 17,103) отрезок. Для завершения выбора объектов копирования нажать клавишу <Enter>. В качестве базовой точки указать координаты 17,103 и нажать клавишу <Enter>. В качестве координат конечных точек копирования указать координаты точек 17,97, 17,23, 17,17.

13. Назвать построенную фигуру комнатой. Удалить лишние линии на чертеже. Использовать для этого команду **Обрезка**. Команда **Обрезка** позволяет производить обрезку векторных объектов по границам (или граничным кромкам), задаваемым одним или несколькими объектами. Объекты, не пересекающиеся с граничной кромкой, можно обрезать в местах их воображаемого пересечения с продолжением кромки. Один и тот же объект одновременно может быть и кромкой, и обрезаемым объектом. Выбрать в меню команду **Редактирование → Обрезка**. На запрос о линии обрезки (кромки) выделить горизонтальную вторую сверху линию (рис. 17.7) и нажать клавишу <Enter>. Указать последовательно указателем отрезки, подлежащие удалению. Для завершения выполнения команды **Обрезка** нажать клавишу <Enter> или <Esc>. Удалить остальные лишние отрезки при помощи той же команды.

14. Построить отрезки, указывающие дверной проем. Построить отрезок с координатами его концов 77,38 и 83,38. Построить отрезок с координатами его концов 77,58 и 83,58. Нажать кнопку **Обрезка** на панели инструментов **Редактирование** (рис. 17.8). Она находится в правой части окна программы. В качестве кромок указать оба построенных отрезка и нажать клавишу <Enter>. Указать в качестве объекта для обрезания отрезок прямоугольника между кромками. Построить новые размеры у комнат.

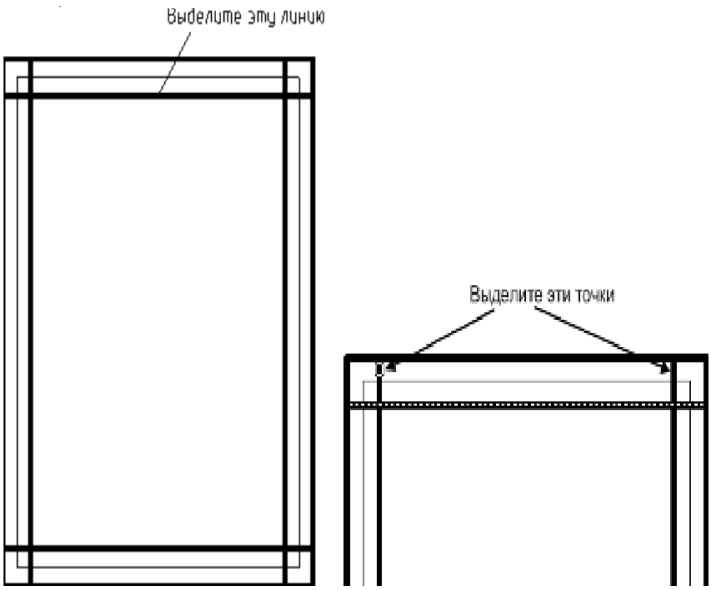


Рис. 17.7. Обрезка отрезков

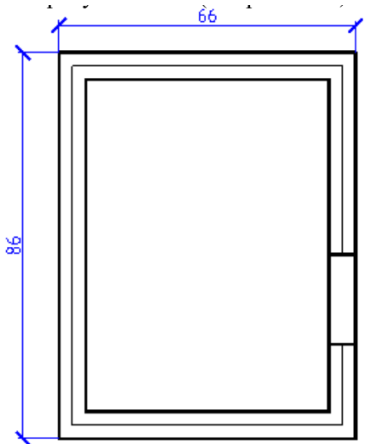


Рис. 17.8. Дверной проем в комнате

Контрольные вопросы

1. Что такое масштаб оформления?
2. Что такое масштаб объектов в nanoCAD?
3. Какого стиля оформления следует придерживаться при выполнении строительных чертежей?
4. Какие существуют типы размеров?
5. Какие способы редактирования объектов вам известны?
6. Для чего применяется команда редактирования Обрезка?

Лабораторная работа 18.
СЛОИ В NANOCAD

Цели работы:

1) научиться использовать слои при создании чертежа;
2) освоить команды редактирования Подобие, Копирование.

Общие сведения

Распределение объектов по слоям – одно из главнейших преимуществ автоматизированного проектирования. Слои – это способ разделения, сортировки и редактирования объектов чертежа.

Размещение различных групп объектов чертежа на отдельных слоях позволяет упорядочить и упростить многие операции по управлению данными чертежа.

Каждый вновь создаваемый чертеж по умолчанию содержит *Слой0*, который не может быть ни удален, ни переименован. Это необходимо для того, чтобы чертеж содержал хотя бы один слой, поскольку любой графический объект должен размещаться на каком-либо слое (часто говорят, что объект принадлежит какому-либо слою).

Не следует создавать все объекты чертежа на *Слой0*. Для правильной организации работы с графическими объектами следует создавать новые слои.

Для более удобной организации и обработки данных на каждом слое следует размещать однотипные элементы чертежа. Например, создание вспомогательных линий построения лучше производить на отдельном слое, чтобы облегчить и ускорить их последующее удаление. На отдельных слоях можно располагать размеры, текстовые объекты, штриховку и т. д.

При простановке первого размера автоматически создается служебный слой *Defpoints*, на котором располагаются опорные точки раз-

меров. Вид отображения точек на этом слое командой **ДИАЛТОЧ** не изменяется. Слой *Defpoints* никогда не выводится на печать.

При создании объекта значения его свойств берутся из описания того слоя, на котором объект создается (при заданных параметрах **По слою**).

Если же в раскрывающихся списках **Цвет**, **Тип линии**, **Вес линии** панели **Свойства** вместо параметра **По слою** задать определенный цвет, тип и вес линии, то уже эти свойства будут назначаться всем вновь создаваемым на слое объектам, а не те, которые были установлены для слоя.

Для редактирования слоев используется менеджер **Слои**.

Его можно вызвать тремя способами:

– командой меню **Формат → Слои**;

– нажав кнопку **Слои…** на панели инструментов **Свойства**;

– набрав команду **СЛОИ** или **LAYERS** в командной строке.

В менеджере нажатием кнопки **Добавить** можно добавить новый слой. Второе поле – это имя слоя. В третьем поле указывается необходимость отображения на мониторе в данный момент времени этого слоя. В шестом поле **Цвет** можно отредактировать цвет объектов, а в седьмом – тип линий. Наличие значка в седьмом поле означает, что данный слой будет напечатан при выводе на принтер всего документа. В окне программы слой можно выбрать из имеющихся слоев в панели инструментов.

Вычерчивание плана. Существует определенный порядок вычерчивания плана этажа (здания). Он следующий: *компоновка чертежа плана*; *вычерчивание координатных осей*; *привязка и вычерчивание несущих и ограждающих конструкций на плане*; *вычерчивание деталей плана*; *нанесение размеров и надписей*; *оформление чертежа*.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Создать слои для нового документа nanoCAD. Первым создать слой для осевых линий. Набрать **СЛОИ** или **LAYERS** в командной строке. В открывшемся окне **Слои** нажать кнопку **Создать новый слой**. Щелкнуть левой кнопкой мыши на имени слоя *Слой0* и изменить его на *Оси*. Щелкнуть левой кнопкой мыши в поле **Цвет**. В открывшемся списке цветов выбрать команду **Выбрать**. В открывшемся окне **Выбор цвета** выбрать *зеленый* цвет (номер 82) и нажать кнопку ОК. В поле **Тип линий** выбрать линию *GOST 2.303-5*. В поле **Вес линий** выбрать 0,4.

2. В окне **Слои** нажать кнопку **Создать новый слой.** Щелкнуть левой кнопкой мыши на имени слоя *Слой0* и изменить его имя на *Основной*. Щелкнуть левой кнопкой мыши в поле **Цвет**. В открывшемся списке цветов выбрать команду **Выбрать.** В открывшемся окне **Выбор цвета** выбрать *черный* цвет и нажать кнопку ОК. В поле **Вес линий** выбрать 0,8. Закрыть окно **Слои.**

3. Начертить в произвольном месте размер Авто. Нажать кнопку **Слои** на панели инструментов **Свойства.** В открывшемся окне **Слои** отредактировать слой **РАЗМЕРЫ**: цвет – *синий*, вес линий – 0,4.

4. Добавить новый слой **Пояснение.** Отредактировать его: цвет *коричневый* (номер 34), вес линий – 0,3.

5. Добавить новый слой **Граница.** Отредактировать его: цвет *красный*, тип линии *GOST2.303-8*, вес линий – 0,3.

6. Установить масштаб объектов М1:100. Перейти на лист А3. Выбрать слой **Оси.** Построить отрезок оси с координатами 60,60 и 60,220. Скопировать эту осевую линию, сдвинув ее вправо на 60. Для этого выделить ось и набрать в командной строке **сору** или **кп** и нажать клавишу <Enter>. В качестве координат базовой точки набрать 60,60 и нажать клавишу <Enter>. Указывая последовательно относительные координаты @60<0, @90<0, @105<0, построить 3 копии этой оси. Выделить начерченную последней ось и выбрать слой **Граница.** Построить еще один отрезок с координатами 25,75 и 155,75, указав для него слой **Оси.** Скопировать эту ось вертикально вверх на 60. Построить верхнюю границу. Выбрать слой **Граница.** Построить отрезок с координатами 25,150 и 165,150.

7. Построить несущие стены однокомнатной квартиры, применяя команду **Подобие**. Выбрать на панели инструментов слой **Основной.** Выбрать в меню команду **Редактирование → Подобие**. Нажать левой кнопкой мыши в командной строке ссылку **Слой**. Нажать левой кнопкой мыши в командной строке ссылку **Текущий**. На вопрос **Укажите расстояние смещения или [Удалить/Слой/]**: набрать в командной строке 4 и нажать клавишу <Enter>. Выбрать в качестве объекта для смещения левую вертикальную ось. Для указания точки смещения левой кнопкой мыши щелкнуть слева от нее. Выбрать эту ось в качестве объекта для смещения еще раз и щелкнуть левой кнопкой мыши справа от нее. Повторить эту операцию для осей 2 и 3. Выполнить команду **Подоби**е для осей А и Б, смещая их вверх и вниз на четыре.

8. Выбрать в меню команду **Редактирование → Обрезка**. Выбрать крайнюю левую линию как линию обрезки (рис. 18.1) и нажать клавишу <Enter>. Указать линии, выходящие за линию обрезки, как подлежащие удалению и нажать клавишу <Enter>.

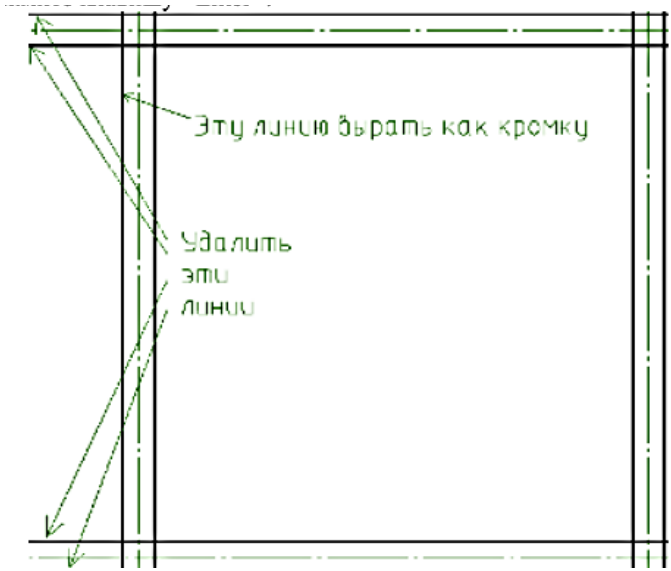


Рис. 18.1. Обрезка горизонтальных линий

9. Обрезать отрезки линии стен, начерченных ниже нижней линии стен (рис. 18.2). Выбрать в меню команду **Редактирование → Обрезка**. Выбрать крайние левые линии как кромки и нажать клавишу <Enter>. Щелчком левой кнопкой мыши удалить внутренние линии и нажать клавишу <Enter>. Удалить остальные внутренние отрезки.

10. Нарисовать внутренние стены квартиры. Выбрать в меню команду **Редактирование → Копирование**. Выбрать левую внутреннюю линию и нажать клавишу <Enter>. Указать координаты базовой точки 64,79 и нажать клавишу <Enter>. Указать последовательно координаты конечной точки других линий: 86,79, 88,79, 98,79 и 100,79. Скопировать нижнюю горизонтальную линию. Выбрать в меню команду **Редактирование → Копирование**. Выбрать нижнюю внутреннюю линию и нажать клавишу <Enter>. В качестве базовой выбрать точку с координатами 64,79 и нажать клавишу <Enter>. Указать последовательно координаты конечной точки других линий: 64,97, 64,99, 64,115 и 64,117.

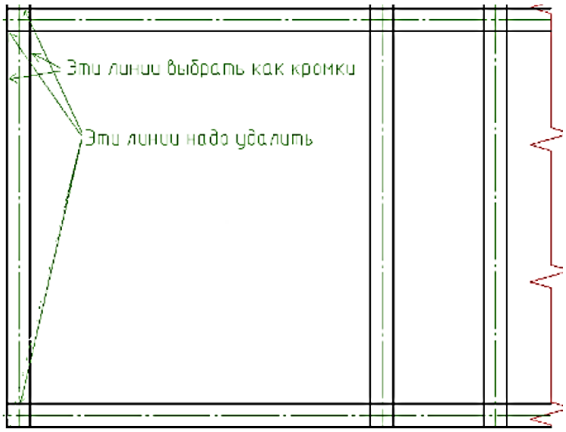


Рис. 18.2. Обрезка внутренних стен

11. Удалить лишние линии. Выбрать в меню команду **Редактирование → Обрезка**. Выбрать кромки в соответствии с рис. 18.3. Удалить линии в соответствии с рис. 18.3. Выбрать кромки в соответствии с рис. 18.3. Удалить внутренние линии в соответствии с рис. 18.3.

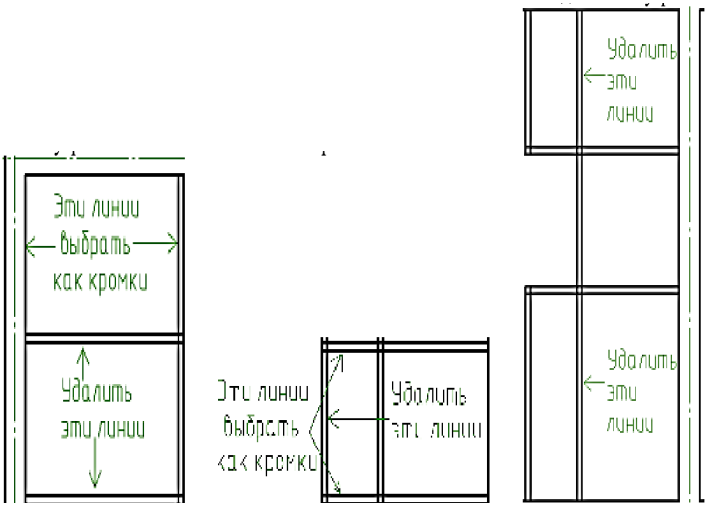


Рис. 18.3. Удаление внутренних линий

12. Начертить внутренние дверные проемы. Для этого нужно построить отрезки, которые послужат кромками обрезки. Построить линии с координатами: 90,97–90,99; 96,97–96,99; 90,115–90,117; 96,115–96,117; 102,115–102,117; 108,115–108,117. Удалить лишние отрезки и оформить чертеж в соответствии с рис. 18.4. Проставить размеры.

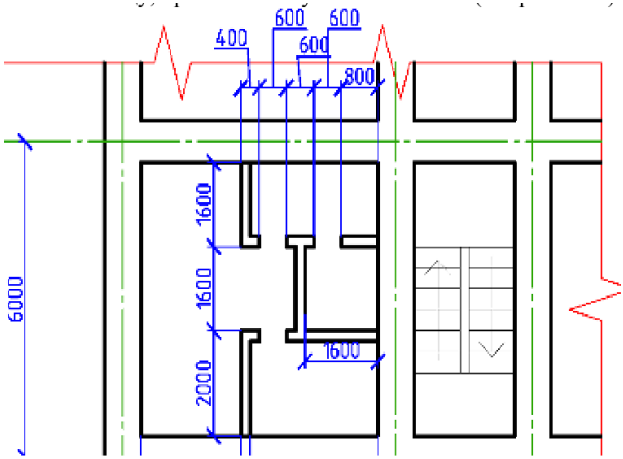


Рис. 18.4. Простановка размеров

Контрольные вопросы

1. С какой целью применяются слои?
2. Каков порядок выполнения чертежа?
3. Какой слой используется по умолчанию в nanoCAD?
4. Какие параметры (списки) используют для описания слоя?
5. Для чего применяется команда редактирования Подобие?
6. В чем заключается разница между командами Подобие и Копирование?

Лабораторная работа 19.
БЛОКИ В NANOCAD

Цели работы:

1) научиться использовать блоки при создании чертежа;

2) научиться использовать команду редактирования Зеркало, вставлять в чертеж текст.

Общие сведения

Блок представляет собой совокупность связанных объектов чертежа, обрабатываемых как единое целое. Блок можно создавать из любого количества объектов и вставлять в чертеж неограниченное число раз. Блоки удобно применять для создания неоднократно используемых элементов чертежей, тем самым ускоряя и упрощая процесс проектирования.

Блоки можно использовать для создания пользовательских библиотек часто применяемых узлов и деталей. Создать блок можно тремя способами:

– выбрав в меню команду **Черчение → Блок → Создание**;

– нажав на инструментальной панели **Черчение** соответствующую кнопку;

– набором одного из псевдоимен команды **Б**, или **БЛОК**, или **НОВБЛОК**, или **СБЛОК** в командной строке.

Созданный блок можно сохранить в отдельный файл. Для этого в командной строке нужно подать команду **ПБ**, или **ПБЛОК**, или **WBLOK**, или **ACADWBLOCKDIALOG**, или **W**. Эта команда позволяет сохранить в отдельный файл:

– полностью текущий чертеж со всеми сделанными изменениями;

– блок, содержащийся в текущем чертеже;

– отдельные фрагменты чертежа.

Вставить блок на лист чертежа можно тремя способами:

– выбрав в меню команду **Вставка → Блок**;

– нажав на инструментальной панели **Черчение** кнопку **Вставка блока**;

– набором одной из команд **В**, или **ВСТАВБЛОК**, или **I**, или **INSBL** в командной строке. После вставки в чертеж блок обрабатывается как единый объект.

Текст. В системе nanoCAD можно создавать и редактировать однострочные и многострочные текстовые объекты. Сравнительно короткие тексты создаются с помощью однострочного текста и записываются чаще всего в одну строку. *Однострочный текст* применяется для добавления в чертеж, например, заголовка или короткого примечания.

Многострочный текст применяется для создания больших текстовых фрагментов типа технических требований или технических характеристик.

Многострочный текст состоит из текстовых строк или абзацев,

вписанных в указанную пользователем область. Количество строк не лимитировано. *Многострочный текст* представляет собой единый объект.

В отличие от *однострочного текста* в *многострочном тексте* допускается форматирование отдельных слов и символов, например, возможно задавать разные шрифты, цвет, высоту символов, использовать режимы подчеркивания и надчеркивания и т. д.

После запуска команды на чертеже необходимо указать прямоугольную рамку – область, в которой будет располагаться *многострочный текст*. Область задается указанием противоположных углов рамки: сначала задается левый верхний угол, затем – правый нижний угол.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Вставить в чертеж нумерацию осей. Создать новый слой **Текст**. Параметры: цвет *зеленый* (номер 82), тип линии *сплошной*, вес линий – 0,4. Выбрать его.

2. Начертить номер оси. Сначала начертить окружность по трем точкам. Набрать в командной строке **КРУГ3**. Указать координаты первой точки 18,75. Указать координаты второй точки 32,75. Указать координаты третьей точки 25,68. В командной строке подать команду **ТЕКСТ** или **ТЕХТ**. Указать координаты левой нижней границы текста 24,74. Указать высоту текста 2.5. Угол поворота – 0. Набрать в качестве текста номер первой горизонтальной оси А. Для завершения ввода текста нажать клавиши <Ctrl> + <Enter>.

3. Выделить введенный текст и окружность. При помощи команды **Редактирование → Копирование** скопировать номера на все оси. В командной строке подать команду **DDEDIT**, или **ED**, или **ДИАЛРЕД**, или **РЕД**. Выделить номер верхней горизонтальной оси и исправить номер на Б. Для завершения ввода текста нажать клавиши <Ctrl> + <Enter>. Точно так же исправить номера вертикальных осей в соответствии с рис. 19.1.

4. Создать блок **Окно** на свободном месте. Начертить горизонтальную линию длиной 13 с началом в точке (20,15). Скопировать ее вверх на 2 и 8. Выбрать слой **Основной**. Построить ломаную с концами 20,15, 22,15, 22,17, 20,17, 20,23. Отразить эту ломаную при помощи команды **Редактирование → Зеркало**. Выбрать в качестве объектов отрезки построенной ломаной и нажать клавишу <Enter>. Указать ко-

ординаты первой точки оси отображения 26.5,15 и нажать клавишу <Enter>. Координаты второй точки указать как @8<90. Выбрать ссылку **нет** на вопрос об удалении исходных объектов и нажать клавишу <Enter>.

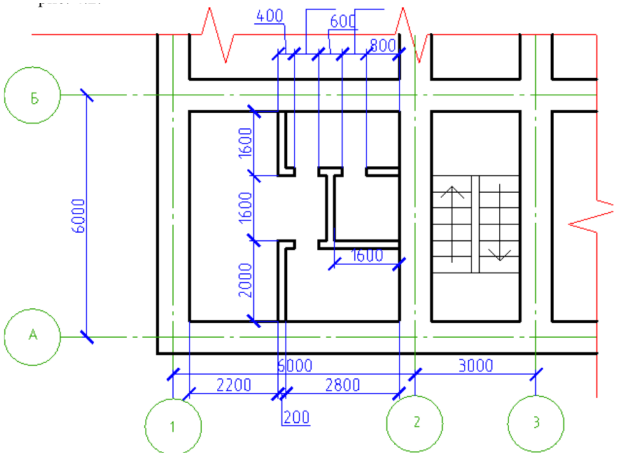


Рис. 19.1. Номера осей

5. Создать новый слой **Окно** с параметрами: цвет – *синий*; тип линии – *сплошная*; вес линии – 0.40. Применить новый слой для созданного окна. Подать в меню команду **Черчение → Блок → Создание**. В открывшемся окне **Определение блока** ввести имя блока **Окно** и нажать кнопку ОК.

6. Использовать новый блок для черчения окон в проекте квартиры. Результат должен соответствовать чертежу на рис. 19.2.

Нарисовать вертикальные линии, которые использовать как кромки для обрезки. Первые (нижние) точки линии длиной 16 будут иметь координаты 70, 67, 83,67, 93,67, 106,67. Обрезать линии стены между первой и второй линиями кромки, а также между третьей и четвертой линиями (см. рис. 19.2). Удалить вертикальные линии, использовавшиеся как кромки обрезки. Переместить имеющийся блок **Окно** при помощи команды **Перемещение**. Выделить сам блок и нажать клавиши <Ctrl> + <D> или выбрать в меню команду **Редактирование → Перемещение**. В командной строке в качестве координат первой точки указать координаты 20,15. В качестве второй точки указать координаты

месторасположения первого окна 70,71. Командой меню **Вставка → Блок** открыть окно для вставки блока. В открывшемся окне выбрать блок **Окно** и нажать кнопку ОК. Появившийся блок **Окно** переместить при помощи мыши на место второго окна.

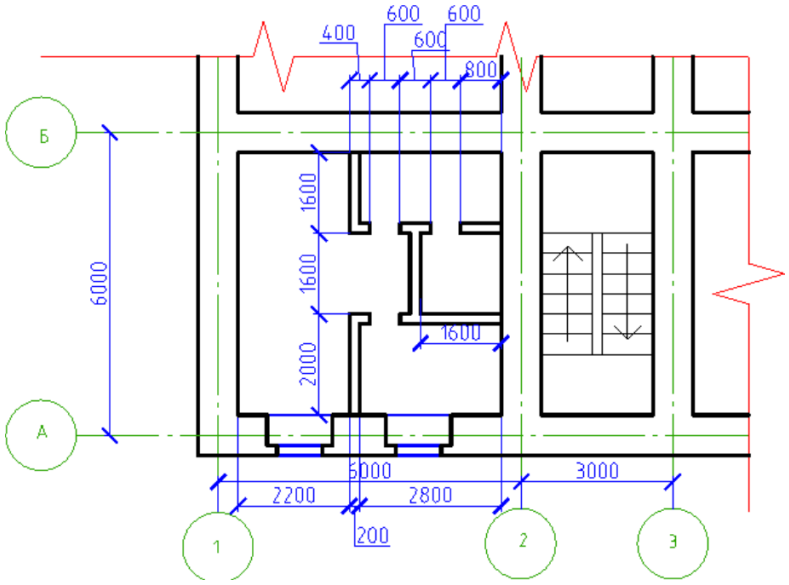


Рис. 19.2. Вставка блока Окно

7. Создать блок **дверь60** для черчения внутренних дверей. Создать новый слой **Двери** с такими же параметрами, что и слой **Окно.** Сделать этот слой текущим. Построить ломаную с концами 90,117, 91,117, 91,115, 90, 115. Выделить ее и выбрать в меню команду **Редактирование → Зеркало.** Указать в качестве координат первой точки оси отражения: 93,115. В качестве второй точки оси отражения указать 93,117. На вопрос **Удалить исходные объекты?** выбрать ответ **Нет**. Построить прямоугольник по двум точкам. Нажать кнопу **Прямоугольник по двум точкам** на панели инструментов и указать координаты первой точки 91,116.5 и второй точки 95,115.5. Развернуть полученную дверь на угол 45°. Выделить начерченный прямоугольник и выбрать в меню команду **Редактирование → Поворот**. Указать координаты базовой точки 91,116.5. Угол поворота задать 45°. Выделить обе ломаные и

прямоугольник и подать в меню команду **Черчение → Блок → Создание**. В открывшемся окне **Определение блока** ввести имя блока **дверь60**. Указать в качестве координат x и y базовой точки координаты нижней левой точки 90, 115 и нажать кнопку ОК. Вставить полученный блок (дверь шириной 600 мм) в оставшиеся внутренние дверные проемы. Отразить блок – дверь на кухню относительно его горизонтальной оси (рис. 19.3).

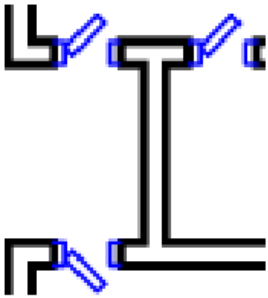


Рис. 19.3. Вставка блока дверь60

8. Выделить этот блок и в командной строке набрать команду **MIRROR** или **ЗЕРКАЛО**. Указать в качестве координат первой точки оси отражения 91,98. В качестве второй точки оси отражения указать @4<0. На вопрос **Удалить исходные объекты?** выбрать ответ **Да**.
9. Сохранить файл.

Контрольные вопросы

1. Что такое блок?
2. Для чего применяется блок?
3. Как создать блок в nanoCAD?
4. Как вставить блок в чертеж?
5. Для чего применяется команда редактирования Зеркало?
6. Какие виды текста используются в nanoCAD?
7. В чем состоит отличие одного вида текста от другого?
8. Какими командами можно создать каждый из видов текста?

Лабораторная работа 20.
ШТРИХОВКА И ТАБЛИЦЫ В NANOCAD

Цель работы: научиться применять штриховку и таблицы при создании чертежа.

Общие сведения

Штриховка. Под штрихованием в nanoCAD подразумевается заполнение выбранной области по имеющемуся образцу.

Образцом штриховки называется заранее определенный узор, используемый для условного обозначения различных материалов, например стали, бетона, стекла и т. д. В качестве образца штриховки может использоваться также и сплошная заливка.

Штриховка может быть ассоциативной или неассоциативной. Ассоциативная штриховка автоматически обновляется при изменении ее контуров. Неассоциативная штриховка не зависит от контуров и при их изменении остается неизменной.

Для определения контуров штриховки можно использовать один из следующих способов:

– указать точку в области, ограниченной объектами;

– выбрать объекты, образующие область.

При определении контура штриховки указанием точки внутри области игнорируются (не учитываются) следующие объекты nanoCAD: однострочные и многострочные тексты, размеры, выноски и таблицы.

Заштриховать область можно тремя способами:

– выбрав в меню команду **Черчение → Штриховка**;

– нажав на инструментальной панели **Черчение** соответствующую кнопку;

– набором одного из псевдоимен команды **КШ**, или **КШРИХ**, или **ШТРИХ**, или **ВНАТСН**, или **НАТСН** в командной строке.

После выполнения команды откроется новое окно **Штриховка.** В нем можно выбрать тип образца штриховки. Их доступно всего три:

– **Стандартный**;

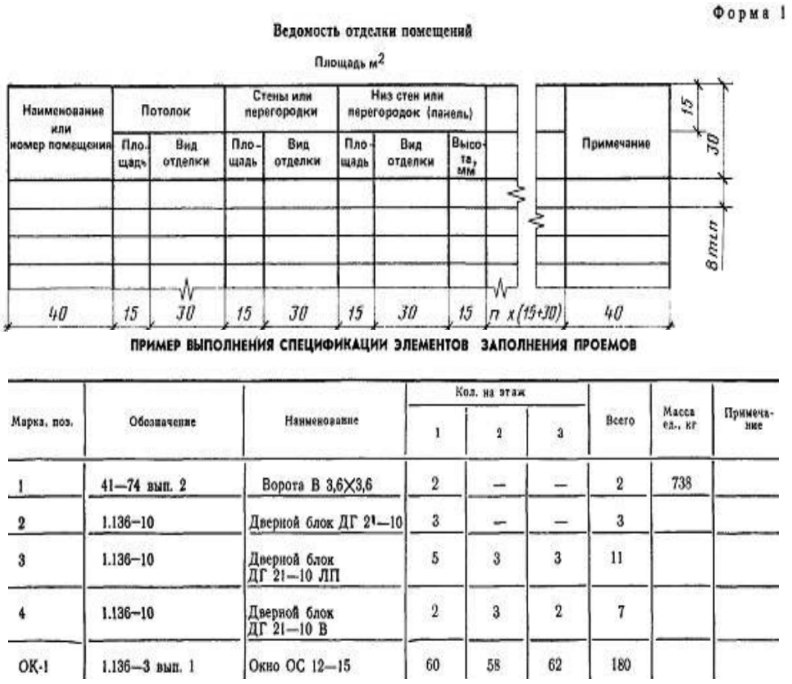
– **Из линий**;

– **Пользовательский.**

Если пользователь выбрал тип образца штриховки **Стандартный**, то ему становится доступным поле **Образец**. В нем можно выбрать нужный из списка имеющихся стандартных образцов.

Таблица. Таблицы используются в текстовых документах. Требования к их оформлению установлены ГОСТ 2.316-2008 и ГОСТ 21.501-93. В виде таблиц оформляются различные ведомости, например ведомость проемов ворот и дверей, экспликации помещений, спецификации.

Различные ведомости и спецификации входят в состав основного комплекта строительной документации. Примеры их оформления приведены на рис. 20.1.



Форма 1

Ведомость отделки помещений

Площадь м²

Наименование или номер помещения	Потолок		Стены или перегородки		Низ стен или перегородок (панель)			Примечание
	Площадь	Вид отделки	Площадь	Вид отделки	Площадь	Вид отделки	Высота, мм	
40	15	30	15	30	15	30	15	n x (15+30) 40

15 30 8 mm

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ СПЕЦИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАПОЛНЕНИЯ ПРОЕМОВ

Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол. на этаж			Всего	Масса ед., кг	Примечание
			1	2	3			
1	41—74 вып. 2	Ворота В 3,6×3,6	2	—	—	2	738	
2	1.136—10	Дверной блок ДГ 21—10	3	—	—	3		
3	1.136—10	Дверной блок ДГ 21—10 ЛП	5	3	3	11		
4	1.136—10	Дверной блок ДГ 21—10 В	2	3	2	7		
ОК-1	1.136—3 вып. 1	Окно ОС 12—15	60	58	62	180		

Рис. 20.1. Примеры оформления ведомостей и спецификаций

Экспликации помещений при недостатке мест для надписей на чертеже используются для помещения в них сведений о названии помещений, площади и категории размещаемых в них производств.

Таблицу в nanoCAD на лист можно вставить тремя способами:

– командой меню: **Черчение → Таблица → Таблица…**;

– нажатием кнопки на панели инструментов **Черчение** соответствующей кнопки;

– набором одного из псевдоимен команды **ТАБЛИЦА**, или **ТБ**, или **TABLE**, или **ТВ** в командной строке.

В результате выполнения команды на экране появится диалоговое окно **Создание таблицы.**

В базе элементов nanoCAD находится большой набор форм стандартных таблиц. Для доступа к ним выберите пункт меню **Загрузить из базы**. В открывшемся диалоговом окне **Создание таблицы** укажите нужную таблицу.

Для создания нестандартной таблицы в полях ввода необходимо указать размеры создаваемой таблицы либо на макете справа выделить мышью необходимое количество строк и ячеек. При последующем редактировании таблицы число строк, столбцов, размеры ячеек можно изменять.

В документ nanoCAD можно вставить таблицу, созданную в другой программе. nanoCAD поддерживает следующие форматы:

– tbl – формат таблиц;
– dat – файл данных или текстовый файл;
– mdb – база данных Microsoft Access;
– xls – электронная таблица Microsoft Office Excel 1997–2003;
– xlsx – электронная таблица Microsoft Office Excel 2007–2010;
– csv – таблица, ячейки разделены запятыми;
– txt – стандартный текстовый файл;
– xml – XML-документ.

Для этого необходимо выбрать пункт меню **Загрузить из файла**. Нажать кнопку **Обзор…** и выбрать файл таблицы.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Запустить nanoCAD. Изучить материалы лабораторной работы. Перейти на вкладку «А4».

2. В командной строке набрать **el** или **эл**. В открывшемся списке команд выбрать **ELLIPSE1** или **ЭЛЛИПС**. Во втором случае в командной строке нужно дополнительно выбрать ссылку **Центр**. Ввести координаты центра эллипса 128, 58 и нажать клавишу <Enter>. Ввести относительные полярные координаты конечной точки первой полуоси @22<0 и нажать клавишу <Enter>. Ввести значение длины второй полуоси 36 и нажать клавишу <Enter>. Для начала штриховки помеченной области выполнить команду **Черчение → Штриховка** или нажать кнопку **Штриховка** на панели инструментов **Черчение**. Запустить

начало черчения штриховки любым способом. В открывшемся окне **Штриховка** нажать кнопку **Добавить: выбрать объекты**. Указать эллипс и нажать клавишу <Enter>. Вернувшись в окно **Штриховка**, нажать кнопку ОК.

3. Начертить прямоугольник по трем точкам: 15,202, 75,202, 75,162. Начертить штриховку внутри прямоугольника. Командой **Штрих** или **Н** вызвать окно **Штриховка**. В открывшемся окне **Штриховка** нажать кнопку **Добавить: выбрать объекты**. Указать прямоугольник и нажать клавишу <Enter>. В окне **Штриховка** в разделе **Тип и массив** рядом с полем **Образец:** нажать кнопку **….** В открывшемся окне **Образцы штриховок** выбрать тип *ANSI35* и нажать кнопку ОК. В разделе **Угол и масштаб** в списке **Угол:** выбрать значение 90. Нажать кнопку **Просмотр**. Если результат вас устроил, нажать клавишу <Enter>.

Все выполненные штриховки чертились с выделенным параметром ассоциативности. Этот параметр привязывает штриховку к границам объекта. При изменении границ объекта будет изменяться и штриховка.

4. Построить прямоугольник по двум точкам: 11,99 и 75,51. Командой **Штрих** или **Н** вызвать окно **Штриховка**. В открывшемся окне **Штриховка** нажать кнопку **Добавить: выбрать объекты**. Указать последним построенный прямоугольник и нажать клавишу <Enter>. В окне **Штриховка** в разделе **Тип и массив** рядом с полем **Образец:** нажать кнопку **….** В открывшемся окне **Образцы штриховок** выбрать тип *ANSI32* и нажать кнопку ОК. В разделе **Угол и масштаб** в списке **Угол:** выбрать значение 60, **Масштаб:** – 1. В разделе **Параметры** убрать **галочку** рядом с параметром **Ассоциативность** и нажать кнопку ОК. Выделить границу только прямоугольника и переместить его вниз, а штриховка при этом осталась на месте.

Контрольные вопросы

1. Что такое штриховка?
2. Какие виды штриховки вы знаете?
3. Какой командой можно начертить штриховку?
4. Какие типы штриховки доступны в окне Штриховка?
5. Что оформляется в текстовых документах в виде таблиц?

Лабораторная работа 21.
ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМУ ГЕОПОРТАЛ ЗИС

Цели работы:

1) ознакомиться с интерфейсом системы Геопортал ЗИС;
2) изучить особенности работы виджетов системы Геопортал ЗИС.

Общие сведения

Геопортал Земельно-информационной системы Республики Беларусь (ЗИС) – интернет-ресурс, который является единой точкой доступа ко множеству информационных ресурсов с инструментами просмотра, поиска геопространственной информации, ее визуализации, загрузки, распространения и поиска геосервисов (сайт системы – http://gismap.by).

Назначение геопортала ЗИС – полнофункциональная открытая геоинформационная система, предназначенная для автоматизации хранения, обработки и предоставления пространственной информации.

Целью создания Геопортала ЗИС является подготовка и представление информации для поддержки принятия решений по организации эффективной работы в области землеустройства, геодезии, картографии, земельного, лесного кадастра и кадастра недвижимости, градостроительства и архитектуры, телекоммуникаций, обслуживания трубопроводов, добычи и транспортировки нефти и газа, электрических сетей, экологии и природопользования, геологии и геофизики, железнодорожного и автомобильного транспорта, банковского дела, образования, государственного управления за счет автоматизации обработки геопространственных данных на основе современных ГИС-технологий.

Функции геопортала:

– интеграция различных типов данных;
– обеспечение централизованного доступа пользователей к информации;
– создание отчетов по запросам пользователей;
– публикация картографической информации;
– предоставление пользователям базового ГИС-инструментария;
– отображение снимков и векторных слоев;
– навигация по карте;
– выполнение поисковых запросов;

– доступ к атрибутивной информации по интересующим объектам на карте;

– отображение тематических карт;

– редактирование существующих векторных слоев;

– добавление комментариев и заявок;

– проведение измерений на карте;

– публикация динамических данных;

– аналитические инструменты: диаграммы, графики.

Задачи информационного обеспечения:

– обмен пространственной информацией между головным и дочерними предприятиями;

– оперативный доступ из удаленных предприятий к актуальной пространственной информации;

– наличие удобных средств отображения растровых и векторных данных;

– возможность использования при работе с пространственной информацией базового ГИС-инструментария (выполнение поисковых запросов, нахождение расстояний и площадей и др.).

Авторизация на Геопортале ЗИС. Вход в Геопортал ЗИС осуществляется с рабочего места, оснащенного доступом к сети Интернет через интернет-браузер. Для входа на сайт Геопортала ЗИС необходимо в адресной строке ввести адрес https://gismap.by/next. В окне **Вход в систему** (рис. 21.1) необходимо ввести свои данные (логин и пароль), выбрать зону и нажать кнопку **Войти** или клавишу <Enter>. Если данные верны, открывается главное окно Геопортала ЗИС.

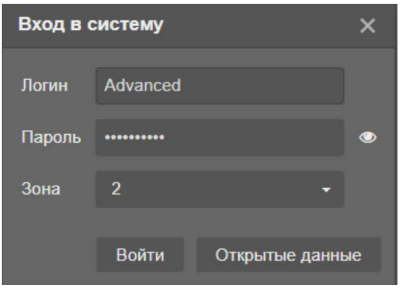


Рис. 21.1. Окно входа в Геопортал ЗИС

Обзор кнопок и виджетов главного окна Геопортал ЗИС. Главное окно системы Геопортал ЗИС включает в себя следующие элементы (рис. 21.2).

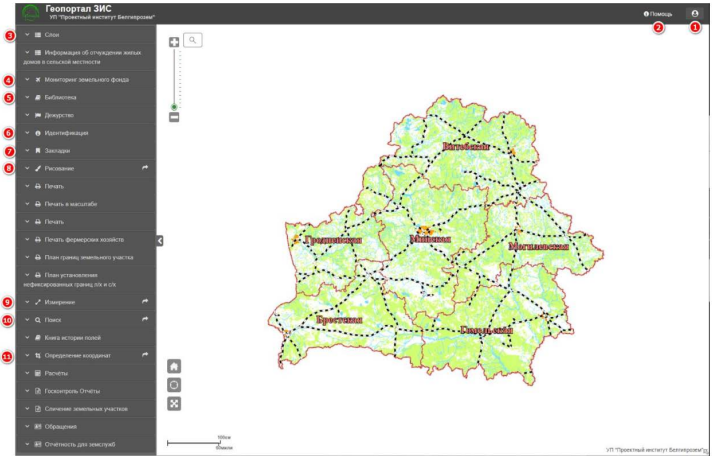


Рис. 21.2. Главное окно Геопортал ЗИС

1. Кнопка **Личный кабинет**. В личном кабинете пользователю доступна функция смены пароля, а также возможность выхода из личного кабинета.

2. Кнопка **Помощь**. Представлен список команд для навигации по карте и инструкции по работе с инструментами портала.

3. Кнопка **Слои**. Позволяет управлять доступными элементами карты (слоями и группами слоев).

4. Кнопка **Мониторинг земельного фонда**. Предоставляет доступ к данным ДДЗ.

5. Кнопка **Библиотека**. Набор документов, необходимых для осуществления землеустроительных работ.

6. Кнопка **Индентификация.** Позволяет получить атрибутивную информацию об объектах отображаемых слоев.

7. Кнопка **Закладки**. Сохраняет выбранный экстент карты.

8. Кнопка **Рисование**. Позволяет начертить участок поверх слоя, выделить нужные участки, добавить надписи на карту.

9. Кнопка **Измерение**. Позволяет измерить расстояние между объектами или их площадь.

10. Кнопка **Поиск**. Выполняет поиск объекта по выбранному слою.

11. Кнопка **Определение координат**. Определяет координаты поворотных точек в различных слоях.

К основным элементам управления картой и виджетами относятся следующие (рис. 21.3).

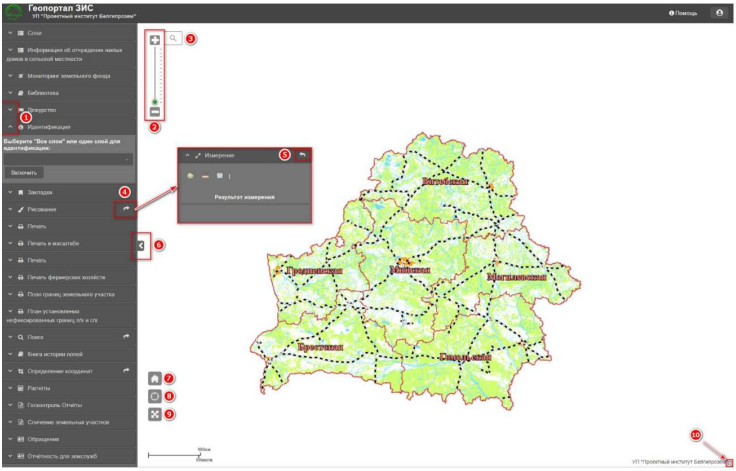


Рис. 21.3. Элементы управления картой и виджетами

1. Кнопка **Скрыть/отобразить виджет**. Позволяет отобразить или скрыть элементы виджетов.

2. Виджет **Масштабная линейка**. Позволяет выбрать требуемый масштаб (приблизить, отдалить карту).

3. Кнопка **Поиск**. Осуществляет поиск по населенным пунктам.

4 и 5. Кнопки **Перемещение виджетов**. Позволяют перенести виджет в любое место на экране и вернуть его обратно.

6. Кнопка **Скрыть/отобразить панель виджетов**. Позволяет скрыть или отобразить панель виджетов.

7. Кнопка **Экстент по умолчанию**. Отображает полный экстент карты.

8. Кнопка **Отслеживание местоположения**. Отслеживает местоположение пользователя в режиме реального времени.

9. Кнопка **Войти/выйти из полноэкранного режима**. Позволяет перейти или выйти в полноэкранный режим.

10. Кнопка **Обзорная карта**. Отображает экстент выбранного участка карты.

Навигация по карте в Геопортал ЗИС может осуществляться как с помощью мыши, так и с помощью клавиатуры. При этом можно выполнить следующий набор действий:

– потянуть карту и, нажав левую кнопку мыши, передвинуть;

– <Shift> + щелчок – центрировать карту;

– <Shift> + тащить – приблизить выбранный участок;

– <Shift> + <Ctrl> + тащить – отдалить выделенный участок;

– колесо мыши вверх – приблизить;

– колесо мыши вниз – отдалить;

– использование стрелок ←, →, ↓, ↑ на клавиатуре для передвижения по карте;

– клавиша <+> – приблизить экстент;

– клавиша <-> – отдалить экстент;

– двойной щелчок мыши – приблизить и центрировать;

– <Ctrl> + ‘<’ – переход на предыдущий экстент;

– <Ctrl> + ‘>’ – переход на следующий экстент.

Указания к выполнению лабораторной работы

1. Открыть браузер и в командной строке ввести http://gismap.by.

2. В открывшемся окне нажать кнопку **Геопортал ЗИС**.

3. В окне **Вход в систему** ввести **Логин** и **Пароль**, а в случае их отсутствия нажать кнопку **Открытые данные**.

4. **Работа со слоями.** Во время первого входа на страницу Геопортала ЗИС отображение всех слоев по умолчанию выключено. При последующих входах на Геопортал ЗИС сохраняется отображение слоев предыдущей сессии.

Добавление слоев на карту осуществляется с помощью виджета **Слои**. В зависимости от тарифного плана пользователю будет доступен определенный набор слоев. Виджеты **Информация об отчуждении жилых домов в сельской местности** и **Мониторинг земельного фонда** имеют аналогичные функции (кроме строки фильтрации).

В верхней части раскрытого виджета **Слои** находится панель фильтрации по слоям. Поиск осуществляется единовременно с вводом значений в строку фильтрации. Фильтрация выполняется согласно следующим правилам: по целому слову, по части слова или по слоям внутри папок.

Чтобы включить (или выключить) интересующий слой, необходимо поставить (или убрать) галочку напротив него. Некоторые слои включают в себя составные подслои (рис. 21.4). Для отображения подслоя на карте нужно поставить галочку напротив слоя и соответствующего подслоя. Поэтому в случае, если слой включен, а информация не отображается, необходимо проверить, включены ли нужные подслои. Все слои отображаются с определенных масштабов (как правило,

с масштаба 1:25000, но могут и с других). Галочка напротив названия слоя становится белой при приближении к необходимому масштабу. До этого она имеет серый цвет. В меню управления слоями также находятся функции **Включить все слои** и **Выключить все слои**. Они позволяют отображать (скрывать) на карте все доступные слои.

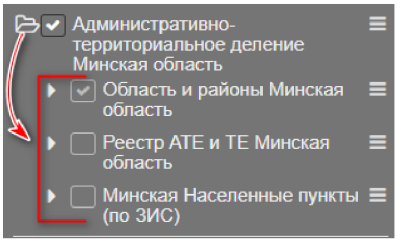


Рис. 21.4. Включение и отключение слоев
и подслоев в Геопортал ЗИС

В виджете **Слои** есть возможность скрыть (или отобразить) слои на карте. Для этого под строкой фильтрации располагается поле **Отображать слои**. По умолчанию все включенные слои отображены на карте. Для выключения отображения нужно снять галочку с поля **Отображать слои.**

Для управления слоем можно воспользоваться кнопкой, расположенной справа от названия каждого слоя. В меню управления слоями находятся следующие функции:

– перемещение слоев вверх или вниз. При нажатии на одну из функций слой поднимается или опускается на одну единицу;

– включить или выключить все подслои слоя (только для тех слоев, которые имеют подслои);

– установить прозрачность слоя. Прозрачность слоя можно выбрать от 0 до 100 %. Окно выбора прозрачности появляется при наведении курсора мыши на пункт **Прозрачность** в меню управления слоями. Для выбора прозрачности нужно нажать левой кнопкой мыши на пунсон в панели диапазона процентов и перетащить к нужному значению;

– разделить слой вертикально, горизонтально либо областью. Окно выбора метода разделения появляется при наведении курсора мыши на пункт **Разделить слой** в меню управления слоями. Для выбора метода разделения нужно нажать левой кнопкой мыши на нужный метод в панели методов разделения. Слой, для которого была выбрана функ-

ция **Разделить слой**, будет регулироваться вертикально, горизонтально или отображаться в области (рис. 21.5).

Рис. 21.5. Разделение слоев

5. **Библиотека.** В данном виджете находится набор документов, необходимых для осуществления землеустроительных работ. Внутри папок находятся документы в формате *.pdf и папки, внутри которых находятся документы (рис. 21.6).

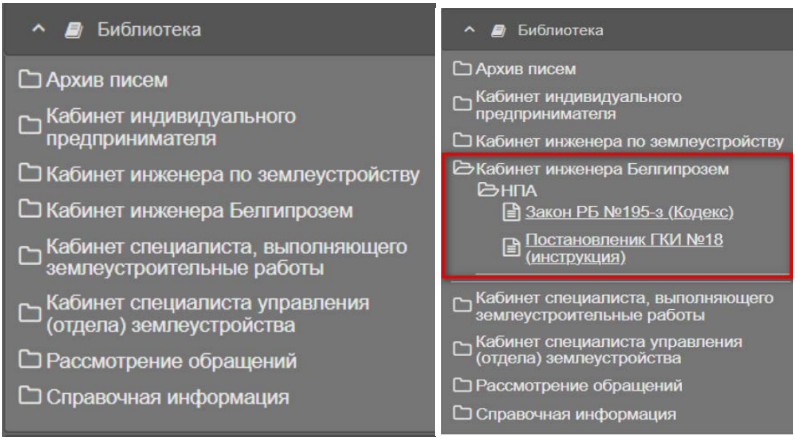


Рис. 21.6. Виджет Библиотека

6. Виджет **Идентификация.** По умолчанию получить атрибутивную информацию об объекте можно при нажатии правой кнопкой мыши по объекту. Откроется контекстное меню объекта. Для получения атрибутивной информации необходимо нажать правой кнопкой мыши на надпись **Идентифицировать здесь**. В результате появится окно с атрибутивной информацией объекта (рис. 21.7). Если включено несколько слоев, в окне будет информация по каждому из них.

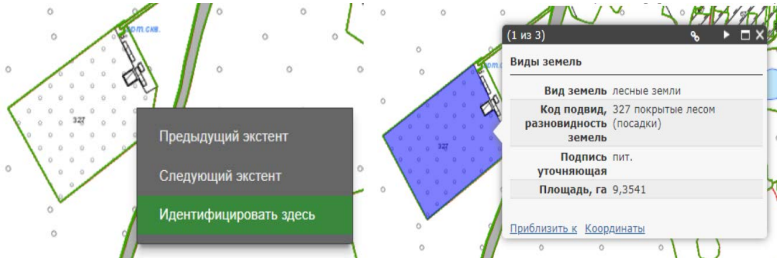


Рис. 21.7. Идентификация объекта

Второй способ получения атрибутивной информации – использование виджета **Идентификация**. С его помощью можно получить атрибутивную информацию по конкретному слою. Для этого нужно нажать на стрелку выпадающего списка и выбрать нужный слой (доступны только включенные слои) и нажать кнопку **Включить**. После этого при нажатии левой кнопки мыши по объекту появится окно атрибутивной информации только по одному слою. Для возвращения к первому способу идентификации нужно в выпадающем списке выбрать **Все слои** и нажать кнопку **Выключить.**

7. Виджет **Закладки.** Виджет позволяет сохранить экстент необходимой области карты. Для добавления закладки нужно переместиться к необходимой области карты в нужном экстенте. Нажать кнопку **Добавить закладку** (рис. 21.8). Далее ввести наименование закладки. Если наименование не было введено, закладка по умолчанию будет названа «Без имени». Для перехода к новой области карты нужно после ввода наименования закладки нажать клавишу <Enter> и перетянуть карту к следующей области. Наименование закладки можно редактировать. Для этого нужно нажать на пиктограмму **Редактировать.** Для удаления закладки нужно нажать на пиктограмму **Удалить.**

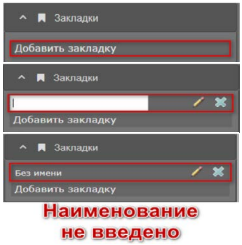


Рис. 21.8. Создание закладки

8. Виджет **Рисование**. Виджет **Рисование** состоит из набора инструментов для рисования объектов произвольной формы, нанесения объектов по координатам, написания текста и редактирования нарисованных объектов. Основная панель виджета выглядит следующим образом и имеет определенные функции (рис. 21.9):

1) отображать графику – включает (выключает) отображение графики на карте;

2) отображать слои – включает (выключает) отображение слоев на карте;

3) текущие значения – включает (выключает) отображение текущих значений (координаты, площадь, длина) во время рисования объектов;

4) привязать размер текста к масштабу – привязывает размер текста к определенному масштабу. Масштаб можно выбрать из выпадающего списка после включения этой функции (поставить галочку);

5) панель инструментов рисования;

6) инструменты управления порядком расположения объектов (при их наложении друг на друга либо при совмещении границ объектов);

7) открыть шаблоны рисования – открывает окно с шаблонами, которые можно использовать для рисования графики;

8) сохранить – сохраняет объекты рисования в файл формата *.json;

9) загрузить – загружает объекты рисования в формате *.json;

10) приблизить к нарисованной графике – приближает экстент карты к нарисованной графике;

11) отменить – отменяет последнее действие виджета **Рисование**;

12) вернуть – возвращает последнее отмененное действие виджета **Рисование**;

13) очистить рисование – очищает карту от всей нарисованной графики;

14) измерения – включает (выключает) отображения выбранных текущих значений (координаты, площадь, длина) во время рисования

объектов (после завершения рисования объекта значение остается на карте в виде текста).

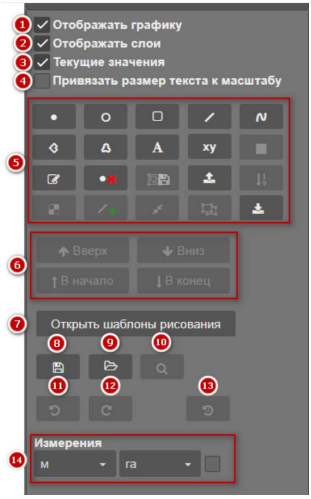


Рис. 21.9. Панель виджета
Рисование

На панели инструментов находятся основные инструменты для создания графики в виджете **Рисование**. При выборе определенного инструмента рисования в нижней части виджета **Рисование** (под блоком функции **Измерения**) отображается дополнительное меню. В нем доступно изменение таких параметров, как цвет, размер, ширина и других характеристик объектов графики. Для каждого объекта доступен индивидуальный набор дополнительных параметров.

9. Виджет **Измерение.** Позволяет измерить расстояние или площадь, а также определить местоположение отдельной точки.

Для определения площади необходимо нажать кнопку **Площадь.** Затем нарисовать полигон области, площадь которой необходимо узнать.

Чтобы определить расстояние, нужно на панели виджета выбрать соответствующую кнопку **Расстояние**, щелкнуть левой кнопкой мыши в начальной точке измерений, а затем в конечной.

Для определения местоположения объекта необходимо на панели виджета выбрать соответствующую кнопку **Местоположение** и нажать в область карты, координаты которой необходимо определить.

10. Виджет **Поиск.** Виджет позволяет найти интересующий объект, приблизить к нему и определить его местоположение. Существует три вида поиска:

– по населенным пунктам;

– кадастровым участкам;

– земельным участкам.

Поиск осуществляется двумя способами:

– по атрибутам – из выпадающего списка выбрать слой (область), по которому будет осуществляться поиск. В поле **Текст поиска** ввести название искомого объекта;

– формам – из выпадающего списка выбрать слой (область), по которому будет осуществляться поиск. Выбрать форму для поиска объекта. На карте выделить пространственную область, по которой будет осуществляться поиск.

Кнопки **Очистить** и **Поиск** активны только после выделения области поиска на карте. Результаты поиска отобразятся в виде таблицы в нижней части окна Геопортала ЗИС (рис. 21.10).

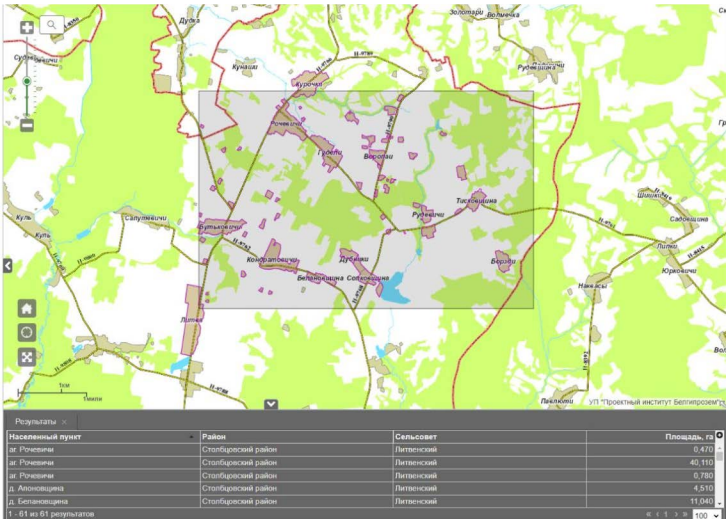


Рис. 21.10. Результаты поиска

При выполнении поиска:

– по населенному пункту – в таблице отобразится название населенного пункта, район, сельсовет и площадь участка (га). Населенный

пункт может состоять из одного или нескольких отдельных участков. Поиск отобразит все участки, из которых состоит населенный пункт;

– кадастровым участкам – в таблице отобразится кадастровый номер, адрес земельного участка, наименование землепользователя, площадь (га) и периметр (м) участка;

– земельным участкам – в таблице отобразится полное наименование землепользователя, наименование населенного пункта, наименование улицы, код СОАТО АТЕ и ТЕ, вид вещного права на земельный участок, площадь (га) и периметр земельного участка (м).

При выполнении поиска участков по формам в таблице поиска отображаются все объекты, которые находятся полностью внутри выделенной на карте пространственной области.

Для приближения к отдельному участку:

– нажать на соответствующую строку таблицы поиска;

– выбрать участок на карте и нажать на кнопку **Выбор по указанным формам** в виджете **Поиск** (рис. 21.11);

– идентифицировать нужный участок (вне зависимости от того, находится ли этот участок внутри формы поиска) и нажать кнопку **Выбор по идентифицированным формам** в виджете **Поиск**.

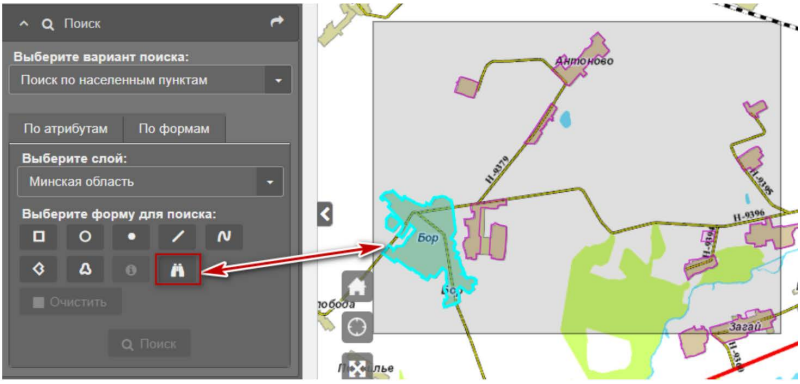


Рис. 21.11. Выполнение команды Поиск

Контрольные вопросы

1. Что такое Геопортал ЗИС?
2. Какие виджеты содержит система Геопортал ЗИС?
3. Для чего необходим виджет Слои?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ш а б е к а, Л. С. Введение в машинную графику : лабораторные работы по курсу «Начертательная геометрия. Инженерная графика» / Л. С. Шабека, А. Ю. Лешкевич, А. И. Сторожилов. – Минск : БГПА, 1983. – 55 с.

2. П е р е п е л и ц а, Ф. А. Компьютерное конструирование в AutoCAD 2016. Начальный курс : учеб.-метод. пособие / Ф. А. Перепелица. – СПб. : НИУ ИТМО, 2015. – 192 с.

3. П о л е щ у к, Н. Н. Самоучитель AutoCAD 2014 / Н. Н. Полещук. – СПб. : Петербург, 2014. – 464 с.

4. С о к о л о в а, Т. Ю. AutoCAD 2012 на 100 % / Т. Ю. Соколова. – СПб. : Питер, 2012. – 574 с.

5. Ж а р к о в, Н. В. Полное руководство AutoCAD 2012 / Н. В. Жарков. – СПб. : Наука и техника, 2012. – 624 с.

6. 3D-моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex / В. В. Большаков [и др.]. – СПб. : Питер, 2011. – 336 с.

7. З е л ё н ы й, П. В. Инженерная графика. Практикум : учеб. пособие / П. В. Зелёный, Е. И. Белякова ; под ред. П. В. Зелёного. – Минск : БНТУ, 2011. – 258 с.

8. Геометрические построения: Кривые линии, сопряжения : учеб.-метод. пособие с вариантами индивидуальных заданий / Т. А. Марамыгина [и др.] ; под общ. ред. П. В. Зелёного. – Минск : БНТУ, 2010. – 70 с.

9. Б е л я к о в а, Е. И. Начертательная геометрия. Краткий курс по темам графических работ : учеб. пособие / Е. И. Белякова, П. В. Зелёный ; под ред. П. В. Зелёного. – Минск : БНТУ, 2009. – 229 с.

10. А б б а с о в, И. Б. Создаем чертежи на компьютере в AutoCAD 2007/2008 [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. вузов / И. Б. Аббасов ; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). – Москва : ДМК Пресс, 2007. – 136 с. – Режим доступа: http://www.biblioclub.ru/book/47352/.

11. Г а н и н, Н. Б. Автоматизированное проектирование в системе КОМПАС-3D V12 [Электронный ресурс] : для изучения и практ. освоения систем автоматизир. проектирования в рамках образоват. программы компании АСКОН / Н. Б. Ганин ; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). – Москва : ДМК Пресс, 2010. – 360 с. – (САПР от А до Я). – Режим доступа: http://www.biblioclub.ru/book/86540/.

12. З а л о г о в а, Л. И. Компьютерная графика [Текст] : практикум / Л. И. Залогова. – 2-е изд. – Москва : Лаборатория Базовых Знаний, 2005. – 320 с.

13. К о н д а к о в, А. И. САПР технологических процессов [Текст] : учебник / А. И. Кондаков. – Москва : Академия, 2007. – 272 с.

14. Ч е к м а р е в, А. А. Инженерная графика [Электронный ресурс] : учебник / А. А. Чекмарев ; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). – Москва : Абрис, 2012. – 381 с. – Режим доступа: http://www.biblioclub.ru/book/117507/.

15. Г а н и н, Н. Б. Компас-3D. Трехмерное моделирование [Электронный ресурс] : [самоучитель] / Н. Б. Ганин ; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). – Москва : ДМК Пресс, 2009. – 384 с. – Режим доступа: http://www.biblioclub.ru/book/47347/.

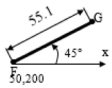
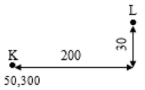
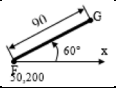
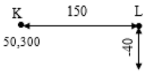
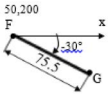
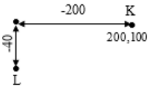
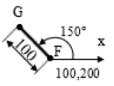
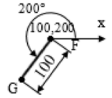
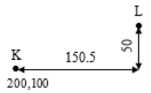
16. К у д р я в ц е в, Е. М. Компас-3D V10. Максимально полное руководство [Электронный ресурс] : в 2 т. / Е. М. Кудрявцев ; Университетская библиотека онлайн (ЭБС). – Москва : ДМК Пресс, 2008. – Т. 1. – 309 с. – Режим доступа: http://www.biblioclub.ru/book/47342/.

17. Руководство пользователя nanoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.nanocad.ru.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Исходные данные для выполнения лабораторной работы 1

Ввод точек в абсолютных координатах	Ввод точек в полярных координатах	Ввод точек в относительных координатах
D • 50,50 E • 100,50.5		
D • 70,50 E • 125,50.5		
D • 50,125 E • 98.3,75.5		
D • 60,75 E • 100.3,125		
D • 50,150 E • 100.4,150.5		

Приложение 2

Исходные данные для выполнения лабораторной работы 2

Команда	Вводимые параметры	Опции
1	2	3
Для команды Line (Отрезок)		
LINE **(ОТРЕЗОК):** From point **(от тчк):** To point **(к точке):** To point **(к точке):**	 10,10 60,20 <Enter>	В абсолютных координатах
LINE **(ОТРЕЗОК):** From point **(от тчк):** To point **(к точке):** To point **(к точке):**	 100,10 @50,10 <Enter>	В относительных координатах
LINE **(ОТРЕЗОК):** From point **(от тчк):** To point **(к точке):** To point **(к точке):**	 200,10 @50<30 <Enter>	В полярных координатах
LINE **(ОТРЕЗОК):** From point **(от тчк):** To point **(к точке):** To point **(к точке):**	 400,10 @50<150 <Enter>	В полярных координатах
LINE **(ОТРЕЗОК):** From point **(от тчк):** To point **(к точке):** To point **(к точке):**	 500,10 @–40,30 <Enter>	В относительных координатах
Для команды ARC (ДУГА)		
ARC **(ДУГА)** Center/<First point>: **(Центр/<Начальная точка>:)** Center/Endpoint<Second point>: **(Центр/Конец/<Вторая точка>:)** Endpoint: **(Конечная точка:)**	 10,75 50,100 80,80	По трем точкам
ARC **(ДУГА)** Center/<First point>: **(Центр/<Начальная точка>:)** Center/Endpoint<Second point>: **(Центр/Конец/<Вторая точка>:)** Center **(Центр:)** Angle/Chord/<Endpoint of arc>: **(Угол/Хорда/<Конечная точка>:)**	 140,100 C (Ц) 140,70 170,70	 S, C, E Н, Ц, К
ARC **(ДУГА)** Center/<First point>: **(Центр/<Начальная точка>:)** Center/End<Second point>: **(Центр/Конец/<Вторая точка>:)** Endpoint: **(Конечная точка:)** Angle/Direction/Radius/<Center>: **(Угол/Направляющие/Радиус/<Центр>:)** Radius **(Радиус:)**	 220,100 E (К) 260,60 R (Р) 40	 S, C, R Н, К, Р

1	2	3
ARC **(ДУГА)** Center/<First point>: **(Центр/<Начальная точка>:)** Angle/Endpoint<Second point>: **(Центр/Конец/<Вторая точка>:)** Center **(Центр:)** Angle/Chord/<Endpoint of arc>: **(Угол/Хорда/<Конечная точка>:)** Angle **(Угол:)**	 330,70 C (Ц) 380,70 A (У) –90	 S, C, A Н, Ц, У
ARC **(ДУГА)** Center/<First point>: **(Центр/<Начальная точка>:)** Center/Endpoint<Second point>: **(Центр/Конец/<Вторая точка>:)** Center **(Центр:)** Angle/Chord/<Endpoint of arc>: **(Угол/Хорда/<Конечная точка>:)**	 440,80 C (Ц) 460,80 460,120	 S, C, E Н, Ц, К
Для команды CIRCLE (КРУГ)		
CIRCLE **(КРУГ)** 3P/2P/TTR/<Center>: **3T/2T/ККР/<Центр>:** Diameter <Radius>: **Диаметр <Радиус>:** Diameter **(Диаметр:)**	 50,160 D (Д) 80	 C (Ц) D (Д)
CIRCLE **(КРУГ)** 3P/2P/TTR/<Center>: **3T/2T/ККР/<Центр>:** First point: **(Первая точка:)** Second point: **(Вторая точка:)** Third point: **(Третья точка:)**	 3P (3T) 150,120 190,160 150,190	 3P 3T
CIRCLE **(КРУГ)** 3P/2P/TTR/<Center>: **3T/2T/ККР/<Центр>:** First point of diameter: **(Первая точка на диаметре:)** Second point of diameter: **(Вторая точка на диаметре:)**	 2P (2T) 220,160 280,160	 2P (2T)
CIRCLE **(КРУГ)** 3P/2P/TTR/<Center>: **3T/2T/ККР/<Центр>:** Diameter/<Radius>: **(Диаметр/<Радиус>:)**	 350,160 40	 C (Ц) R (Р)
CIRCLE **(КРУГ)** 3P/2P/TTR/<Center>: **3T/2T/ККР/<Центр>:** First point of diameter: **(Первая точка на диаметре:)** Second point of diameter: **(Вторая точка на диаметре:)**	 2P (2T) 250,140 450,200	 2P (2T)

1	2	3
Для команды TEXT (ТЕКСТ)		
TEXT **(ТЕКСТ)** Start point or A/C/F/M/R/S: **Нач. т. или ВПИ/Ц/ВЫ/С/ВПР/Г:** Height<0.20> **(Высота <0.20>:)** Angle<0>: **(Угол поворота<0>:)** Text **(Текст:)**	 10,300 10 0 AutoCAD	 St. p. (Нач. т.)
TEXT **(ТЕКСТ)** Start point or A/C/F/M/R/S: **Нач. т. или ВПИ/Ц/ВЫ/С/ВПР/Г:** Center point: **(Центр. точка:)** Height<0.20> **(Высота <0.20>:)** Angle<0>: **(Угол поворота<0>:)** Text **(Текст:)**	 C (Ц) 150,300 10 –20 AutoCAD	 Center (Центр)
TEXT **(ТЕКСТ)** Start point or A/C/F/M/R/S: **Нач. т. или ВПИ/Ц/ВЫ/С/ВПР/Г:** Start point: **(Начальная точка:)** Endpoint: **(Кон. точка:)** Text **(Текст:)**	ALI (ВПИ) 200,300 310,330 AutoCAD	 ALI (ВПИ)
TEXT **(ТЕКСТ)** Start point or A/C/F/M/R/S: **Нач. т. или ВПИ/Ц/ВЫ/С/ВПР/Г:** Start point: **(Начальная точка:)** Endpoint: **(Кон. точка:)** Text **(Текст:)**	 ALI (ВПИ) 350,270 350,320 AutoCAD	 ALI (ВПИ)
TEXT **(ТЕКСТ)** Start point or A/C/F/M/R/S: **Нач. т. или ВПИ/Ц/ВЫ/С/ВПР/Г:** Height<0.2> **(Высота <0.20>:)** Angle<0>: **(Угол <0>:)** Text **(Текст:)**	 400,270 15 90 AutoCAD	 St. p. (Нач. т.)
Для команды PLINE (ПЛИНИЯ)		
PLINE **(ПЛИНИЯ)** From point: **(От точки:)** Current lint width is 0.0 **(Текущая ширина линии равна 0.0:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)**	120,270 120,220 180,230 180,260 Clouse Замкни	 C (З)

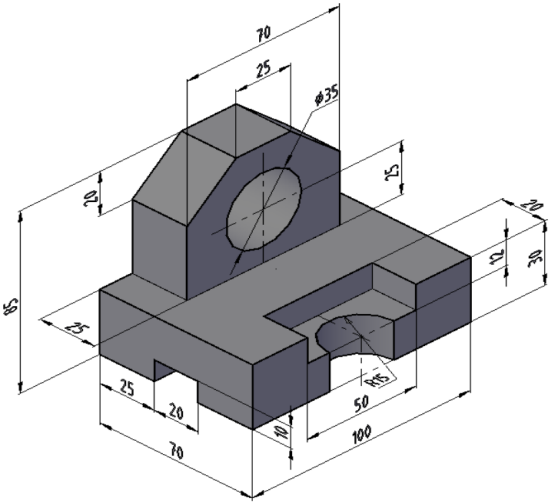
1	2	3
PLINE **(ПЛИНИЯ)** From point **(От точки:)** Current line width is 0.0 **(Текущая ширина линии равна 0)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line> **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** Starting width <0.0>: **(Начальная ширина<0.0>:)** Ending width <0.0>: **(Конечная ширина <0.0>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line> **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line> **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/R/U/W<Endpoint of line> У/Ц/З/Н/П/ОТР/Р/ОТМ/Ш/<К. т. д.> **Center (Центр:)** Angle/Length/<Endpoint> **(Угол/Длина<Кон. точка>)** A/C/H/L/R/U/W<Endpoint of arc.> **У/Ц/З/Н/П/ОТР/Р/ОТМ/Ш/<К. т. д.>** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line> **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)**	320,270 W (Ш) 1 1 320,230 Ark (Дуга) Center (Центр) 350,230 380,230 Length (Отр) 380,270 <Enter> <Ввод>	 W (Ш) Arc (Дуга)
PLINE **(ПЛИНИЯ)** From point: **(От точки:)** Current line width is 0.0 **(Текущая ширина линии равна 0.0:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** Starting width <0.0>: **(Начальная ширина <0.0>:)** Ending width <0.0>: **(Конечная ширина <0.0>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of 1ine>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of 1ine>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** Starting width <0.0>: **(Начальная ширина<5.0>:)** Ending width <0.0>: **(Конечная ширина <0.0>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of 1ine>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of 1ine>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)**	30,250 W (Ш) 0 5 40,250 W (Ш) 0 0 100,250 <Enter> <Ввод>	 W (Ш)

1	2	3
PLINE **(ПЛИНИЯ)** From point: **(От точки:)** Current lint width is 0.0 **(Текущая ширина линии равна 0.0:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line>: **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/CE/CL/D/H/L/R/S/U/W<End. arc> **У/Ц/З/Н/П/ОТР/Р/ОТМ/Ш/<К. т. д.>** Center (Центр:) Angle/Length/Endpoint>: **(Угол/Длина/Кон. точка>:)** A/CE/CL/D/H/L/R/S/U/W<End. arc> **(У/Ц/З/Н/П/ОТР/Р/ОТМ/Ш/<Кон. т.>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line> **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line> **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line>	210,210 260,210 Ark (Дуга) CE (Центр) 260,220 270,220 Length (Отр) 270,270 210,270 <Enter> <Ввод>	Arc (Дуга) Length (Отр)
PLINE **(ПЛИНИЯ)** From point **(От точки:)** Current line width is 0.0 **(Текущая ширина линии равна 1)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line> **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** Starting width <0.0>: **(Начальная ширина<0.0>:)** Ending width <2.0>: **(Конечная ширина <2.0>:)** A/C/H/L/U/W/<Endpoint of line> **(ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)** A/C/H/L/R/U/W<Endpoint of arc.> **У/Ц/З/Н/П/ОТР/Р/ОТМ/Ш/<К. т. д.>** Center **(Центр:)** A/C/H/L/R/U/W<Endpoint of arc.> **У/Ц/З/Н/П/ОТР/Р/ОТМ/Ш/<К. т. д.>** A/C/H/L/R/U/W<Endpoint of arc.> **У/Ц/З/Н/П/ОТР/Р/ОТМ/Ш/<К. т. д.>** A/C/H/L/R/U/W<Endpoint of arc.> **У/Ц/З/Н/П/ОТР/Р/ОТМ/Ш/<К. т. д.>**	450,200 W (Ш) 2 <Ввод> Arc (Дуга) Center (Центр) 450,250 400,250 450,200 <Enter> <Ввод>	W (Ш) Arc (Дуга)

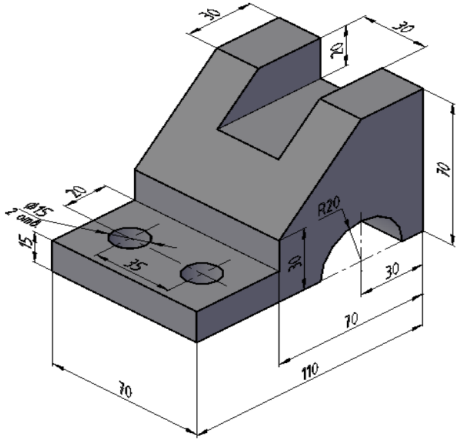
Приложение 3

Исходные данные к лабораторной работе 5

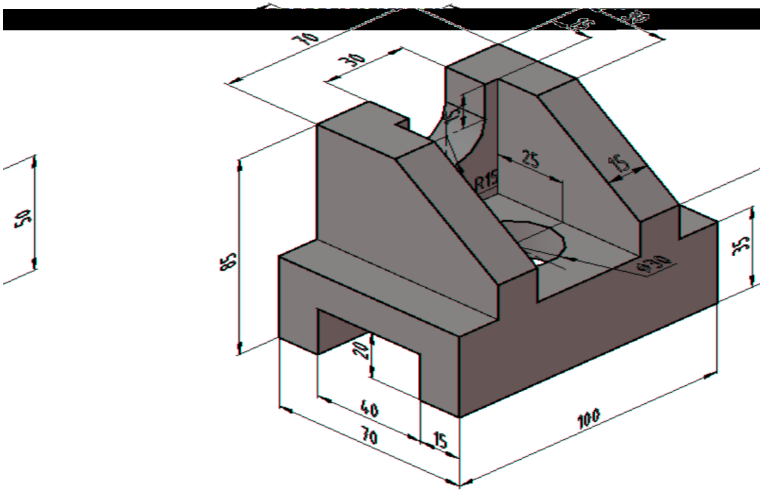
Вариант 1



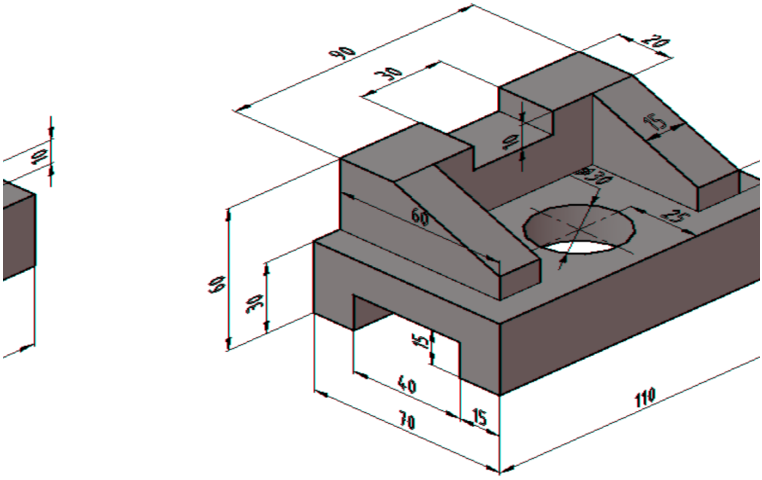
Вариант 2



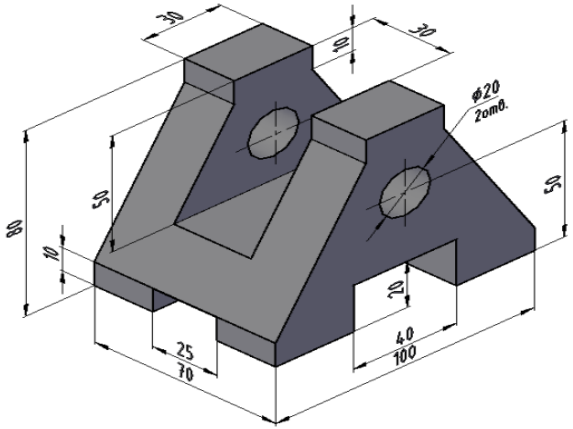
Вариант 3



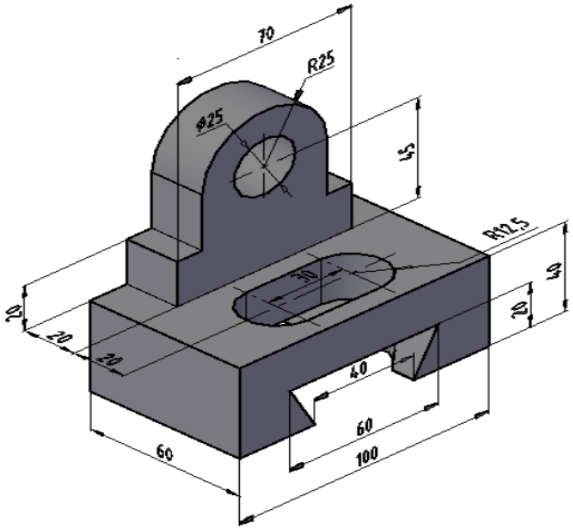
Вариант 4



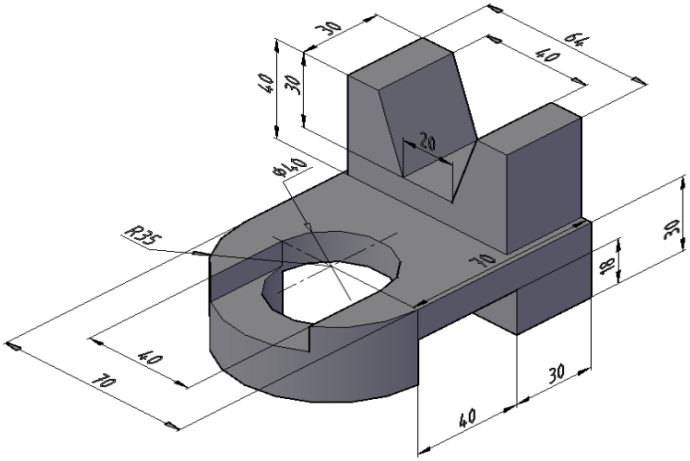
Вариант 5



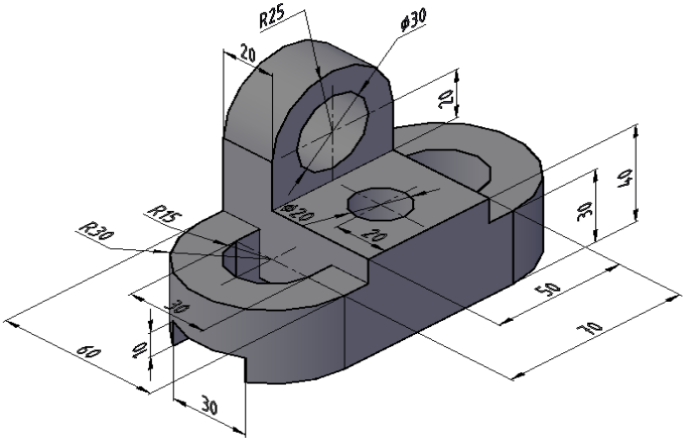
Вариант 6



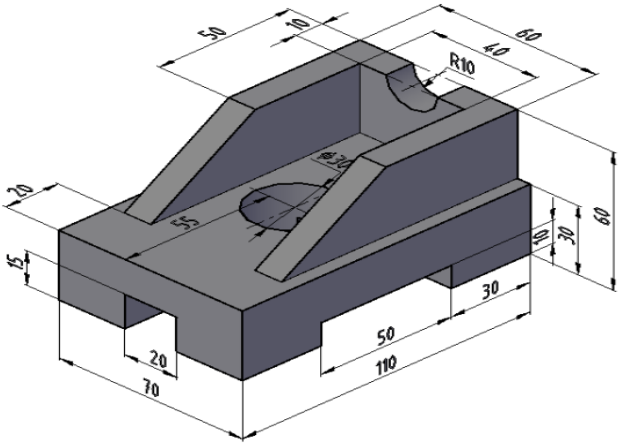
Вариант 7



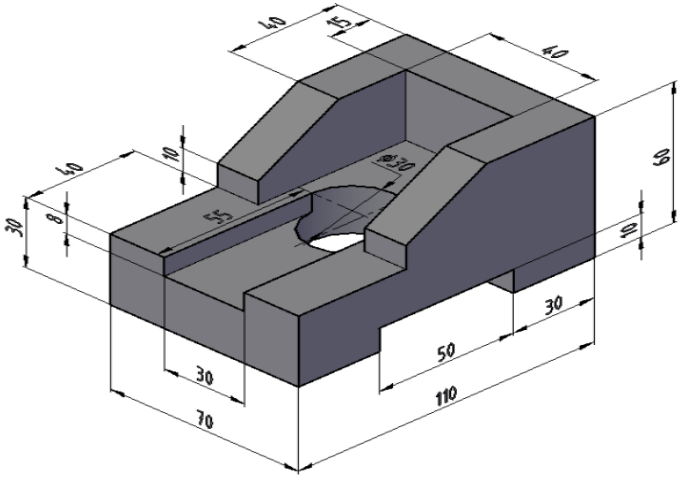
Вариант 8



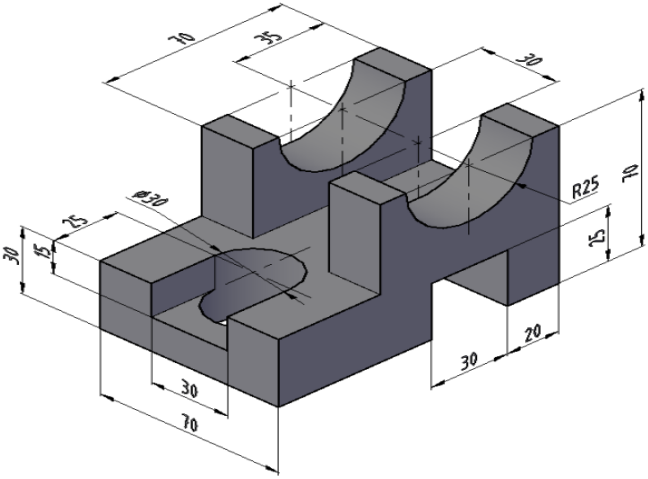
Вариант 9



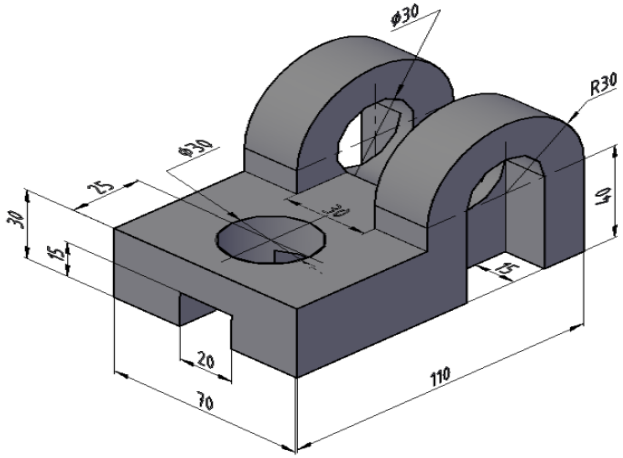
Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12



Приложение 4

Исходные данные к лабораторной работе 7

Вариант	Координата	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	x	80	80	80	70	60	45	45	35	25	10	10	20
	y	25	25	10	10	20	20	35	45	35	35	35	15
	z	10	20	35	50	50	50	35	35	25	25	10	0
2	x	75	75	60	50	50	40	25	15	5	5	15	25
	y	15	25	25	35	50	40	50	50	25	25	25	5
	z	35	35	45	45	35	20	20	10	10	25	25	35
3	x	80	80	70	70	60	50	40	30	20	20	10	10
	y	30	45	45	25	15	15	15	5	20	20	20	5
	z	50	35	25	10	20	5	5	35	35	50	50	50
4	x	80	80	70	60	45	45	35	35	20	10	10	10
	y	25	10	10	25	35	45	45	25	15	15	15	25
	z	40	40	50	50	35	20	20	20	30	30	10	10
5	x	75	75	75	65	55	45	35	25	15	15	15	0
	y	45	45	35	25	25	10	10	10	20	20	40	30
	z	50	35	25	25	40	25	25	5	5	15	15	5
6	x	80	80	80	70	55	55	45	30	30	20	10	10
	y	30	20	10	10	20	35	35	45	45	35	20	20
	z	50	50	30	15	15	25	25	10	40	40	25	35
7	x	80	80	80	80	65	55	55	45	30	30	20	5
	y	10	10	20	35	20	20	5	5	5	25	40	20
	z	15	25	35	35	55	45	45	45	10	10	25	25
8	x	75	65	65	65	55	45	35	25	15	15	5	5
	y	10	20	25	35	35	50	50	30	30	30	40	55
	z	50	40	25	25	10	10	20	35	35	50	50	40
9	x	80	80	80	80	70	55	40	40	30	15	5	5
	y	10	20	20	30	30	50	35	25	25	40	40	40
	z	30	30	50	50	50	40	40	15	5	20	20	5
10	x	80	80	80	65	65	50	50	40	25	10	10	0
	y	10	10	20	30	40	40	25	25	45	30	15	15
	z	20	30	40	50	50	40	30	20	20	5	15	15
11	x	70	80	70	60	55	45	45	35	25	25	10	10
	y	10	10	25	25	40	40	40	40	30	20	20	35
	z	20	30	50	50	40	40	25	15	15	30	10	10
12	x	75	75	75	65	55	55	40	30	20	20	10	10
	y	20	20	10	10	20	35	35	45	30	30	30	15
	z	10	20	35	35	50	50	35	35	25	5	5	5
13	x	75	75	60	50	40	40	25	15	15	5	5	5
	y	10	25	25	35	35	50	50	35	35	20	20	5
	z	35	35	45	45	35	20	20	10	25	30	10	10
14	x	75	75	65	55	45	45	35	25	15	5	5	5
	y	30	45	45	25	25	25	10	20	20	10	10	0
	z	35	35	35	10	10	20	20	35	50	50	35	20
15	x	75	75	65	65	55	45	35	35	25	10	10	0
	y	35	45	45	30	20	10	10	35	25	25	25	10
	z	45	30	20	10	10	25	25	25	40	40	55	55

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
16	x	75	75	75	65	55	45	35	25	25	15	15	15
	y	45	35	35	25	15	15	30	30	45	45	35	10
	z	25	25	45	45	30	30	10	20	20	20	5	5
17	x	70	80	80	70	50	40	30	20	20	10	10	10
	y	20	20	10	10	25	35	35	25	5	5	5	15
	z	50	40	30	15	30	30	20	10	10	10	35	45
18	x	60	75	75	75	60	50	40	25	25	15	15	5
	y	15	20	20	35	35	25	25	10	10	10	0	0
	z	5	15	25	35	50	50	50	40	25	25	25	10
19	x	75	65	65	65	55	40	30	20	20	20	5	5
	y	20	10	25	35	35	20	20	10	10	40	50	50
	z	50	40	25	25	10	20	20	20	5	5	5	35
20	x	70	85	85	85	60	60	45	35	25	25	10	0
	y	10	25	25	35	45	35	35	50	35	35	15	15
	z	25	35	50	50	50	35	35	20	20	5	5	15

Приложение 5

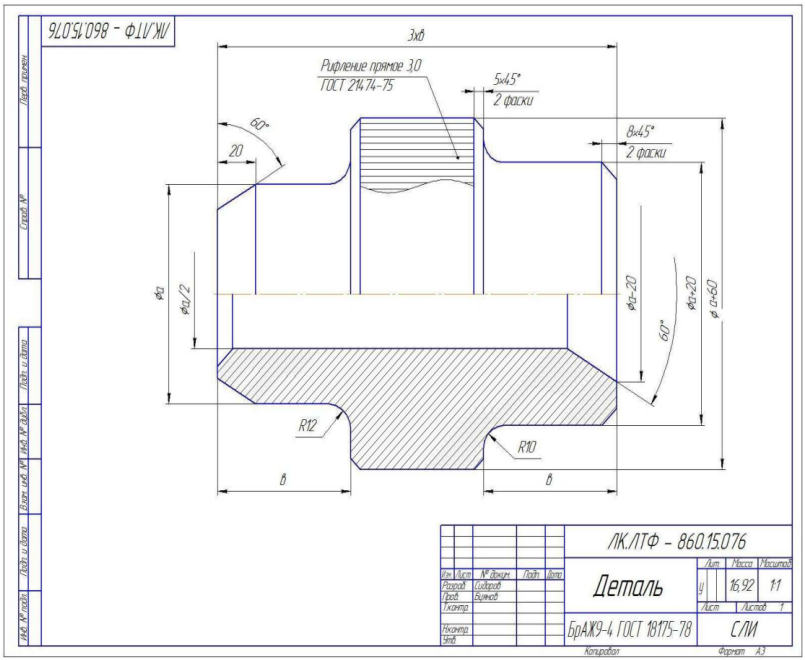
Исходные данные к лабораторной работе 8

Координата	Вариант	A	B	C	D	E	F	Координата	Вариант	A	B	C	D	E
x	1	130	100	30	130	100	10	x	11	120	10	30	75	110
y		75	10	45	20	80	20	y		10	80	0	80	50
z		70	10	50	40	80	10	z		30	75	0	0	20
x	2	130	30	80	130	15	100	x	12	130	20	50	35	120
y		50	75	20	70	30	10	y		70	70	10	80	50
z		65	65	0	40	60	0	z		20	70	0	5	40
x	3	130	70	20	130	20	70	x	13	120	90	10	120	70
y		80	10	20	55	45	0	y		80	10	10	40	20
z		0	80	25	55	75	0	z		0	70	20	30	0
x	4	130	75	20	120	90	20	x	14	130	20	90	105	130
y		0	70	30	70	0	15	y		65	35	10	10	45
z		40	70	10	0	80	70	z		80	10	0	55	20
x	5	130	10	85	120	60	10	x	15	0	130	35	0	35
y		60	50	10	40	0	65	y		60	40	0	40	0
z		35	90	10	50	90	10	z		60	35	10	30	0
x	6	120	10	65	130	20	85	x	16	120	15	100	55	130
y		0	60	80	30	0	80	y		70	30	5	10	15
z		75	10	0	0	35	80	z		40	65	0	70	70
x	7	20	130	65	10	75	130	x	17	130	20	90	0	60
y		10	5	70	40	20	80	y		60	50	10	20	20
z		0	30	60	30	75	10	z		80	50	20	40	85
x	8	115	85	10	130	45	10	x	18	130	10	100	0	50
y		80	10	30	20	70	20	y		20	20	70	40	5
z		0	65	50	10	70	10	z		60	60	10	5	60
x	9	130	10	50	120	70	10	x	19	130	80	20	115	20
y		65	40	0	40	0	65	y		10	80	40	0	10
z		70	60	0	0	80	40	z		10	75	50	65	65
x	10	120	10	70	130	90	30	x	20	10	70	130	50	5
y		0	30	70	20	80	0	y		20	70	0	20	40
z		70	30	0	0	80	10	z		60	0	60	10	40

Приложение 6

Исходные данные к лабораторной работе 15

Вариант	а	в	Вариант	а	в
1	100	70	16	92	70
2	99	71	17	93	71
3	98	72	18	94	73
4	97	73	19	91	75
5	96	74	20	97	77
6	95	75	21	88	78
7	94	76	22	98	79
8	93	75	23	100	72
9	92	76	24	95	72
10	91	77	25	97	73
11	90	78	26	96	74
12	90	79	27	95	75
13	90	80	28	94	76
14	89	80	29	93	75
15	87	81	30	98	74



Приложение 7

Операции, функции и константы, поддерживаемые nanoCAD

Синтаксис (функция)	Значение
Константы	
E	Число e – основание натурального логарифма
PI	Число pi – отношение длины окружности к ее диаметру
Арифметические операции	
( )	Группирование выражений
+	Сложение
–	Вычитание
*	Умножение
/	Деление
%	Вычисление остатка
**	Возведение в степень
Функции	
COS	Возвращает косинус угла (числовое значение)
SIN	Возвращает синус угла (числовое значение)
TAN	Возвращает тангенс угла (числовое значение)
ACOS	Возвращает арккосинус угла (числовое значение)
ASIN	Возвращает арксинус угла (числовое значение)
ATAN	Возвращает арктангенс угла (числовое значение)
ABS	Возвращает абсолютное значение числа
EXP	Возвращает значение экспоненты числа e
LN	Возвращает натуральный логарифм числа
LOG	Возвращает десятичный логарифм числа
SQRT	Возвращает квадратный корень числа
FLOOR	Возвращает наибольшее возможное целое число, значение которого меньше или равно заданному числовому выражению
CEIL	Возвращает наименьшее возможное целое число, значение которого больше или равно заданному числовому выражению
FRAC	Возвращает дробную часть числа
TRUNC	Возвращает целую часть числа. Вся дробная часть отбрасывается
ROUND (x, precision)	Возвращает число, округленное с точностью до указанного знака после запятой (переменная precision)
NEG	Возвращает отрицательное значение числа
SGN	Возвращает одно из значений в зависимости от знака числа: 1 – число больше нуля; 0 – число равно нулю; –1 – число меньше нуля

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ..... …….3
Лабораторная работа 1. Введение в систему AutoCAD..... …….4
Лабораторная работа 2. Создание графических примитивов ..... …...13
Лабораторная работа 3. Редактирование графических примитивов .. …...23
Лабораторная работа 4. Средства создания и выполнения чертежа... …...34
Лабораторная работа 5. Создание чертежа комбинированного тела средствами AutoCAD..... …...43
Лабораторная работа 6. Вычерчивание архитектурного чертежа здания средствами AutoCAD ..... …...53
Лабораторная работа 7. Введение в трехмерное моделирование ..... …...75
Лабораторная работа 8. Команды Полилиния, Полителo, Область ... …...81
Лабораторная работа 9. Твердотельные модели геометрических тел …...87
Лабораторная работа 10. Формирование и редактирование комбинированного геометрического тела…….....….100
Лабораторная работа 11. Создание проекционного комплексного чертежа на основании трехмерной модели сложного комбинированного геометрического тела ..... ….112
Лабораторная работа 12. Создание 2D- и 3D-блоков сечений и разрезов комбинированного тела и их редактирование..... ….120
Лабораторная работа 13. Создание трехмерной топографической поверхности..... ….133
Лабораторная работа 14. Введение в систему КОМПАС-3D ..... ….141
Лабораторная работа 15. Создание графических примитивов и построение детали в системе КОМПАС-3D..... ….150
Лабораторная работа 16. Изучение графических примитивов системы nanoCAD..... ….170
Лабораторная работа 17. Параметры чертежа в nanoCAD. Редактирование чертежа ..... ….179
Лабораторная работа 18. Слои в nanoCAD..... ….187
Лабораторная работа 19. Блоки в nanoCAD..... ….192
Лабораторная работа 20. Штриховка и таблицы в nanoCAD..... ….198
Лабораторная работа 21. Введение в систему Геопортал ЗИС..... ….202
Библиографический список ..... ….214
Приложения..... ….215