

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная графика машиностроительного профиля»

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ AUTOCAD. ПРАКТИКУМ

В 2 частях

Часть 1

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспортной деятельности для студентов высших технических
учебных заведений по техническим специальностям*

Минск
БНТУ
2020

УДК 004.92 (076.5)
ББК 30.2-5-05я7
С40

С о с т а в и т е л и :

*С. В. Гиль, Т. В. Дорогокупец, О. Н. Кучура, А. Ю. Лешкевич,
Т. А. Марамыгина, И. В. Толстик, Е. И. Царук*

Под общей редакцией *С. В. Гиль*

Р е ц е н з е н т ы:

заведующий кафедрой «Инженерная графика»
Белорусского государственного аграрного технического университета,
канд. техн. наук., доцент *А. Г. Вабищевич;*
канд. техн. наук, доцент кафедры «Инженерная графика» БГТУ *Ю. А. Ким*

Система автоматизированного проектирования AutoCAD. Практикум:
С40 в 2 ч. Ч. 1 / С. В. Гиль [и др.]. – Минск: БНТУ, 2020. – 84 с.
ISBN 978-985-583-098-7 (Ч. 1).

В практикуме представлены теоретические положения и практические задания в виде лабораторных работ, которые позволяют изучить основы системы автоматизированного проектирования AutoCAD, а также выполнять комплексные проекционные чертежи индивидуальных графических заданий по дисциплине «Инженерная графика» средствами AutoCAD.

УДК 004.92 (076.5)
ББК 30.2-5-05я7

ISBN 978-985-583-098-7 (Ч. 1)
ISBN 978-985-583-099-4

© Белорусский национальный
технический университет, 2020

ВВЕДЕНИЕ

История системы AutoCAD, разработанной американской компанией Autodesk, – одной из ведущих производителей систем автоматизированного проектирования (САПР) и программного обеспечения для конструкторов, дизайнеров, архитекторов, насчитывает уже более тридцати лет. Название системы AutoCAD – Automated Computer Aided Drafting and Design переводится дословно как автоматизированное черчение и проектирование с помощью ЭВМ. Она предназначена, в первую очередь, для инженерного проектирования в отличие от известных программ растровой иллюстративной графики. Для любого объекта в AutoCAD, начиная с точки, отрезка и заканчивая сложными объектами, можно вывести на экран их свойства: координаты характерных точек, длину, периметр, площадь и т. д. На основе построенной трехмерной модели в AutoCAD можно произвести инженерные расчеты моментов инерции, определения центра масс, устойчивости, прочности и т. д. Эта система также позволяет выполнять пользователю с высочайшей точностью любые виды графических работ не только в двумерной плоскости, но и трехмерные построения в любой плоскости пространства. Точность построений достигается не только заданием порядка в единицах измерений, но и дополнительными возможностями системы: режимом ортогональности линий, объектной привязкой, отслеживанием привязки угловой и объектной. Для выполнения сложных чертежей и собственных приложений, функционирующих в среде AutoCAD, можно использовать уникальную возможность данной системы – слои, позволяющие группировать объекты, замораживая (выключая) второстепенные из них на данный момент, не удаляя их, делать невидимыми.

Сегодня программа AutoCAD поддерживает более чем 20 языков, ее используют в своей работе миллионы проектировщиков во всем мире.

Материал лекций основывается на версии программы AutoCAD 2014. Однако с нею могут работать и пользователи других версий, так как идеология работы с программой изменений не претерпела. Новые версии этой программы повышают эффективность работы, а не изменяют ее. Эта система универсальна и адаптирована к любым требованиям, вне зависимости от версии.

Свой вклад в создание практикума внесли следующие преподаватели кафедры: введение – С. В. Гиль; лабораторная работа № 1 – С. В. Гиль, А. Ю. Лешкевич; лабораторная работа № 2 – Т. А. Марамыгина, А. Ю. Лешкевич; лабораторная работа № 3 – С. В. Гиль; лабораторная работа № 4 – И. В. Толстик, А. Ю. Лешкевич, С. В. Гиль; лабораторная работа № 5 – О. Н. Кучура, Т. В. Дорогокупец; лабораторная работа № 6 – Е. И. Царук.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

При выполнении лабораторных работ каждый студент обязан строго выполнять следующие правила техники безопасности:

1. К проведению лабораторных работ допускаются лица, прошедшие инструктаж по безопасным приемам работы в лаборатории с указанием мест расположения выключателей электропитания, огнетушителей, средств оказания первой медицинской помощи пострадавшим, аварийных выходов из помещения. После инструктажа должна быть произведена соответствующая запись в журнале.

2. Перед началом работы необходимо внимательно изучить методическое руководство по проведению лабораторной работы.

3. Включение источников питания и непосредственно компьютеров выполняют преподаватели, проводящие лабораторные занятия, или инженеры.

4. Категорически запрещается пользоваться личными средствами хранения и передачи информации.

5. Категорически запрещается пользоваться неисправным оборудованием, прикасаться руками к оголенным проводам, находящимся под напряжением, устранять обнаруженные неисправности самостоятельно на работающем оборудовании.

6. О всех выявленных неисправностях и сбое в работе системы немедленно докладывать преподавателю, осуществляющему руководство лабораторным занятием, или инженеру.

7. Запрещается располагать непосредственно на клавиатуре чертежи индивидуальных заданий, чертежные инструменты, личные вещи.

8. По окончании работы необходимо привести в порядок свое рабочее место.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМУ AUTOCAD

Цель работы:

- ознакомиться с интерфейсом системы AutoCAD;
- изучить способы задания параметров чертежа;
- освоить варианты ввода команд в системе AutoCAD;
- изучить различные способы и форматы ввода точек в системе AutoCAD.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Структура экрана

Одной из основных отличительных особенностей AutoCAD 2009 и последующих версий, в том числе и AutoCAD 2014, 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 (рис. 1), которое содержит основные элементы интерфейса и область, где 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 управляет размерами графического окна, а третья (с крестиком) предназначена для выхода из программы.

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

В третьей строке графического окна находятся *стандартная панель инструментов и панель с падающими 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 подме-

ню с вариантами выполнения данной команды (опциями). Для вызова подменю необходимо на некоторое время задержать на треугольнике указатель мыши.

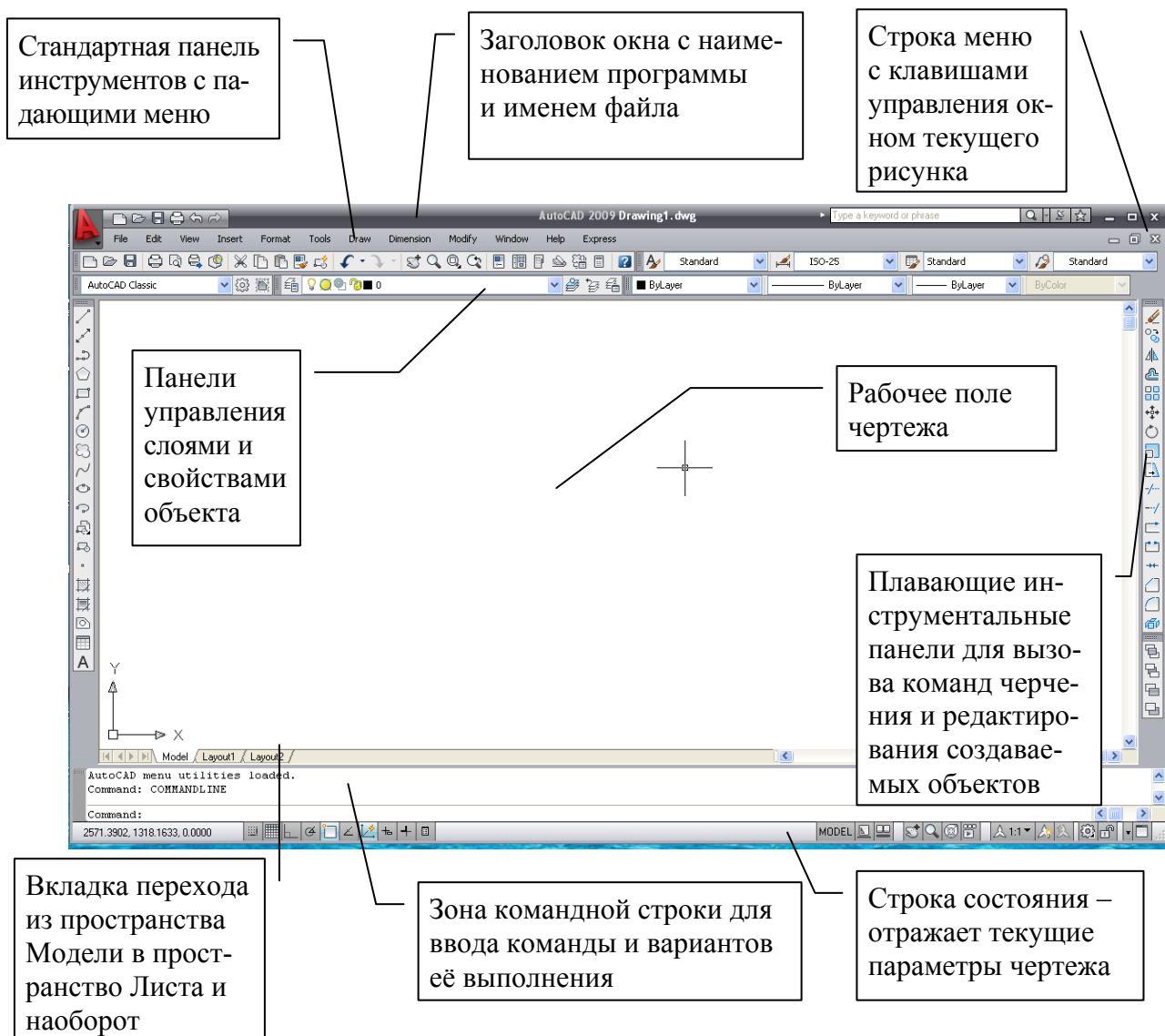


Рис. 1. Графическое окно программы AutoCAD

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 используемые 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 вер-

тикальных 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.

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.

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/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 Ortho (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/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.

Выше строки состояния находится *зона командной строки*, которая по умолчанию состоит из 3 строчек, 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 струк-

туру и набор управляющих элементов, с помощью которых производится задание параметров (переключатели, флажки, раскрывающиеся списки, окна предпросмотра и т. д.). В диалоговых окнах элементы управления располагаются не хаотично, а упорядоченно. Обычно они объединяются в смысловые группы, имеющие названия. 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*. Вызывается щелчком правой кнопки мыши. Состав его 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 текущую рамку) для предварительного выбора объектов;
- активизировать 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. Она 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 <Enter> или пробел.

Прерывание команды: следует 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 падающем 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 клавишей мыши на нужной пиктограмме и нажать клавишу <ОК>.

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, необходимо 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

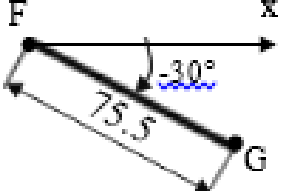
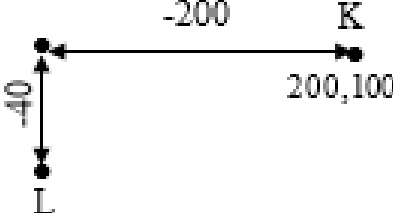
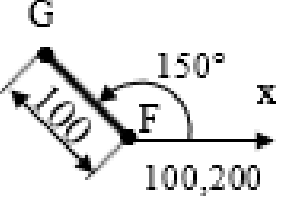
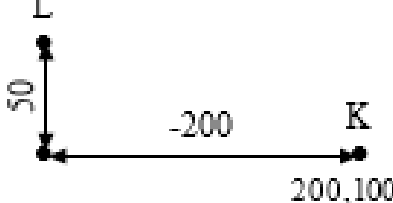
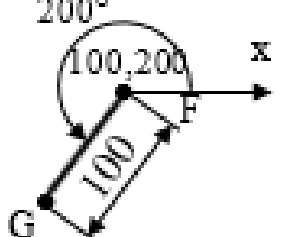
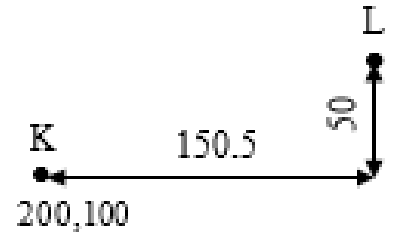
1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя файлу.
3. Изучить пункты падающего меню, структуру диалоговых окон, контекстных меню, строку состояния и текущие режимы работы системы.
4. Пользуясь командой Point (Точка), выполнить контрольные примеры по вводу координат точек, изменяя стиль отображения точек на рабочем поле (Таблица 1).
5. Сохранить файл в папке с номером группы.
6. Выйти из 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 падающее меню системы?
4. Как вызвать контекстное меню на рабочее поле чертежа? Для чего оно используется?
5. Какие способы ввода команд используются в системе?
6. Что представляет собой формат ввода точек в абсолютных, полярных и относительных координатах?
7. Что представляет собой динамическое отображение ввода?

Таблица 1

№ п/п	Ввод точек в абсолютных координатах	Ввод точек в полярных координатах	Ввод точек в относительных координатах
1	<p>D E</p> <p>• •</p> <p>50,50 100,50.5</p>		
2	<p>D E</p> <p>• •</p> <p>70,50 125,50.5</p>		

№ п/п	Ввод точек в абсолют- ных координатах	Ввод точек в поляр- ных координатах	Ввод точек в относитель- ных координатах
3	<p>D E</p> <p>• •</p> <p>50,125 98.3,75.5</p>	<p>50,200</p> 	
4	<p>D E</p> <p>• •</p> <p>60,75 100.3,125</p>		
5	<p>D E</p> <p>• •</p> <p>50,150 100.4,150.5</p>		

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

СОЗДАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ

Цель работы:

- ознакомиться с типами графических примитивов системы AutoCAD;
- ознакомиться с режимами рисования системы AutoCAD;
- изучить перечень основных команд, входящих в раздел Рисования;
- 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 описывается 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 клавишей мыши. В открывшемся диалоговом окне Drafting Settings (Режимы рисования) последовательно заполнить четыре вкладки и нажать клавишу <ОК>.

Включить или выключить координатную сетку можно следующими способами:

- нажатием клавиши <F7>;

– 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 Ortho (Орто) строки состояния позволяет включать или выключать этот режим. Роль этой кнопки выполняет также функциональная клавиша <F8>.

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 клавишей 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 будет доступен ввод точки, отмена (последней операции), по-

следний 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 падающего 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;
- по трем точкам;
- по двум диаметральному точкам;
- по двум касательным и радиусу;
- по 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 падающего меню Draw /Arc / – /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;
- по начальной, конечной точке и центру;
- по начальной точке, центру и углу;
- по начальной, конечной точке и радиусу;
- по центру, начальной и конечной точкам;
- по 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]: C – 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 (Закрывать) – 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) – 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 падающего 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 Polygon (МН-угол) рисует *правильный многоугольник*. Может быть вызвана с помощью пиктограммы инструментальной панели Draw (Рисование) или из падающего меню Draw (Рисование) командой Polygon (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 командой 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 как, например, 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 – 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 падающего 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), где 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 падающего меню Draw (Рисование) / Text / MultilineText (Текст / Многострочный) 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 (Таблица 2).
7. Пользуясь командой ARC (Дуга), выполнить контрольные примеры по построению дуг, используя указанные в таблице опции данной команды (Таблица 2).
8. Пользуясь командой CIRCLE (Круг), выполнить контрольные примеры по построению окружностей, используя указанные в таблице опции данной команды (Таблица 2).
9. Пользуясь командой PLINE (Плиния), выполнить контрольные примеры по построению полилиний, используя указанные в таблице опции данной команды (Таблица 2).
10. Пользуясь командой TEXT (Текст), выполнить контрольные примеры по созданию текстовых надписей, используя указанные в таблице опции данной команды (Таблица 2).
11. Сохранить файл в папке с номером группы.
12. Выйти из AutoCAD.

Таблица 2

Для команды "LINE" ("ОТРЕЗОК"):

№ п/п	Команда	Вводимые параметры	Способ ввода координат
1	LINE (ОТРЕЗОК): From point (от тчк): To point (к точке): To point (к точке):	10,10 60,20 [Enter]	В абсолютных координатах
2	LINE (ОТРЕЗОК): From point (от тчк): To point (к точке): To point (к точке):	100,10 @50,10 [Enter]	В относительных координатах

3	LINE (ОТРЕЗОК): From point (от тчк): To point (к точке): To point (к точке):	200,10 @50<30 [Enter]	В полярных координатах
4	LINE (ОТРЕЗОК): From point (от тчк): To point (к точке): To point (к точке):	400,10 @50<150 [Enter]	В полярных координатах
5	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"):

№ п/п	Команда	Вводимые параметры	Опция
1	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	3P (3Т)
2	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 С (Ц) 140,70 170,70	S, C, E H, Ц, К
3	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 Е (К) 260,60 R (P) 40	S, C, R H, K, P
4	ARC (ДУГА) Center/<First point>: (Центр/<Начальная точка>:) Angle/Endpoint<Second point>:	330,70 С	S, C, A

	(Центр/Конец/<Вторая точка>:) Center (Центр:) Angle/Chord/<Endpoint of arc>: (Угол/Хорда/<Конечная точка>:) Angle (Угол:)	(Ц) 380,70 А (У) -90	Н, Ц, У
5	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 С (Ц) 460,80 460,120	С, С, Е Н, Ц, К

Для команды "CIRCLE" ("КРУГ"):

№ п/п	Команда	Вводимые параметры	Опция
1	CIRCLE (КРУГ) 3P/2P/TTR/<Center>: 3Т/2Т/ККР/<Центр>: Diameter <Radius>: Диаметр <Радиус>: Diameter (Диаметр:)	50,160 D (Д) 80	С (Ц) D (Д)
2	CIRCLE (КРУГ) 3P/2P/TTR/<Center>: 3Т/2Т/ККР/<Центр>: First point: (Первая точка:) Second point: (Вторая точка:) Third point: (Третья точка:)	3P (3Т) 150,120 190,160 150,190	3P (3Т)
3	CIRCLE (КРУГ) 3P/2P/TTR/<Center>: 3Т/2Т/ККР/<Центр>: First point of diameter: (Первая точка на диаметре:) Second point of diameter: (Вторая точка на диаметре:)	2P (2Т) 220,160 280,160	2P (2Т)
4	CIRCLE (КРУГ) 3P/2P/TTR/<Center>: 3Т/2Т/ККР/<Центр>: Diameter/<Radius>: (Диаметр/<Радиус>:)	350,160 40	С (Ц) R (Р)
5	CIRCLE (КРУГ) 3P/2P/TTR/<Center>:	2P	

3	<p>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> (ДУ/З/П/ДЛ/ОТМ/Ш/<К. т. сегм.>:)</p>	<p>210,210 260,210 Arc (Дуга) CE (Центр) 260,220 270,220 Length (Отр) 270,270 210,270 [Enter] [Ввод]</p>	<p>Arc (Дуга) Length (Отр)</p>
4	<p>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.>:)</p>	<p>320,270 W (Ш) 1 1 320,230 Arc (Дуга) Center (Центр) 350,230 380,230 Length (Отр) 380,270 [Enter] [Ввод]</p>	<p>W (Ш) Arc (Дуга)</p>

5	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)
---	---	---	---

Для команды "ТЕХТ" ("ТЕКСТ"):

№ п/п	Команда	Вводимые параметры	Опция
1	ТЕХТ (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 АВТОКАД	St. p. (Нач. т.)
2	ТЕХТ (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 АВТОКАД	Center (Центр)
3	ТЕХТ (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 АВТОКАД	ALI (ВПИ)

4	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)
5	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.)

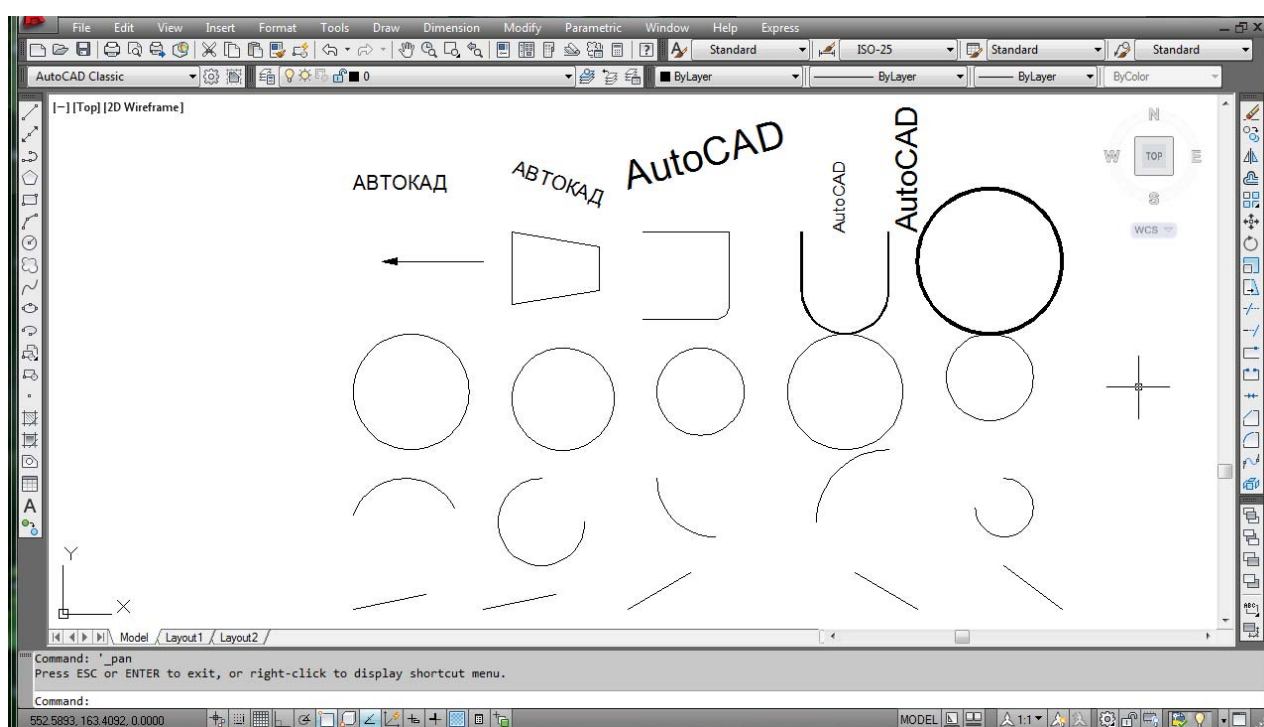


Рис. 2. Образец выполненного задания

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

Цель работы:

- научиться использовать объектную привязку при выполнении графических построений в системе AutoCAD;
- освоить на практике варианты выбора объекта на чертеже;
- изучить команды общего редактирования объектов в системе AutoCAD;
- 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 кнопки 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° , $22,5^\circ$, 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 клавишей 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, AutoCAD предлагает выбрать объекты. В командной строке появляется запрос:

Select objects: – выбрать объекты.

При этом перекрестье указателя мыши заменяется на прицел 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 падающего 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 падающее 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, копирование, перенос, поворот, симметрия, массив,
подобие, масштабирование, обрезка, удлинение, разрыв**

Кнопки команд общего редактирования объектов расположены в инструментальной панели Modify (Редактирование) или падающем 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 – 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 (экви-дистант) 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 удлиниться. 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 падающего 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 падающего меню Modify / Fillet (Редактирование / Сопряжение) или щелчком мыши по пиктограмме Fillet (Сопряжение) на панели инструментов Modify (Редактирование).

Использование команды Fillet (Сопряжение) во многом схоже 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 падающего 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>.

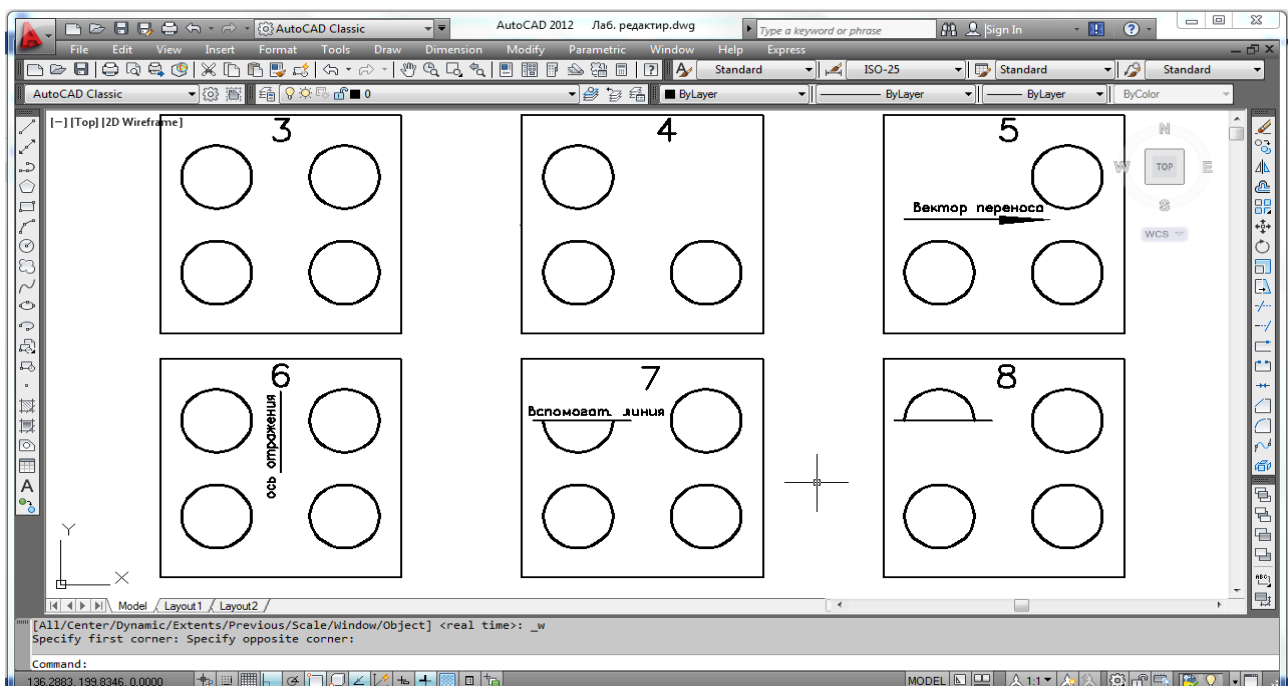
Увеличить или уменьшить вид чертежа на экране – значит изменить его масштаб. При увеличении и уменьшении масштаба чертеж, соответственно, увеличивается или уменьшается. Иначе эта операция называется *зумированием*. При зумировании абсолютные размеры рисунка остаются прежними – изменяется лишь размер его части, видимой в графической области. Для включения этого режима необходимо или щелкнуть мышью по кнопке пиктограммы Zoom на стандартной панели инструментов, либо выбрать команду из падающего 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.
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. Командой *Массив* восстановить все четыре окружности (массив прямоугольный, расстояние между столбцами задать 100, расстояние между строками задать 150).
12. Команда *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. Командой *Сопряжение* скруглить верхние углы квадрата R = 30 мм.
15. Используя команду *Фаска*, срезать другие два нижних угла квадрата на расстоянии 20 мм.
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.
20. Выйти из AutoCAD.



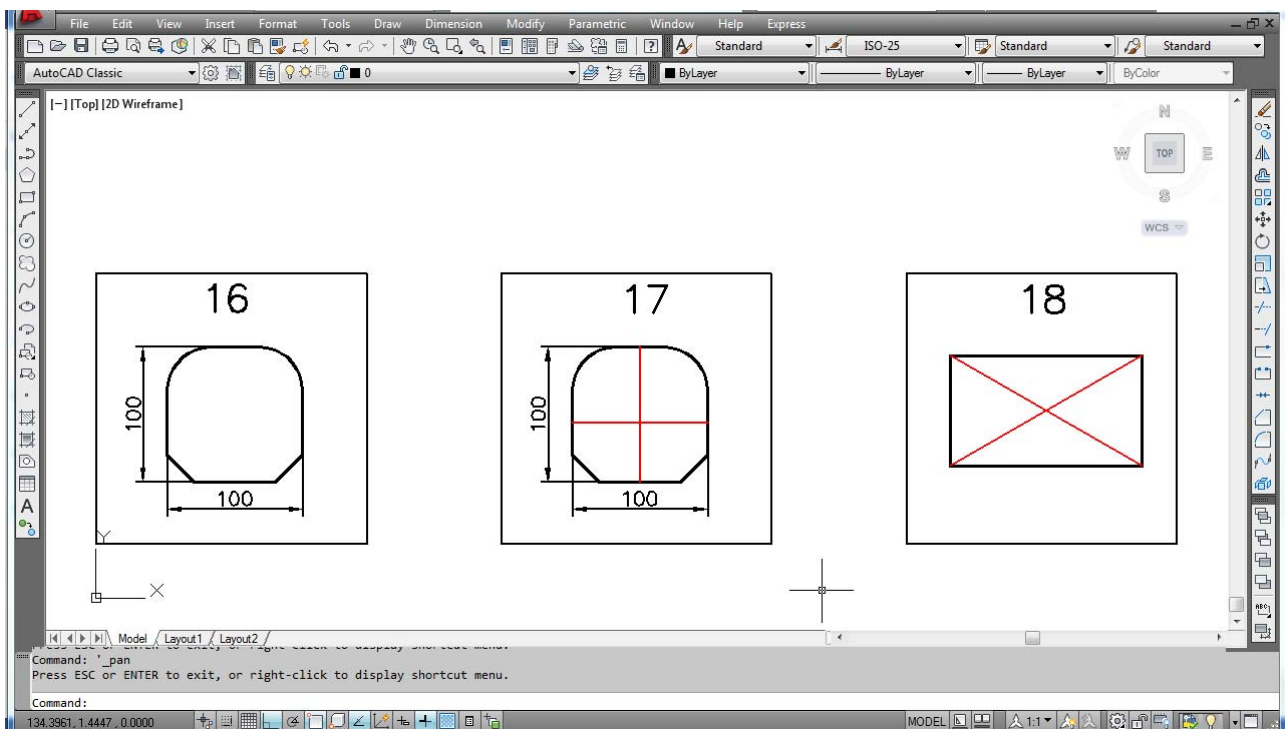
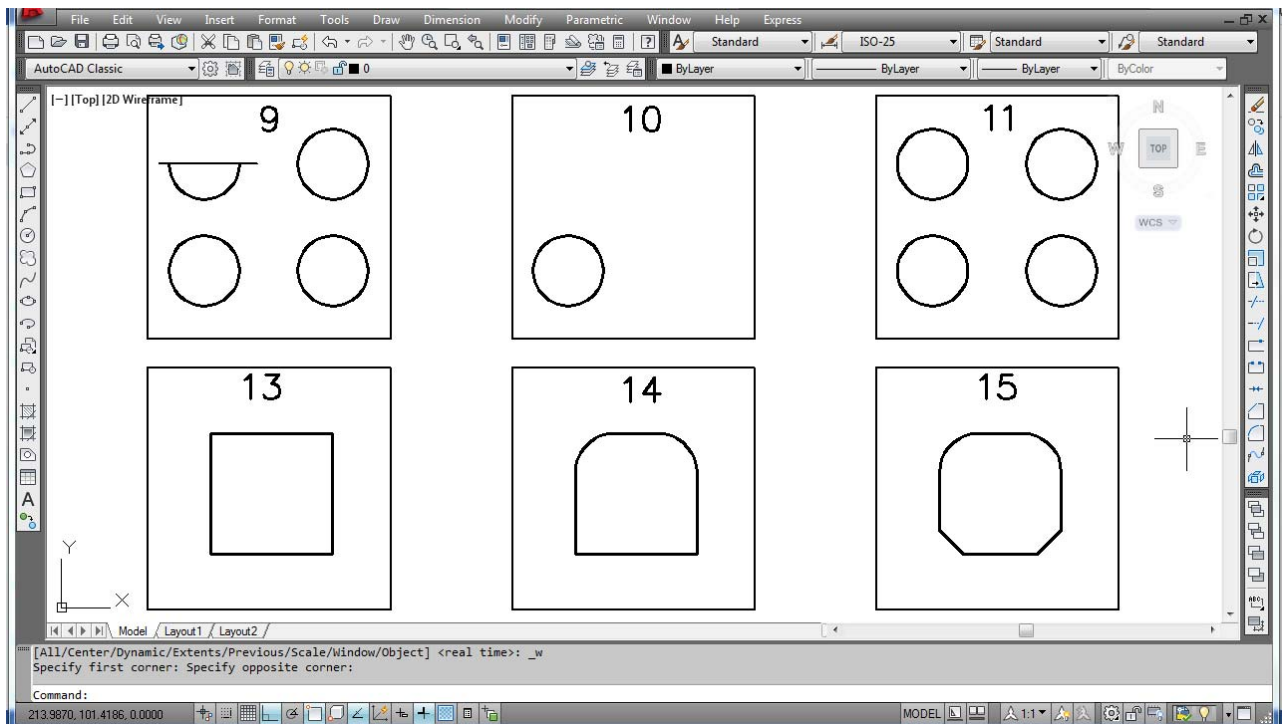


Рис. 3. Поэтапные образцы практического задания

Контрольные вопросы

1. Как включить режим объектного отслеживания и объектной привязки?
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 отличие этих команд?
8. В чем состоит особенность работы команд, осуществляющих разрыв, обрезку и удлинение?
9. Какую характерную особенность можно выделить в работе команд, выполняющих фаски и скругления?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

Цель работы:

- ознакомиться с основными командами редактирования и нанесения размеров в системе AutoCAD;
- приобрести элементарные практические навыки работы с системой при выполнении данных команд.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Штриховка. Редактирование штриховки

В 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 падающего 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 зашиваемой 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 в друг друга объекты, то важно правильно задать стиль штрихования. Для этого во вкладке Islands (Ост-

ровки) 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 попытается 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 падающее меню Modify (Редакт) / 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 падающего 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 текущей 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 активизирована. 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 активизации 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 документации. 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 главных 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, 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 заблокированном 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 / запрет вывода слоя на печать;
- Description (Пояснение) – текстовый комментарий к слою или группе.

Для создания нового слоя необходимо щелкнуть мышью 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 именовываются Layer 2, Layer 3 и т. д. – в порядке их создания. Чтобы присвоить слою уникальное имя, необходимо двойным щелчком мыши по текущему названию активизировать 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.

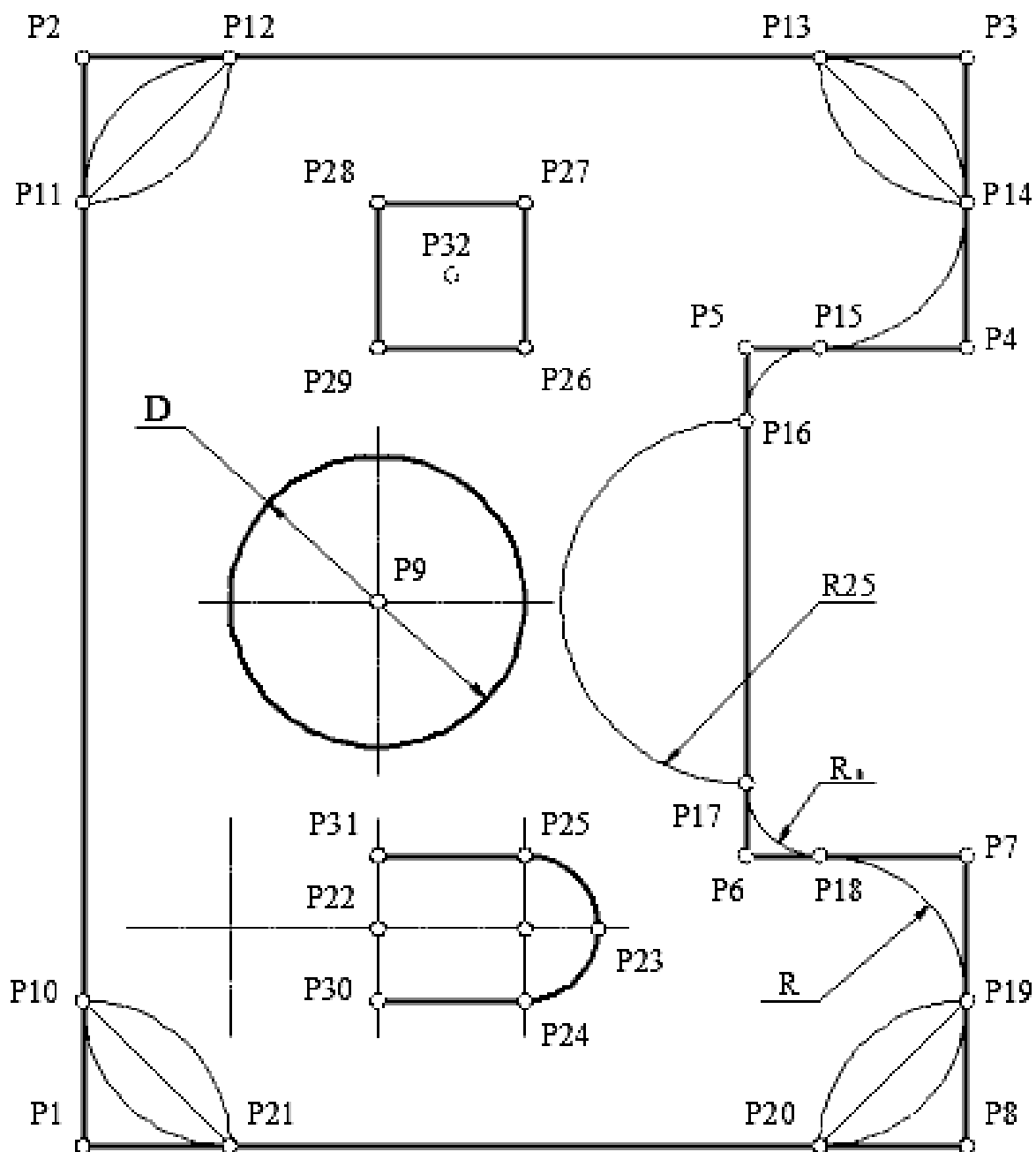
Блокировку слоев полезно применять в случаях, когда требуется редактирование объектов, расположенных на определенных слоях, с возможностью просмотра объектов на других слоях. Редактировать объекты на заблокированных слоях нельзя. Однако они остаются видимыми, если слой включен и разморожен.

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 (Таблица 3), используя схему (рис. 4) начертить все прямолинейные сегменты плоского контура заданного варианта (рис. 5).
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.
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 – $\approx 0,5$ 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.
14. Создать новый слой и назвать его *Линии тонкие*. Его характеристики: тип линии – Continuous; цвет – по желанию; толщина линии – $\approx 0,5$ 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 ENTER по завершению 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. 6).
20. Сохранить файл в папке с номером группы.
21. Выйти из AutoCAD.



$$R = 20 \quad R_1 = 10 \quad D = 40$$

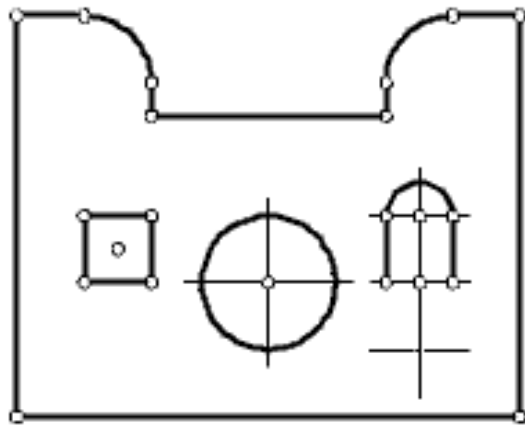
Рис. 4. Схема характерных опорных точек

Таблица 3

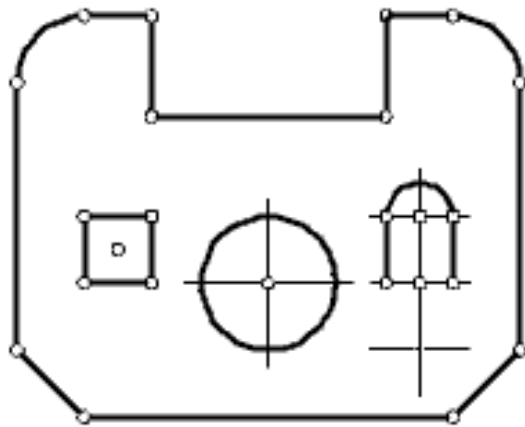
Координаты характерных опорных точек

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

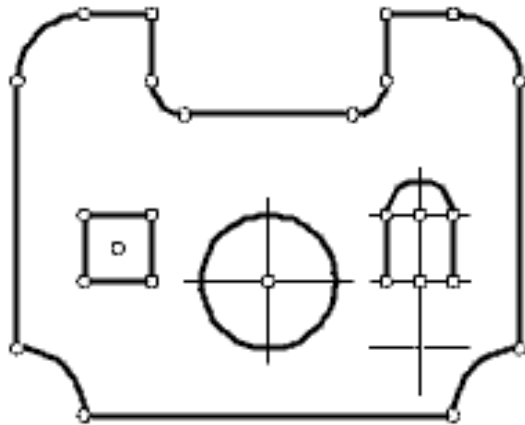
Вариант 1



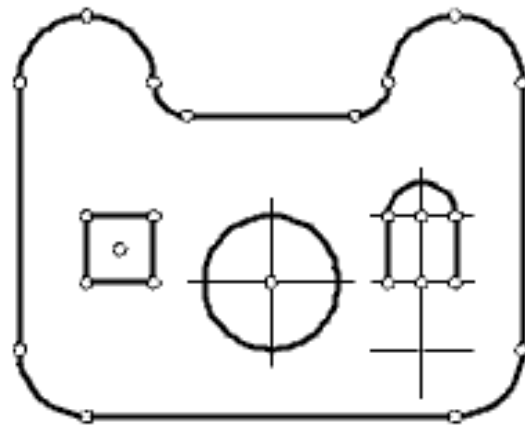
Вариант 2



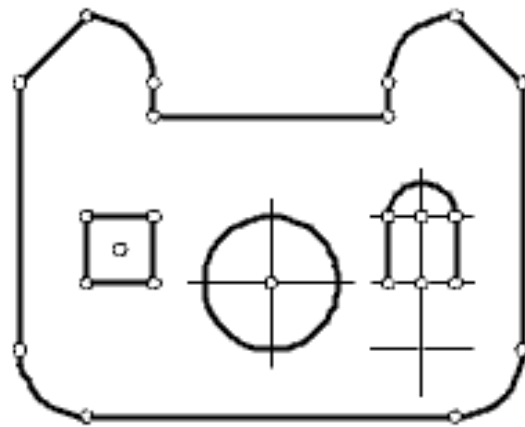
Вариант 3



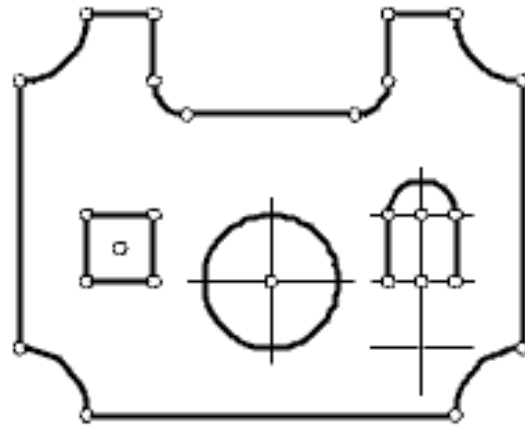
Вариант 4



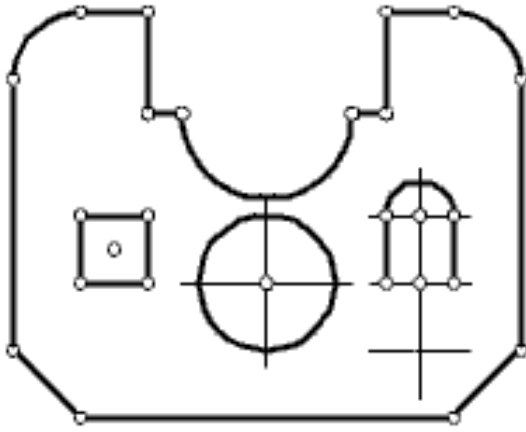
Вариант 5



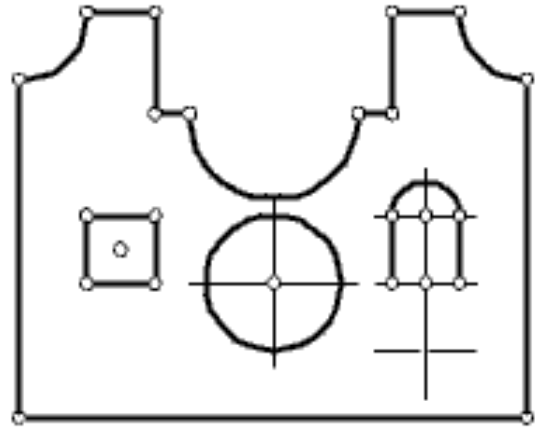
Вариант 6



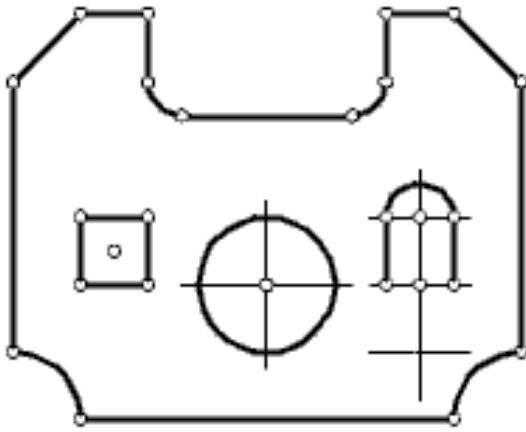
Вариант 9



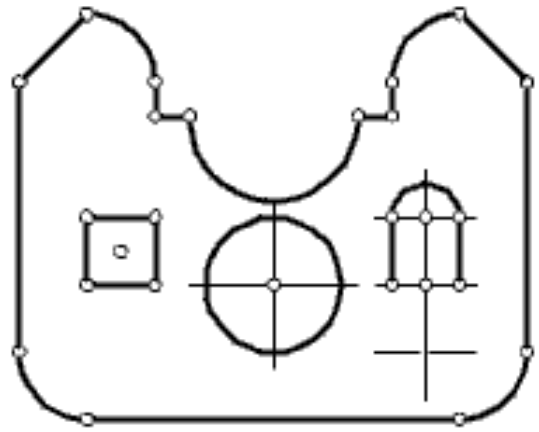
Вариант 12



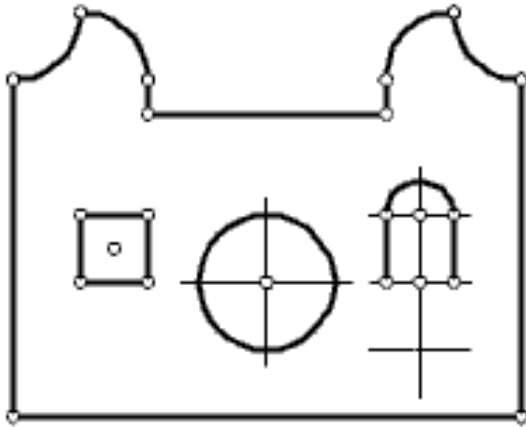
Вариант 8



Вариант 11



Вариант 7



Вариант 10

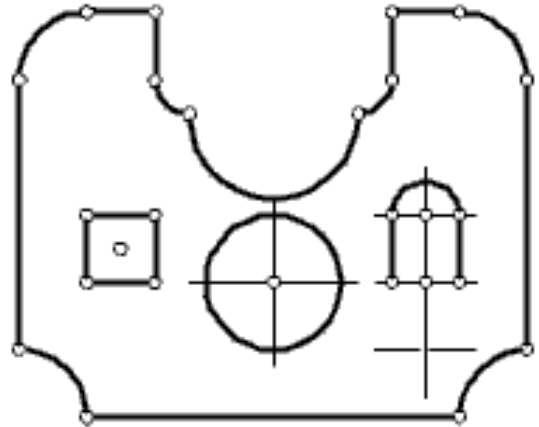


Рис. 5. Варианты плоских контуров

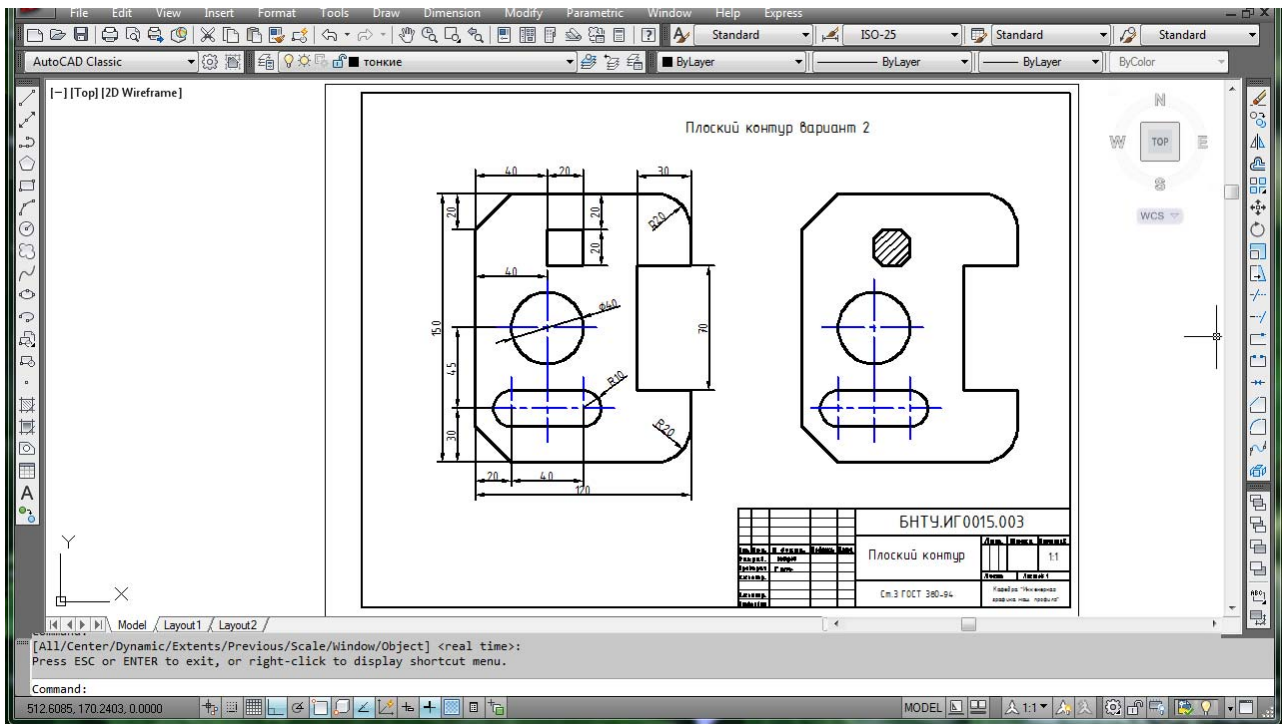


Рис. 6. Образец выполненного задания

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

Цель работы:

- закрепление навыков работы с основными командами разделов Draw (Рисование), Modify (Редактирование);
- изучение функционала системы AutoCAD по созданию составных поименованных объектов – блоков (Block), библиотек блоков необходимых при конструировании сложных механизмов и узлов;
- приобретение навыков 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. Прimitив, 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 характеризующиеся цветом и типом линии *ByBlock* (По блоку), то эти примитивы «всплывают» вверх 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, то есть 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, то есть текстовую информацию, которую разрешается изменять в процессе вставки блока в рисунок, и которая может изображаться на экране или оставаться невидимой.

Использование блоков в 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 неграфические 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 падающего меню *Draw/Block/Make* (Рисование/ Блок/ Создать) или щелчком 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:

- в поле Name (Имя) ввести уникальное имя создаваемого блока;
- 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 point (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 командой DWG Reference (Ссылка на DWG) падающего 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 падающего меню раздела Insert/ Block (Вставить/ Блок) или щелчком 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 Y;

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 точки 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 Ortho.

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 (Расчлнить) падающего 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 (Расчлнить).

Динамические блоки

Статический блок с помощью редактора блоков можно превратить в динамический. Для вызова редактора блоков необходимо вызвать команду из раздела падающего 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. Особенности 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. Активизация нужной вкладки осуществляется щелчком левой кнопки 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 активизировать 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 точкам, 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.

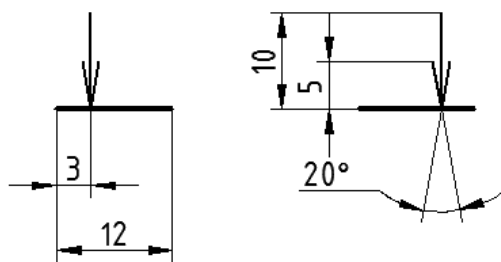
В окне Properties (Свойства) можно вручную изменить свойства выбранного объекта. Для этого нужно щелкнуть мышкой по изменяемому свойству и задать для него новое значение.

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).

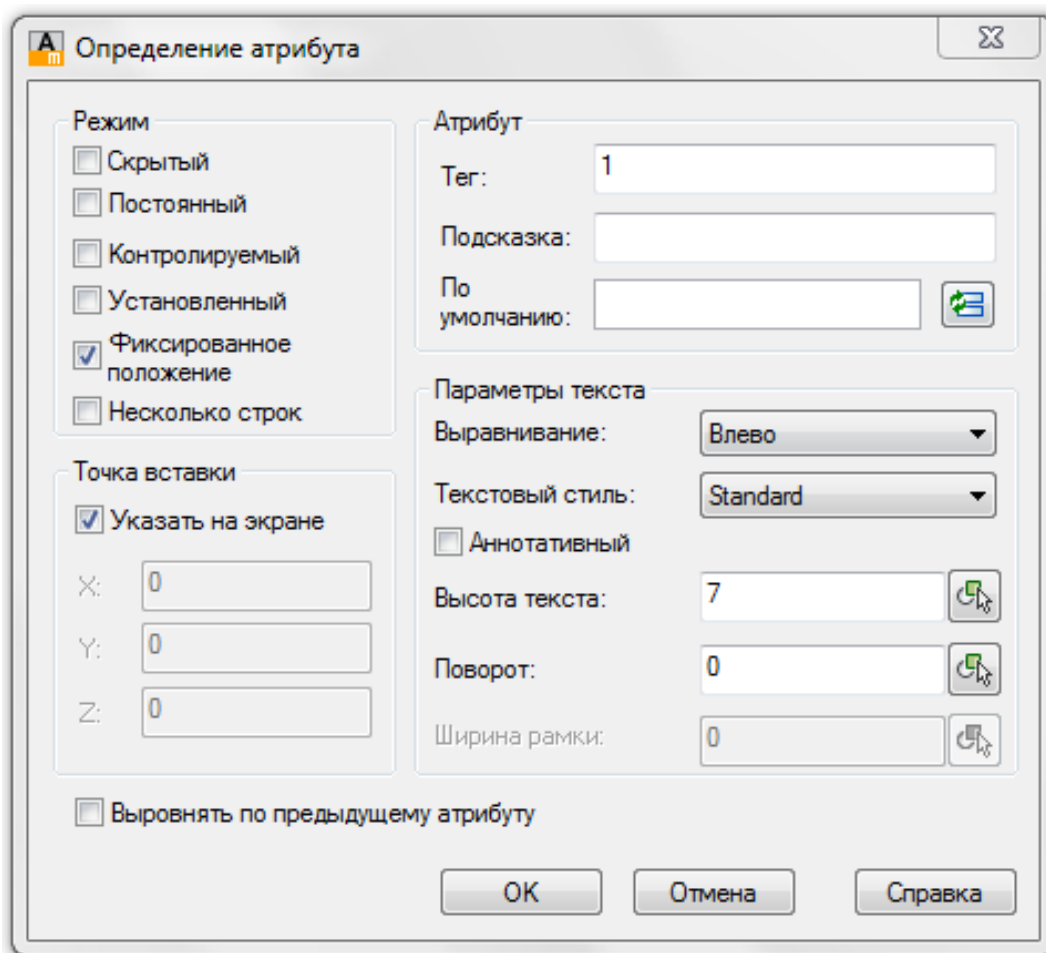
УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
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 – $\approx 0,5$ мм.
5. Создать новый слой и назвать его *Оси*. Его характеристики: тип линии – Center2; цвет – по желанию; толщина линии – $\approx 0,5$ 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;



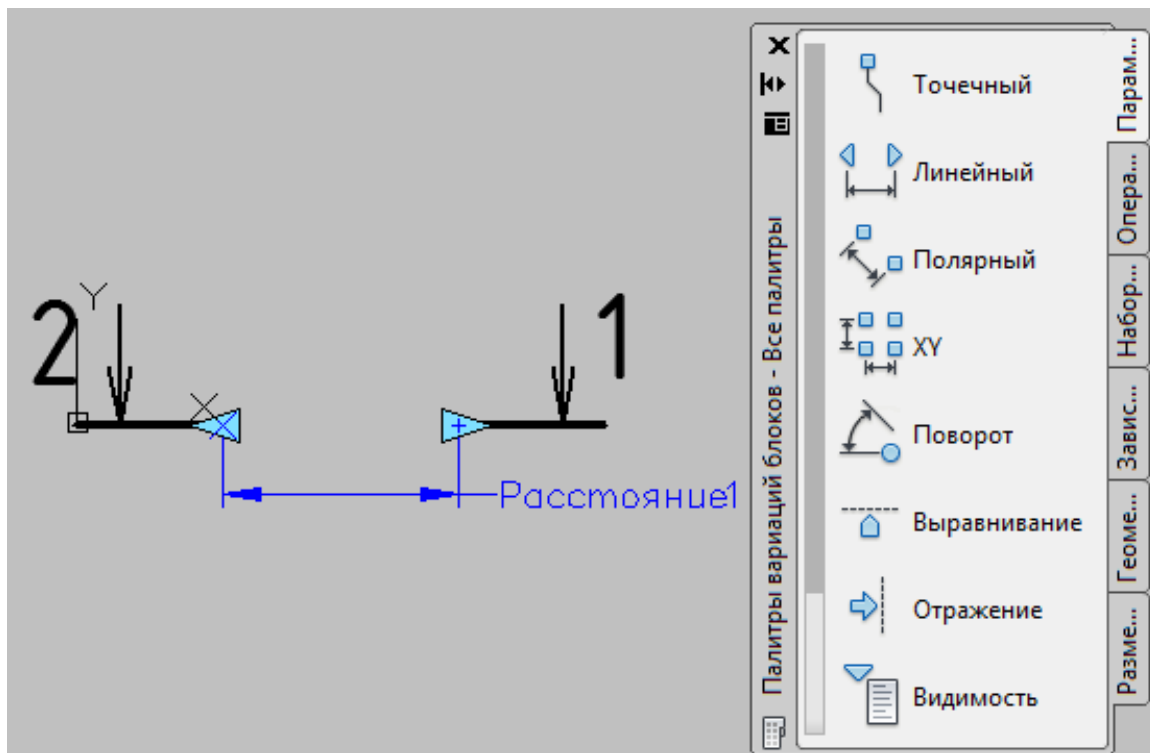
– создать атрибут, вызываемый из меню *Draw (Рисование) → Block (Блок) → Define Attributes (Задание атрибутов)*, в диалоговом окне заполнить разделы следующим образом:



указать точку вставки атрибута (тег 1); аналогично создать второй атрибут (тег 2):



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



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

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.

17. Сохранить файл в папке с номером группы.

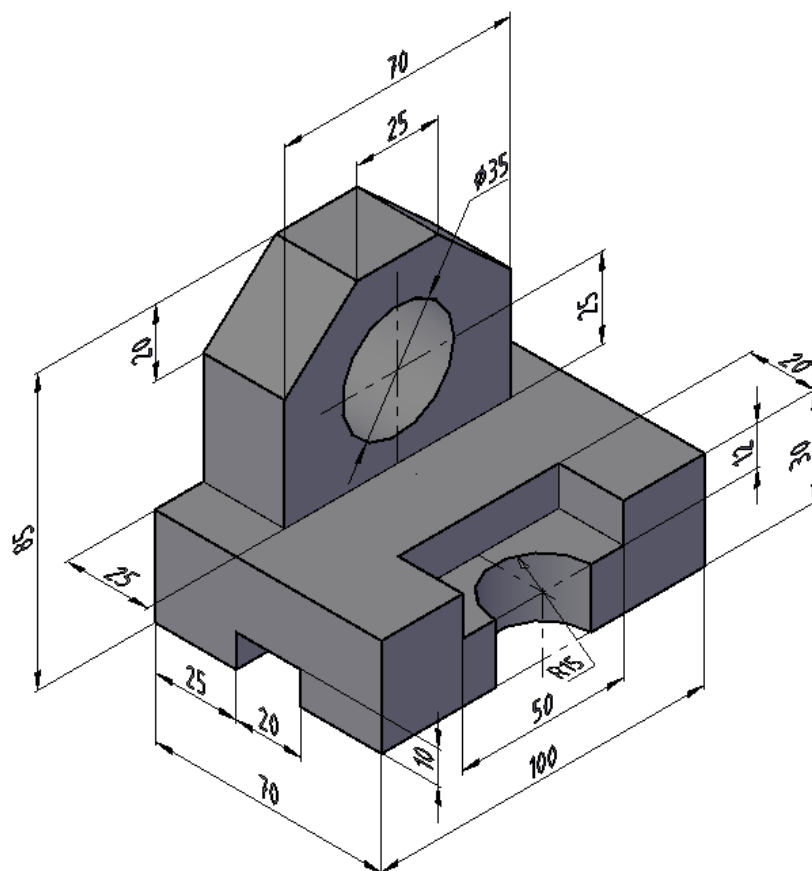
18. Выйти из AutoCAD.

Контрольные вопросы

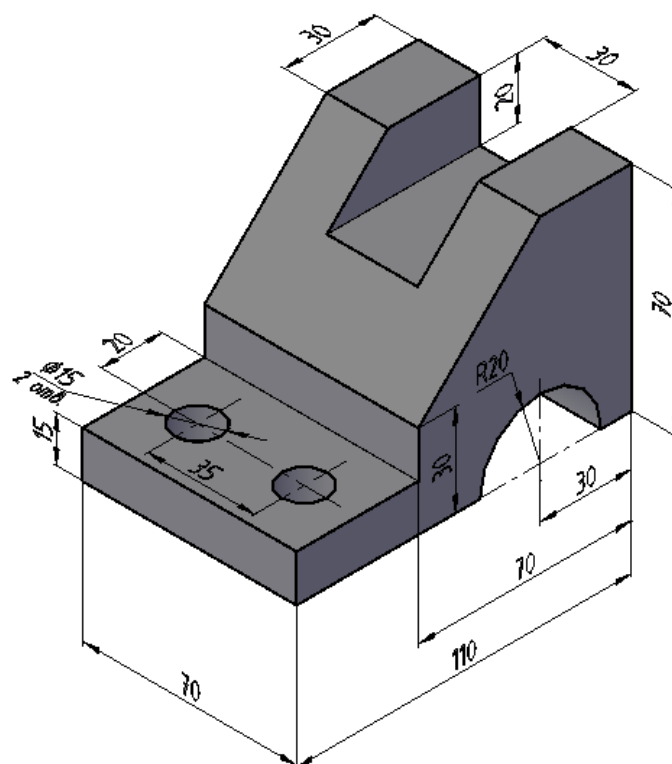
1. Сформулировать понятие блока, отличие динамического блока от статического.
2. С помощью каких команд создается блок?
3. Как вставить динамический блок в поле чертежа?
4. Как происходит редактирование параметров динамического блока с помощью *Ручек* и окна свойств?
5. Сформулировать понятие атрибута.
6. Как создать блок с атрибутами?
7. Какие существуют способы редактирования атрибутов?

Варианты заданий «Комбинированное тело»

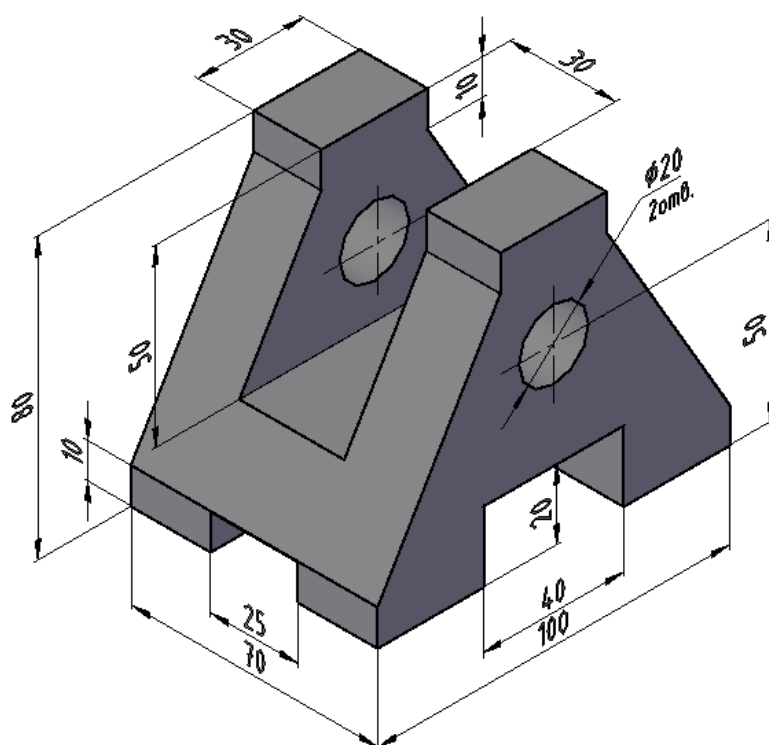
Вариант 1



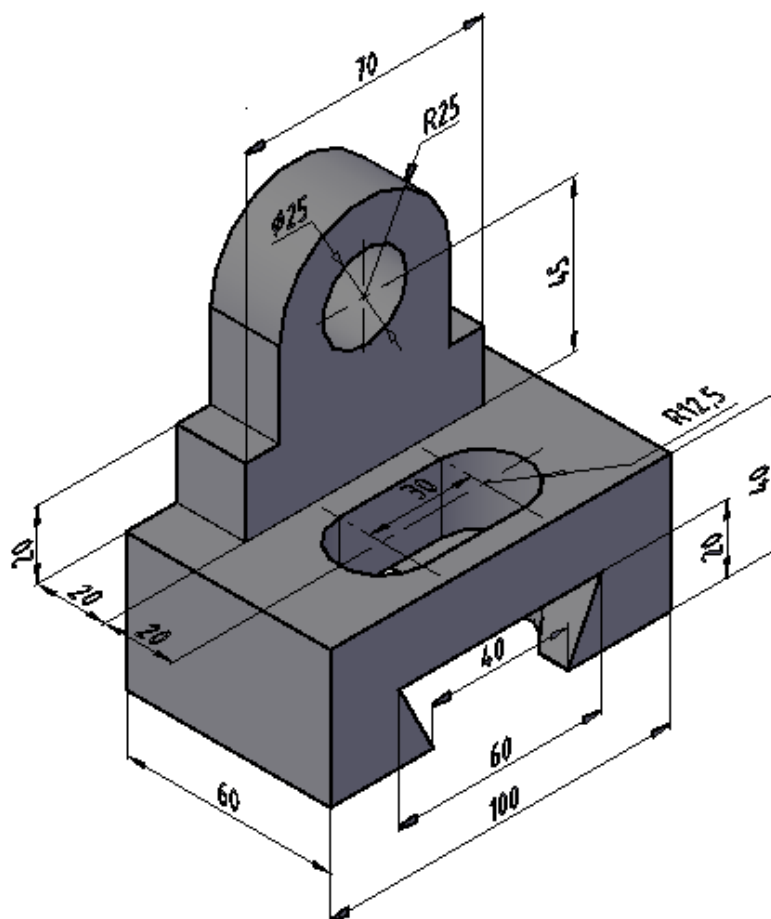
Вариант 2



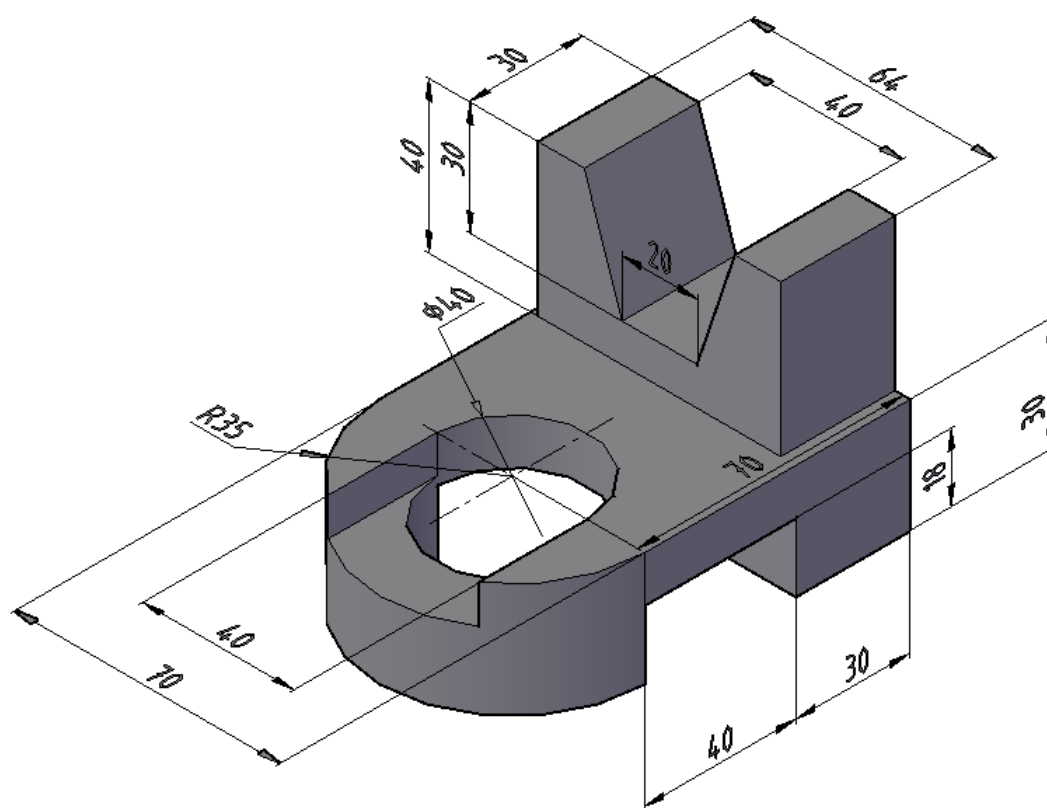
Вариант 5



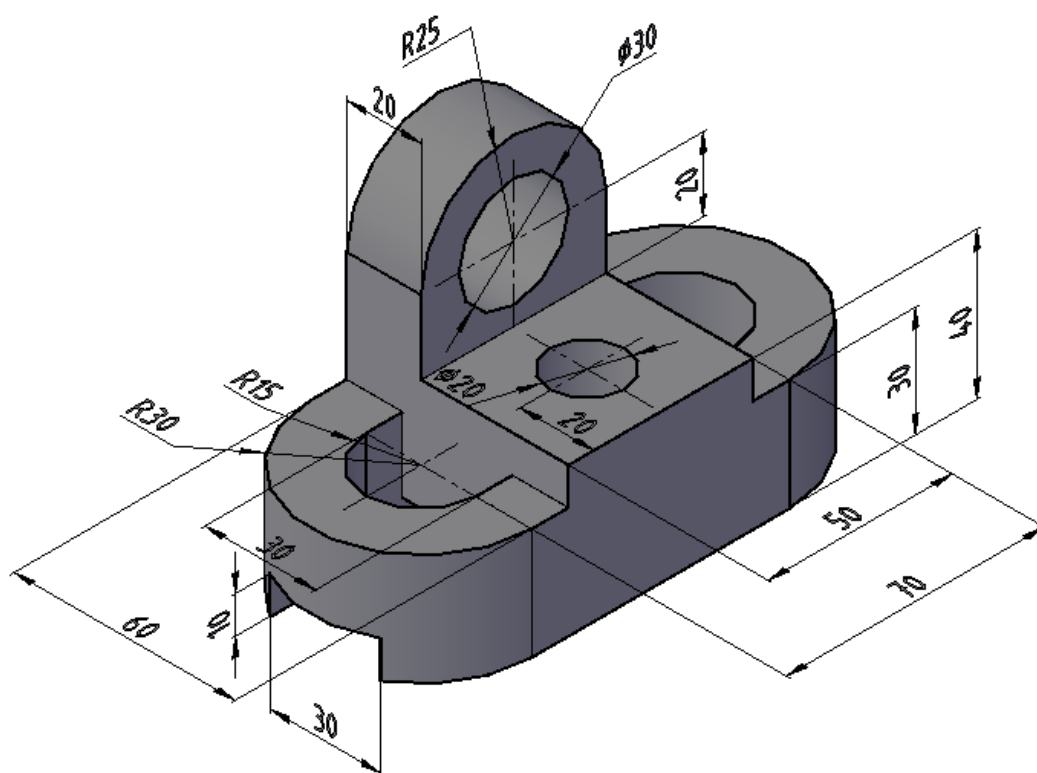
Вариант 6



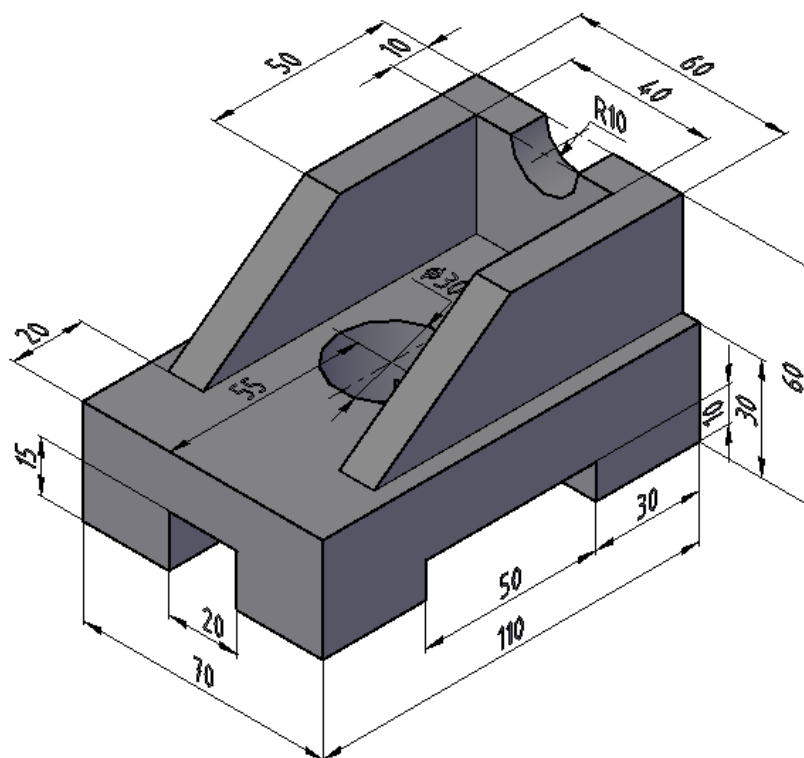
Вариант 7



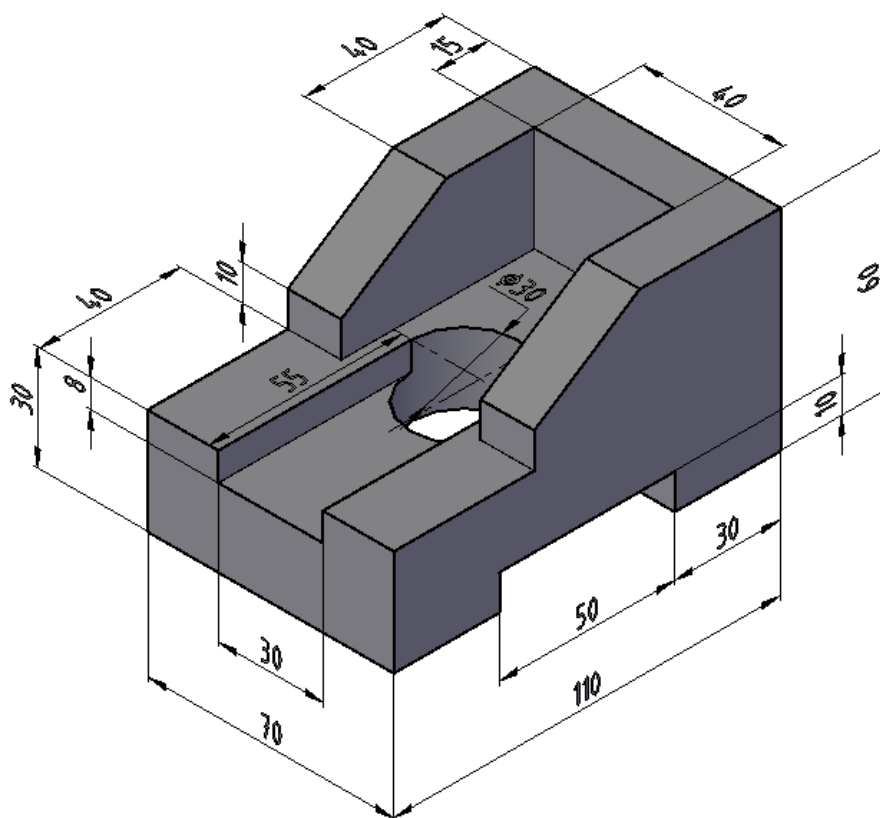
Вариант 8



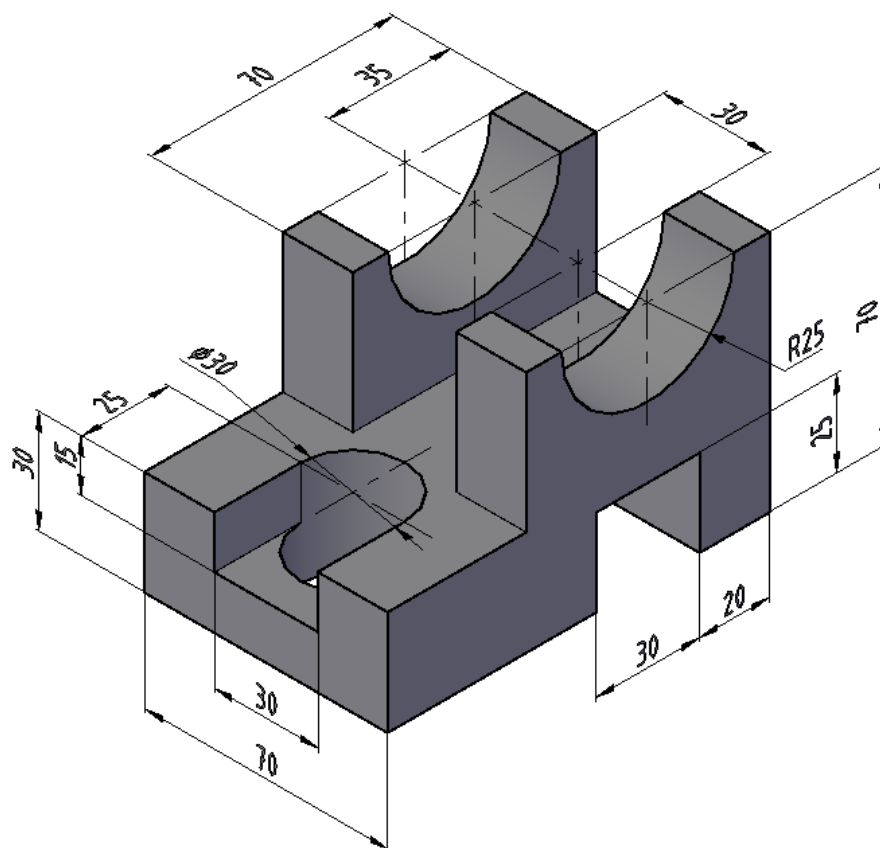
Вариант 9



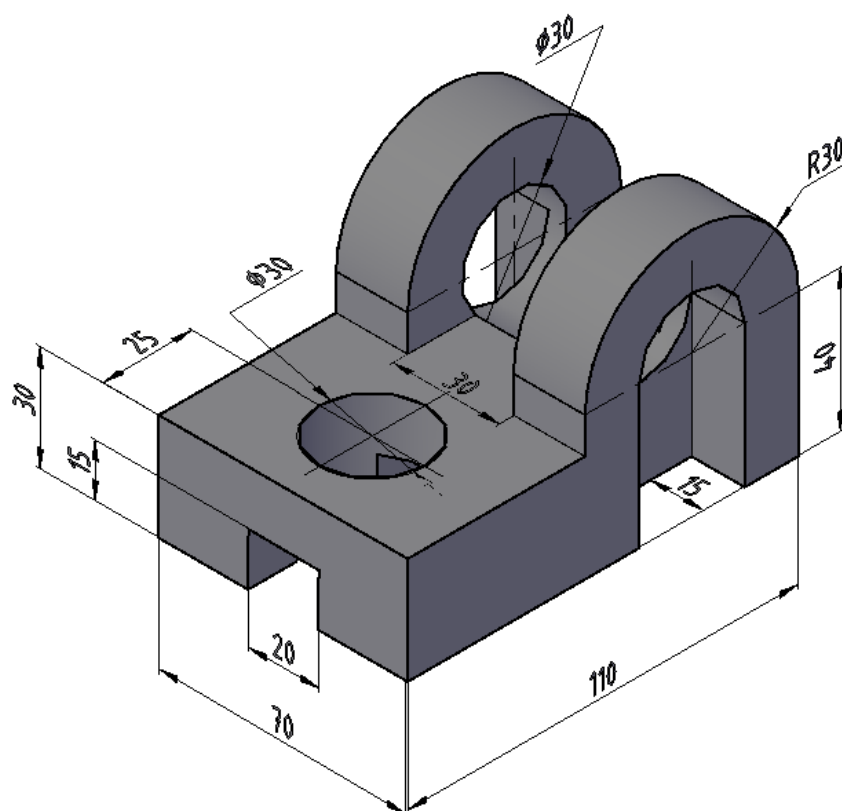
Вариант 10



Вариант 11



Вариант 12



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА ВАЛА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD

Цель работы:

- закрепить умение использовать объектную привязку при выполнении графических построений;
- освоить на практике варианты выбора объекта на чертеже;
- проработать команды общего редактирования объектов;
- закрепить практические навыки редактирования созданных графических примитивов.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Перерисовка и регенерация чертежа

Чтобы обновить изображение на экране монитора, его можно перерисовать или регенерировать. При регенерации, кроме перерисовки изображения текущего видового экрана, производится пересчет экранных координат (преобразование значений с плавающей точкой из базы данных в соответствующие целочисленные экранные координаты) всех объектов базы данных рисунка. Таким образом, перерисовка происходит быстрее, чем регенерация.

Иногда в процессе работы возникает необходимость полной регенерации рисунка с пересчетом экранных координат всех объектов. В этом случае AutoCAD выполняет регенерацию автоматически, выдавая соответствующее сообщение.

Команда Redrawall (Перерисовать все) перерисовывает или «освежает» текущий видовой экран. Она вызывается из падающего меню View (Вид) / Redraw (Перерисовать).

Для регенерации рисунка используется команда Regen (Регенерировать), вызываемая из падающего меню View (Вид) / Regen (Регенерировать) или View (Вид) / RegenAll (Регенерировать все).

Копирование свойств объектов с Дизайн Центром

В системе AutoCAD имеется центр управления Design Center. Это диалоговое окно, которому соответствует специальная кнопка панели инструментов Стандартная и аналогичный пункт падающего меню Tools (Сервис)/ Design Center (Центр управления). Центр управления можно вызывать также комбинацией клавиш <CTRL>+<2>.

Структура окна изменяется в зависимости от того, какая из четырех вкладок активна. Перечислим эти вкладки:

- Folders (Папки) – показывает диски и папки компьютера для выбора файла и просмотра его элементов;
- Open Drawings (Открытые рисунки) – показывает в левой части окна неграфические элементы отмеченного рисунка, а в правой части – имена этих элементов;

- History (Журнал) – показывает журнал последних операций в Центре управления;

- DC Online (Доступ в Интернет) – доступ в Интернет в реальном режиме времени к библиотекам стандартных элементов на сайте Autodesk; при этом передаются данные об экземпляре системы AutoCAD, с помощью которой выполняется соединение.

На вкладке Open Drawings (Открытые рисунки) щелчок в левой части окна по значку с плюсом слева от значка рисунка раскрывает иерархию неграфических элементов этого рисунка, к которым относятся: Blocks (Блоки), Dimstyles (Размерные стили), Layers (Слои), Layouts (Листы), Linetypes (Типы линий), Tablestyles (Стили таблиц), Textstyles (Текстовые стили), Xrefs (Внешние ссылки).

Любые элементы, отображаемые в окне Design Center, могут быть перенесены в текущий рисунок. Для этого необходимо в зоне структуры окна Design Center открыть папку с чертежом файла прототипа, затем необходимо щелкнуть мышью на значке (+) около имени файла. Раскроется список именованных объектов, содержащихся в чертеже. Выбрать необходимые элементы чертежа (слои, размерные стили, текстовые стили и т. д.), выделяя их в зоне содержимого мышью при нажатой клавише <Ctrl>, а затем, удерживая левую кнопку мыши, перетащите их на свободное поле разрабатываемого чертежа. Копирование можно выполнить также двойным щелчком по выбранному элементу.

Пространство модели. Пространство листа

AutoCAD предлагает два пространства работы над чертежом: пространство Модель (Model) и пространство Лист (Layout). Процесс черчения осуществляется в пространстве Модель (Model). Пространство Лист (Layout) используется лишь для компоновки чертежа перед выводом на печать. Переход между пространствами Модель (Model) и Лист (Layout) осуществляется с помощью клавиш, расположенных под графической зоной чертежа. Компоновочных чертежей может быть несколько Лист 1 (Layout 1), Лист 2 (Layout 2) и т. д. По умолчанию их два. В разных листах можно выполнить различные компоновки чертежа.

Печать двумерных чертежей обычно осуществляется непосредственно из пространства Модель (Model). Она наиболее проста и чаще используется. При этом считается, что чертеж выполнен полностью и имеет тот вид, который пользователь хотел бы видеть на распечатке. Благодаря предварительным настройкам, как правило, размеры чертежа соответствуют размерам бумаги, на которой он печатается.

Печать в пространстве Лист (Layout) двумерных чертежей может быть полезна в том случае, если необходимо скомпоновать или перекомпоновать чертеж при распечатке.

Видовые экраны

В AutoCAD можно создавать несколько видовых экранов в пространстве модели, разделяя графический экран на части, в каждой из которых устанавливать свою точку зрения или проекцию. Созданной конфигурации неперекрываю-

щихся видовых экранов, состоящих из любого количества частей, можно присвоить имя, по которому такая конфигурация будет восстановлена в любое время. Из нескольких образованных видовых экранов только один является активным – это тот экран, в котором курсор имеет вид перекрестья, а не стрелки. Кроме того, активный экран имеет еще более яркую и толстую линию внутренней рамки. Если необходимо активизировать любой экран, необходимо щелкнуть в нем левой кнопкой мыши. Созданные видовые экраны можно разместить на отдельном слое, который в дальнейшем заморозить. Благодаря этому можно будет скрыть границы (рамку) вокруг видовых экранов, иначе она будет отображаться и выводиться на печать.

Команда *Vports* (ВЭкран) и пункт падающего меню *View / Viewports / New Viewports* (Вид / Видовые экраны / Новые ВЭ) создает конфигурацию видовых экранов. Команда *Vports* (ВЭкран) открывает диалоговое окно *Viewports* (Видовые экраны).

Поле *New name* (Новое имя) этого окна предназначено для задания имени создаваемой конфигурации видовых экранов. Если имя не задано, то новая конфигурация экранов создается, но не сохраняется и не может быть в дальнейшем восстановлена.

В области *Preview* (Образец) отображается вид той конфигурации, которая отмечена в списке *Standard viewports* (Стандартные конфигурации).

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 Viewports – (К текущему ВЭкрану).

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

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

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

В раскрывающемся списке *Change view to* (Сменить на вид) задается вид, который необходимо установить в видовом экране, отмеченном в области *Preview* (Образец). Здесь доступны стандартные имена ортогональных проекций и видов аксонометрий, а также имя *Current* (Текущий). Отметка нужного экрана выполняется щелчком мыши.

Если необходимо вернуться к конфигурации с одним экраном, то следует активизировать нужный видовой экран и командой *Vports* (ВЭкран) открыть диалоговое окно *Viewports* (Видовые экраны). Во вкладке *New Viewports* (Новые ВЭ) в списке *Standard viewports* (Стандартные конфигурации) выбрать конфигурацию *Singl* (Один), а в раскрывающемся списке *Apply to* (Применить) установить отметку *Display* (Ко всему экрану).

Распечатка чертежа

Независимо от того каким образом будет печататься чертеж (из пространства модели или из пространства чертежа), его необходимо к печати подготовить. При этом необходимо убрать с него все лишние элементы. Так же рекомендуется включить режим Lwt (Вес), чтобы посмотреть чертеж в тех толщинах линий, в которых он будет распечатан. Если на чертеже есть построения, которые на данный момент не должны попасть в распечатку, необходимо перенести их на отдельный слой, а в свойствах этого слоя указать: «Не выводить на печать».

Печать из AutoCAD выполняется также просто, как и печать из любой другой программы, например, текстового редактора Word. Приступить к печати можно из падающего меню File (Файл) / Plot (Печать). В результате появится диалоговое окно Plot (Печать), в котором задаются настройки печати. Здесь можно выбрать устройство печати, задать размеры листа бумаги, его ориентацию, единицы рисунка (миллиметры), смещение относительно начала координат ($X - 0,00$; $Y - 0,00$), масштаб, в котором должен быть распечатан чертеж. При получении твердой копии чертежа также необходимо выбрать варианты области печати What a plot (Область печати):

– Display (Экран) – на печать будет выведена только та область чертежа, которая в данный момент видна;

– Limits (Лимиты) – на печать будут выведены все объекты, находящиеся в пределах заданных лимитов;

– Window (Рамка) – позволяет вручную задать прямоугольную область (рамку) на чертеже, которую следует печатать. После выбора данной опции автоматически будет предложено указать область либо с помощью мыши, либо введя координаты в командную строку;

– Extents (Границы) – на печать будут выведены все объекты чертежа. При этом границы чертежа определяются краями объектов. Например, если на большом чертеже начерчен небольшой объект, то на печать будет выведен именно он, а все пустое пространство чертежа будет отброшено. Причем этот объект будет распечатан во весь размер листа бумаги. При добавлении новых объектов границы печати расширяются, а масштаб печати уменьшается.

В диалоговом окне Plot (Печать) есть клавиша предварительного просмотра, позволяющая оценить результат выполненных действий. Чтобы выйти из этого режима необходимо нажать клавишу <Esc>.

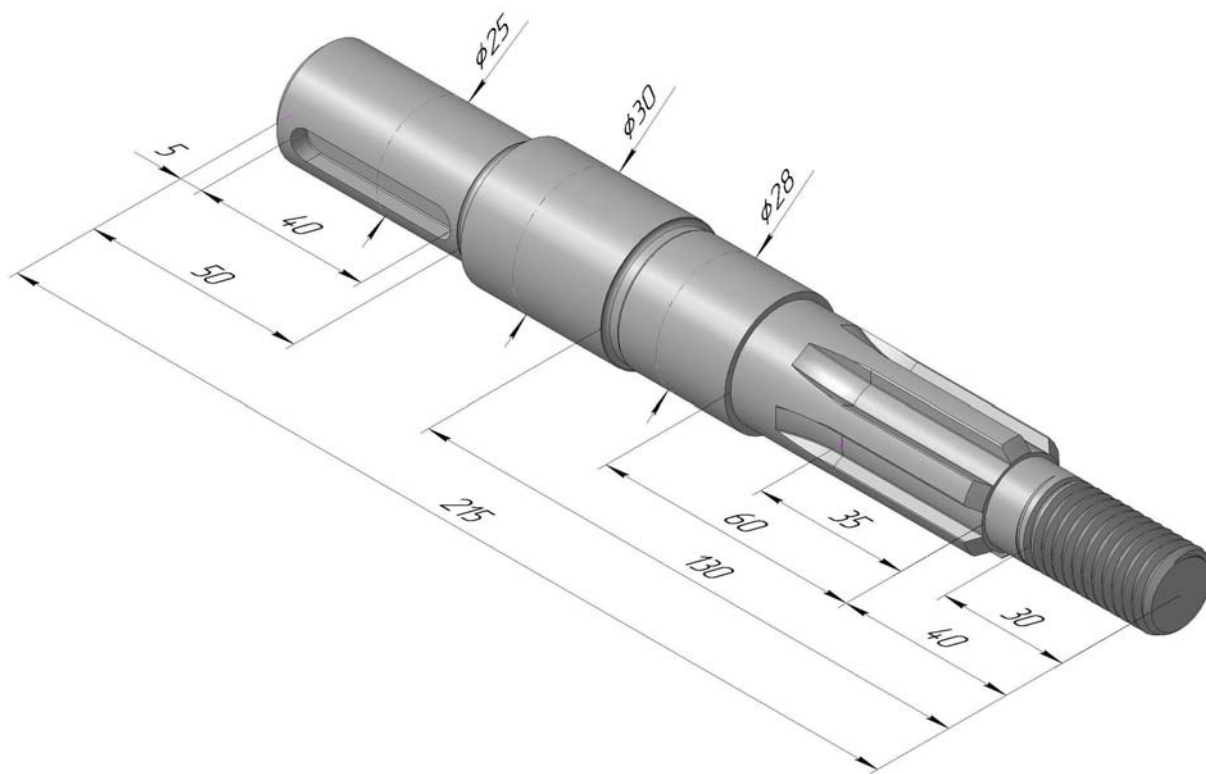
УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с содержанием лабораторной работы.
2. Войти в систему AutoCAD. Присвоить имя созданному файлу.
3. Выполнить рабочий чертеж детали «Вал» в соответствии с выбранным вариантом.
4. Создать новый слой и назвать его *Линии основные*. Его характеристики: тип линии – Continuous; цвет – по желанию; толщина линии – ≈ 1 мм.

5. Создать новый слой и назвать его *Линии тонкие*. Его характеристики: тип линии – Continuous; цвет – по желанию; толщина линии – $\approx 0,5$ мм.
6. Создать новый слой и назвать его *Оси*. Его характеристики: тип линии – Center2; цвет – по желанию; толщина линии – $\approx 0,5$ мм.
7. При включенном слое *Оси* вычертить осевые линии – базы отсчета для построения главного вида детали (включить режим *ОПТО*).
8. При включенном слое *Линии основные* вычертить по команде *Отрезок* в относительных координатах половину очерка главного вида детали. Использовать свойства объектной привязки.
9. Команда *Зеркало*. Зеркально отобразить вычерченные половины изображений. Точки на оси отражения указывать при включенной объектной привязке.
10. Используя команды раздела *Редактировать* и меню «*Ручек*» объекта, внести все необходимые изменения в выполненные изображения детали.
11. Выполнить необходимые разрезы, сечения и выносные элементы. При необходимости выполнения волнистой линии обрыва использовать команды: *Полилиния*, *Редактирование полилинии*, *Слайн*. Команду выполнять в слое *Линии тонкие*.
12. Команда *Штриховать*. Заштриховать сечения. В опциях команды выбрать шаблон штриховки ANSI 31, угол штриховки 0° , масштаб 1. Команду выполнять в слое *Линии тонкие*.
13. Команда *Блок*. Построить стрелку, указывающую направление взгляда, разомкнутую линию для обозначения местоположения секущей плоскости на чертеже, ввести буквенные обозначения. Объединить примитивы в блок.
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 внутренней рамки формата А3 и встроить его в чертеж детали.
16. Команда *Текст*. Заполнить текстом основную надпись чертежа.
17. Оформить задание в соответствии с образцом на рис. 8.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Вариант 1



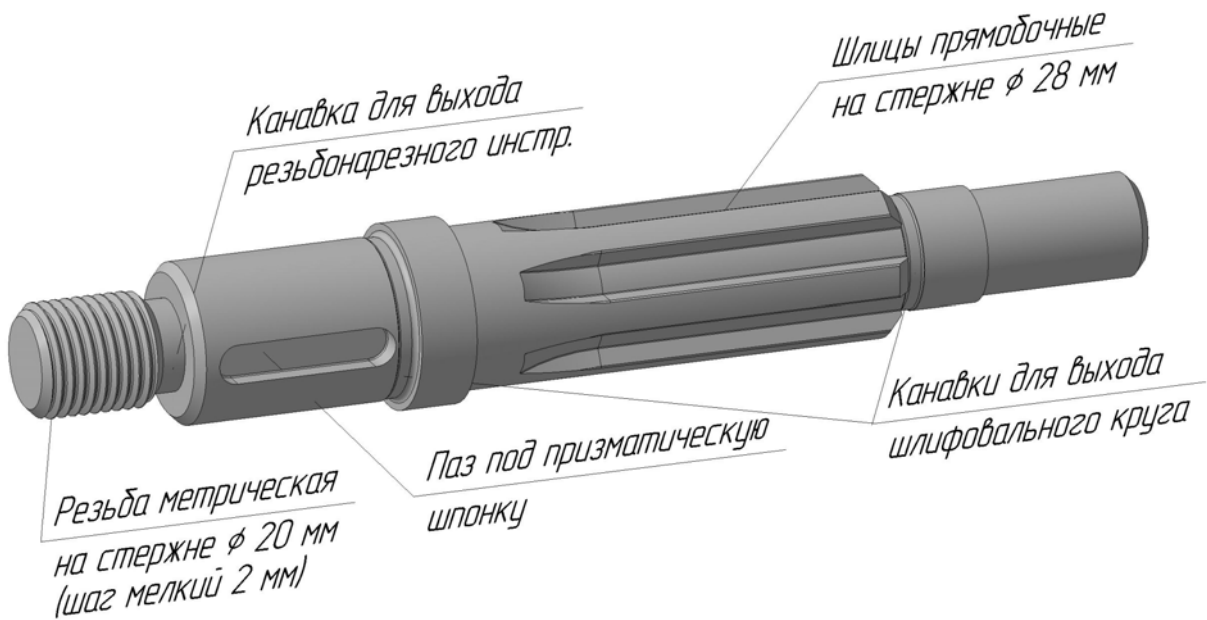
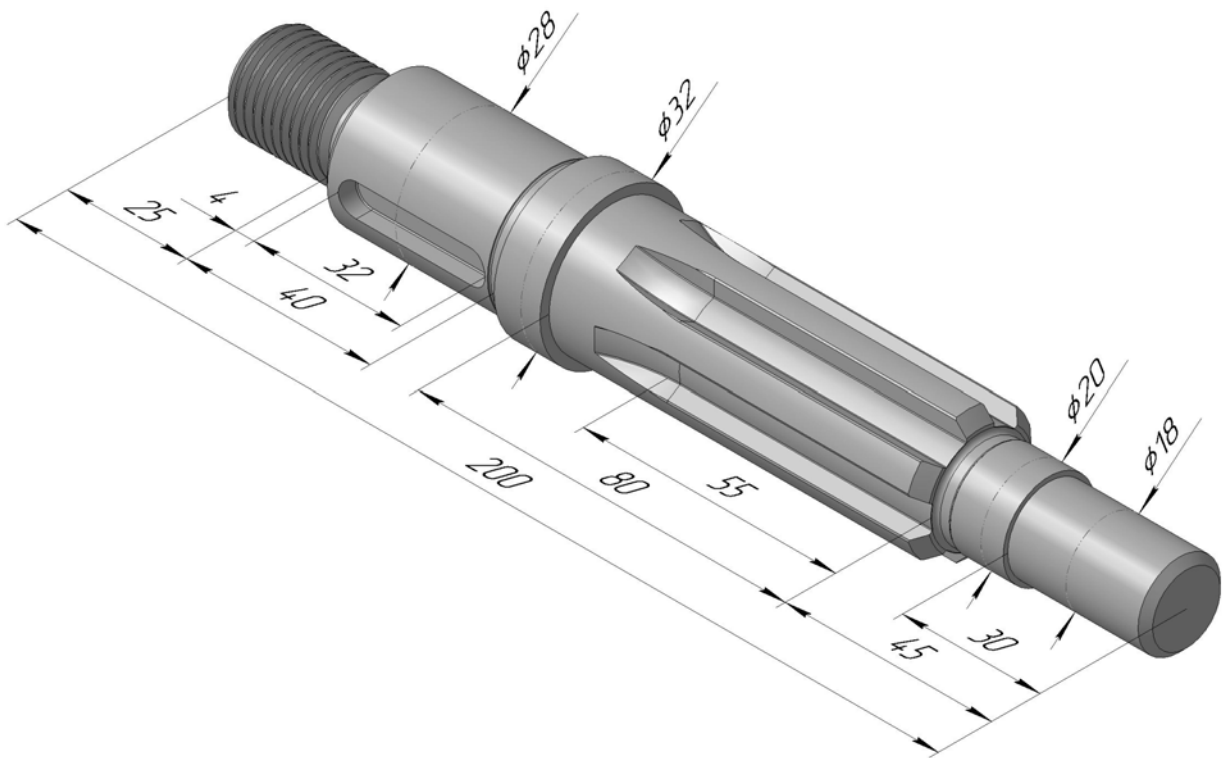
Канавки для выхода
шлифовального круга

Шлицы прямобочные
на стержне $\phi 25$ мм

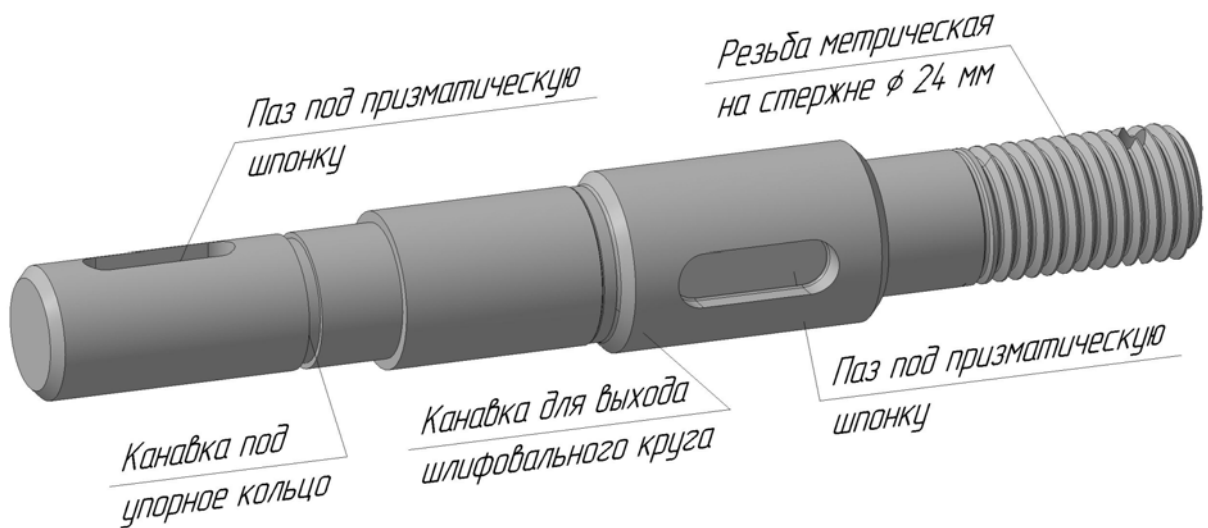
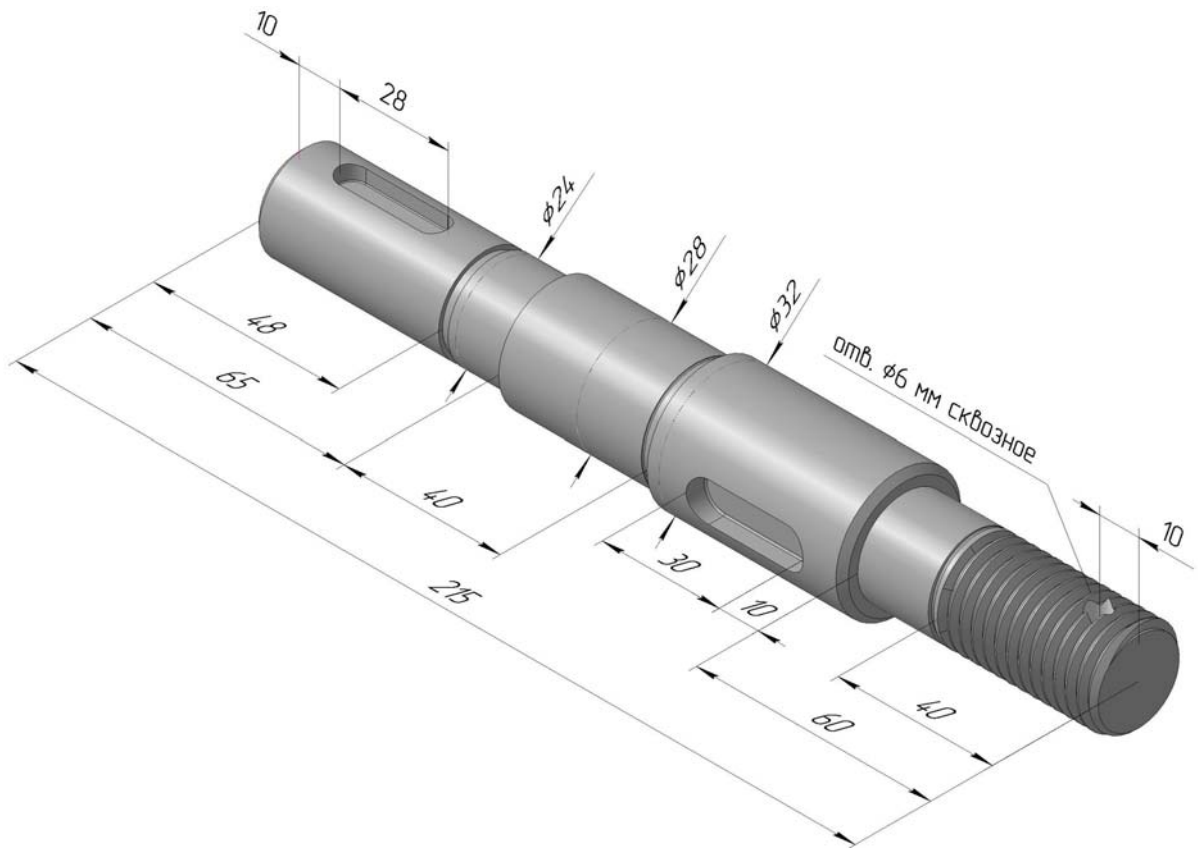
Резьба метрическая
на стержне $\phi 18$ мм

Паз под призматическую шпонку

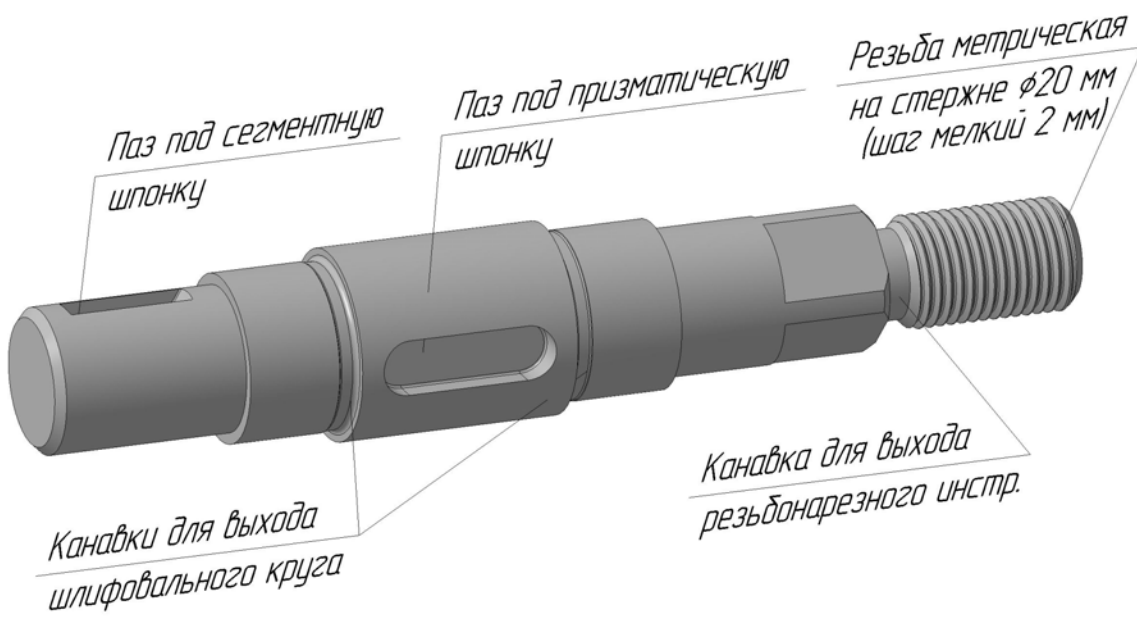
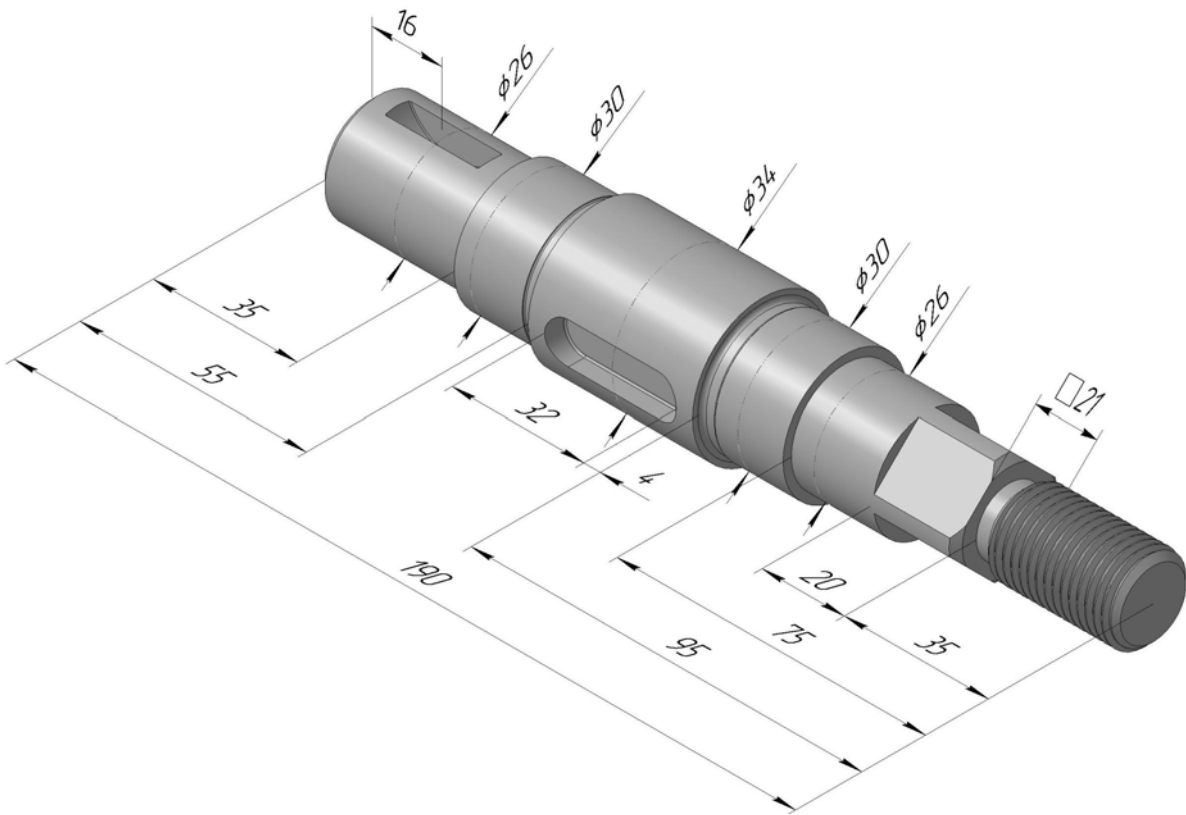
Вариант 2



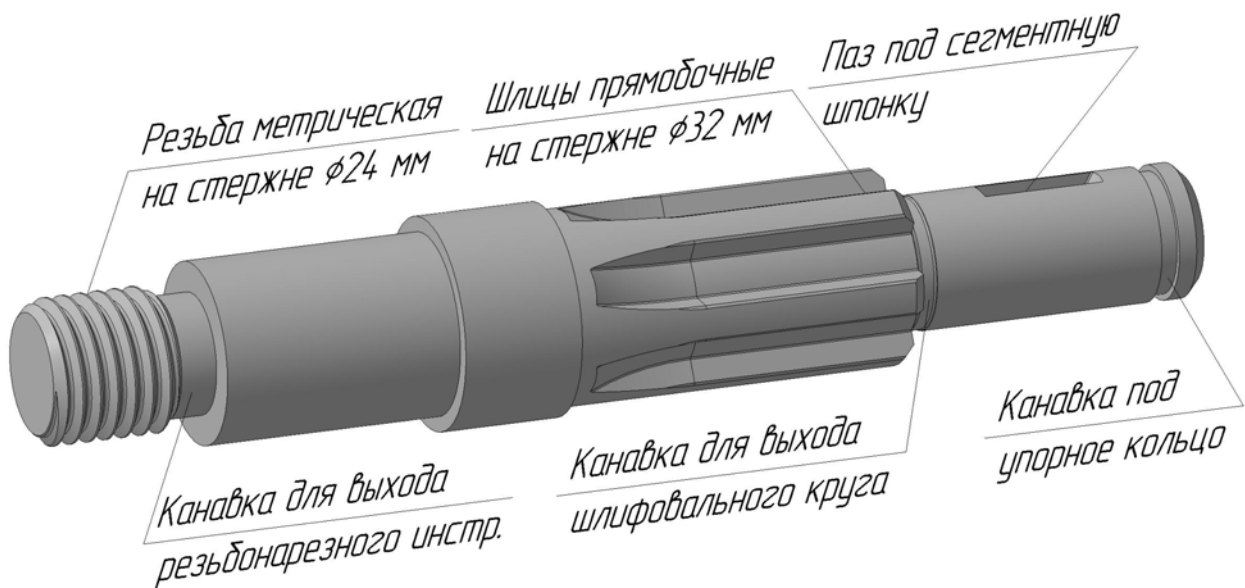
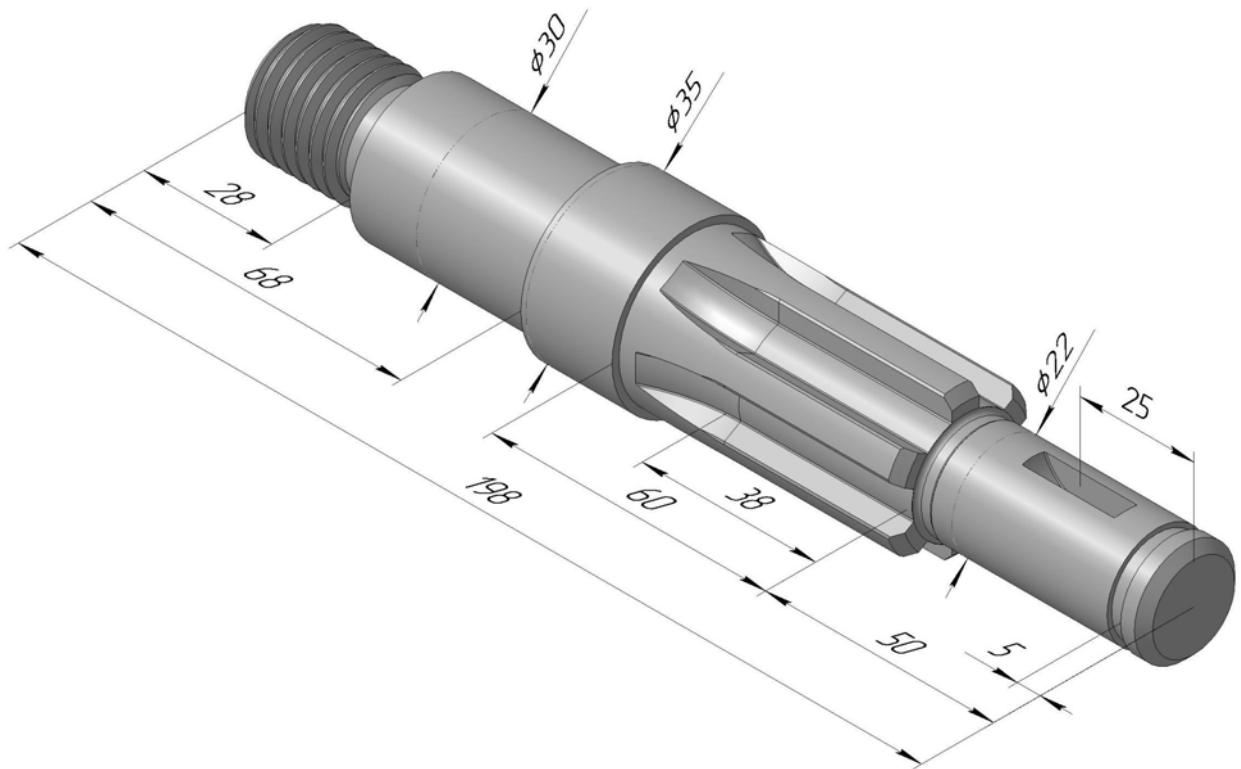
Вариант 3



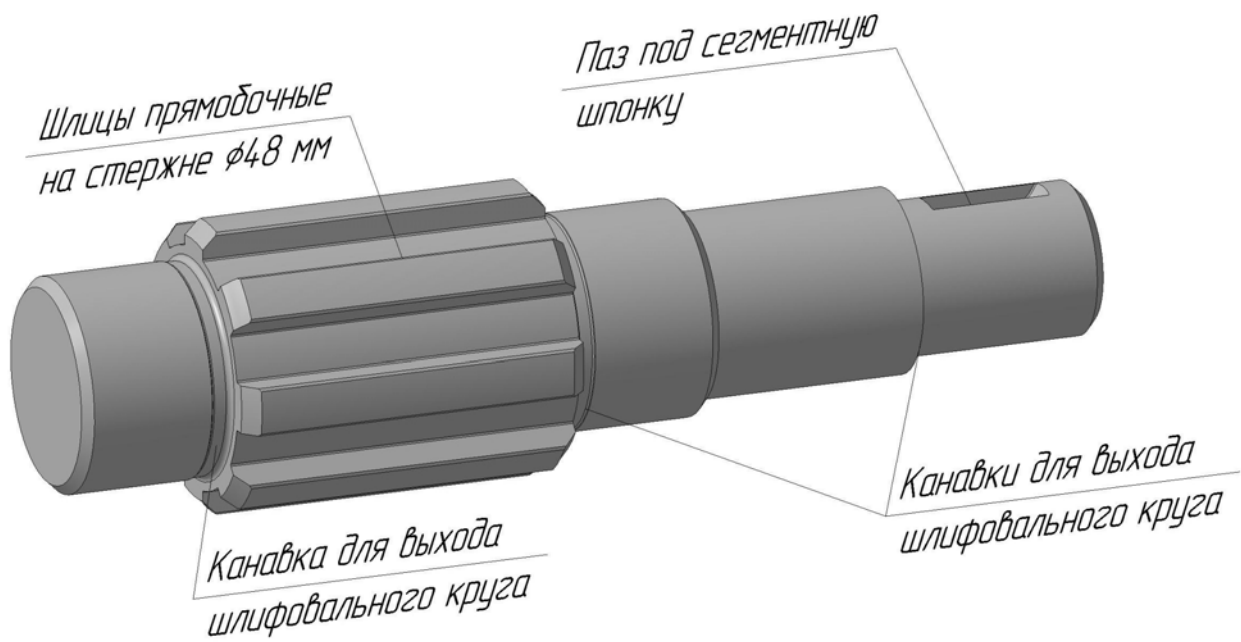
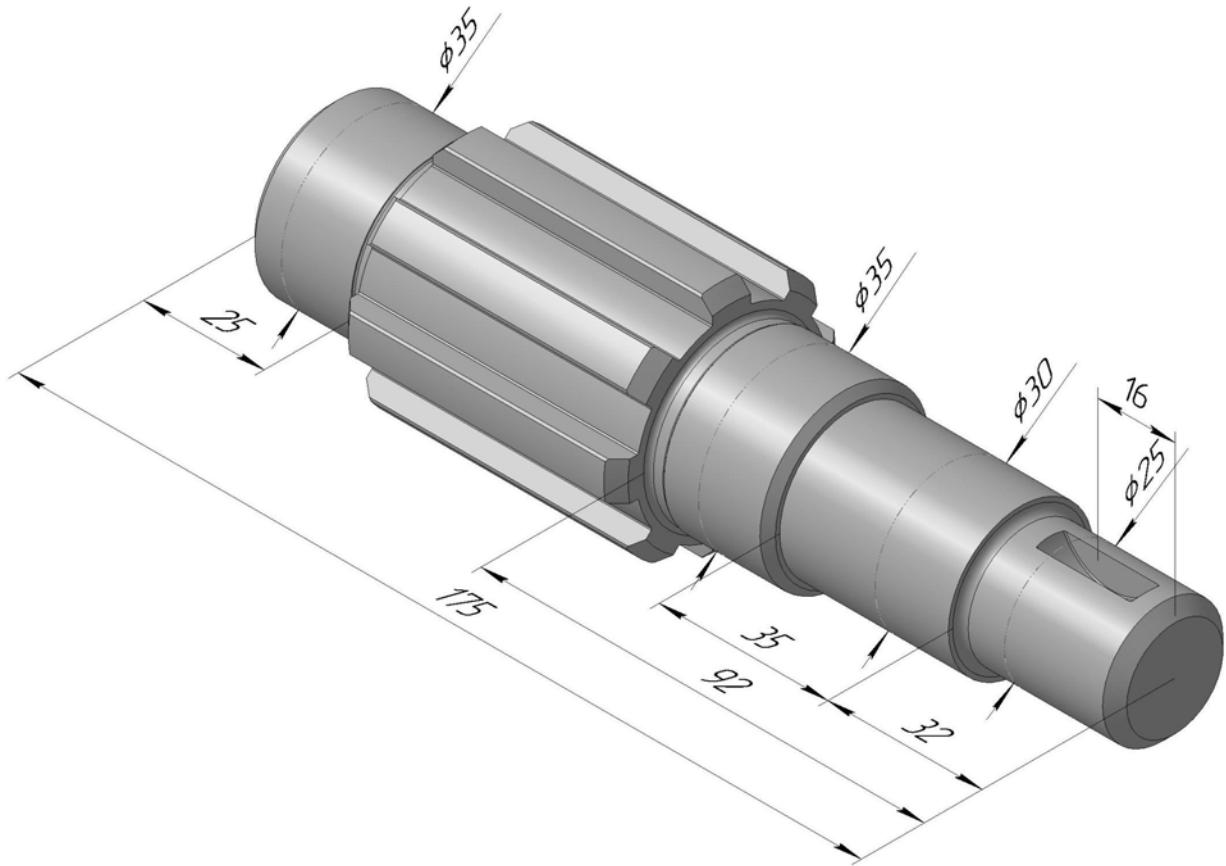
Вариант 4



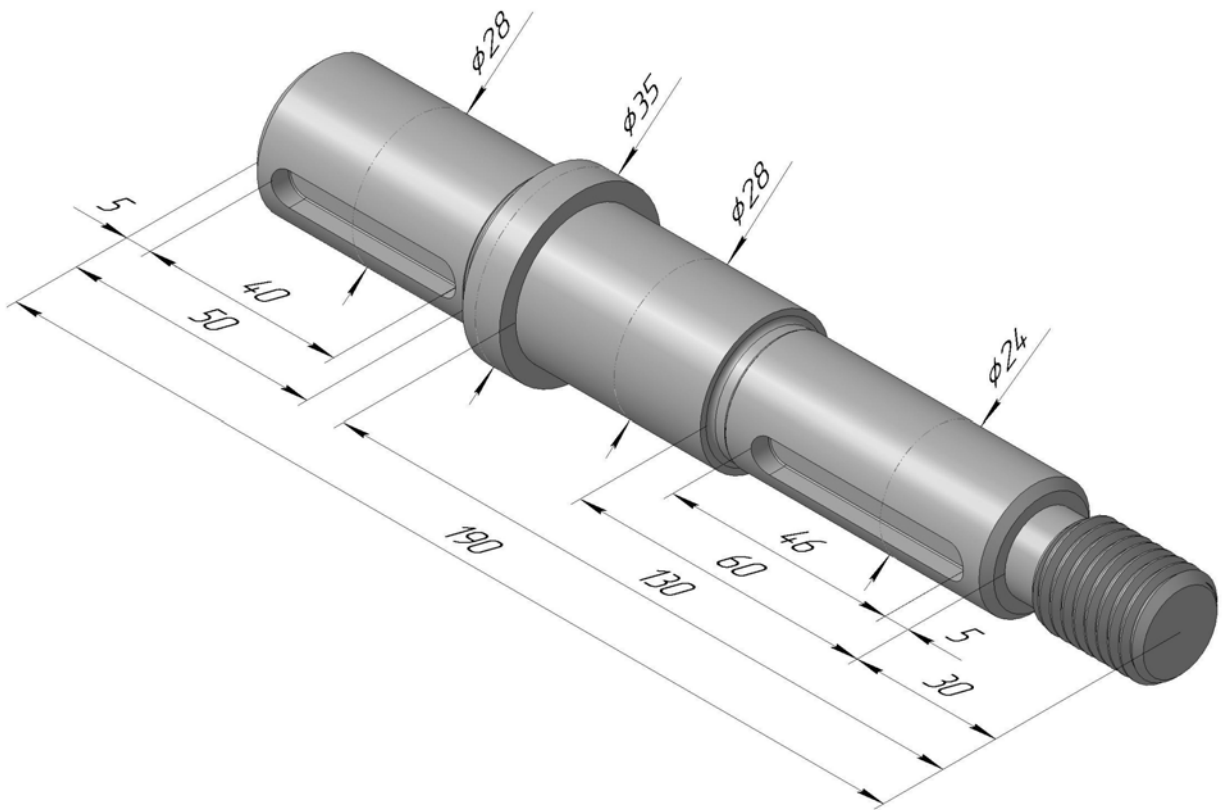
Вариант 6



Вариант 7

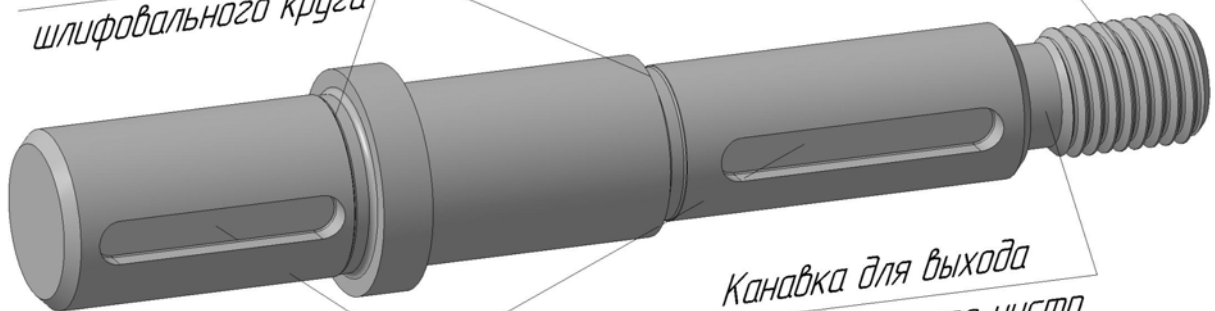


Вариант 8



Канавки для выхода
шлифовального круга

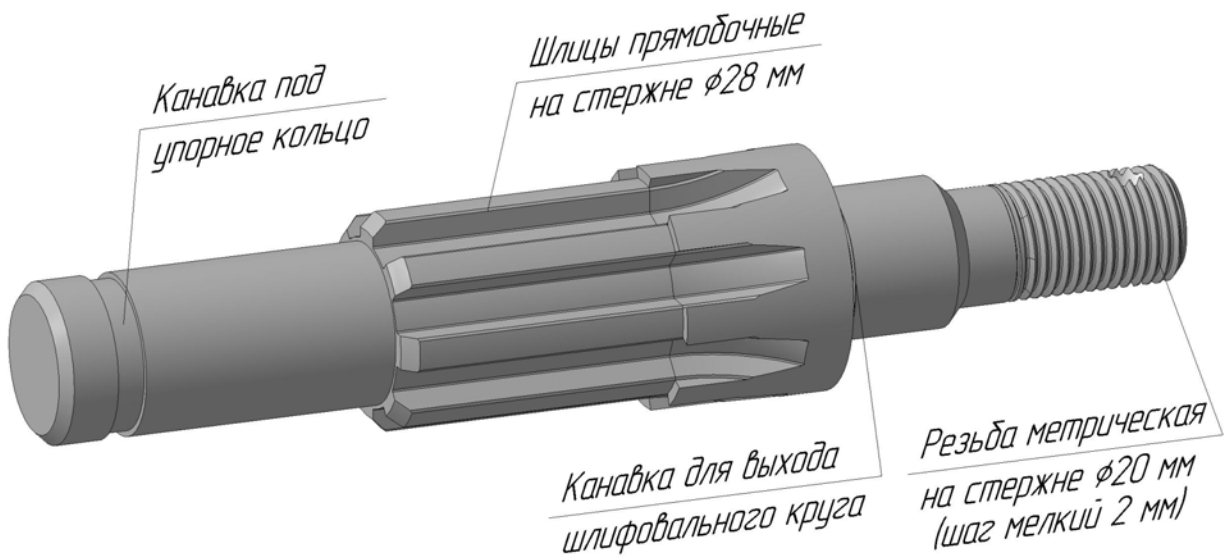
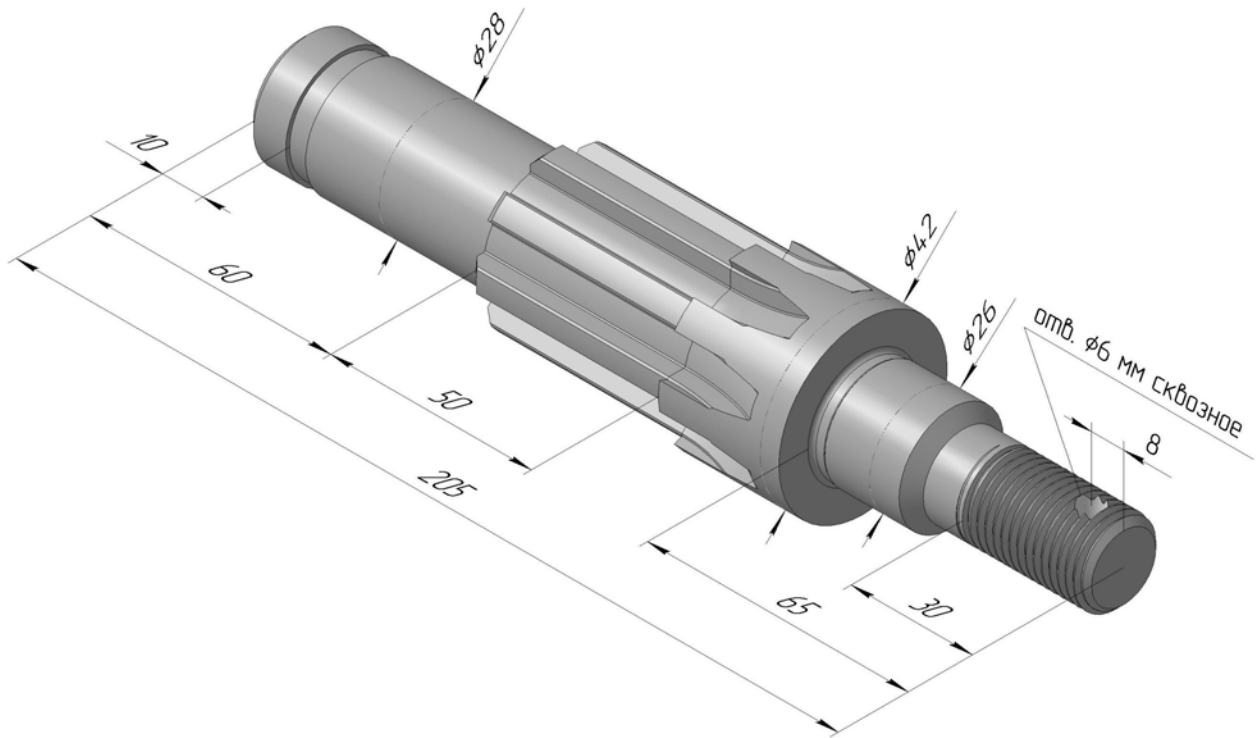
Резьба метрическая
на стержне $\phi 20$ мм



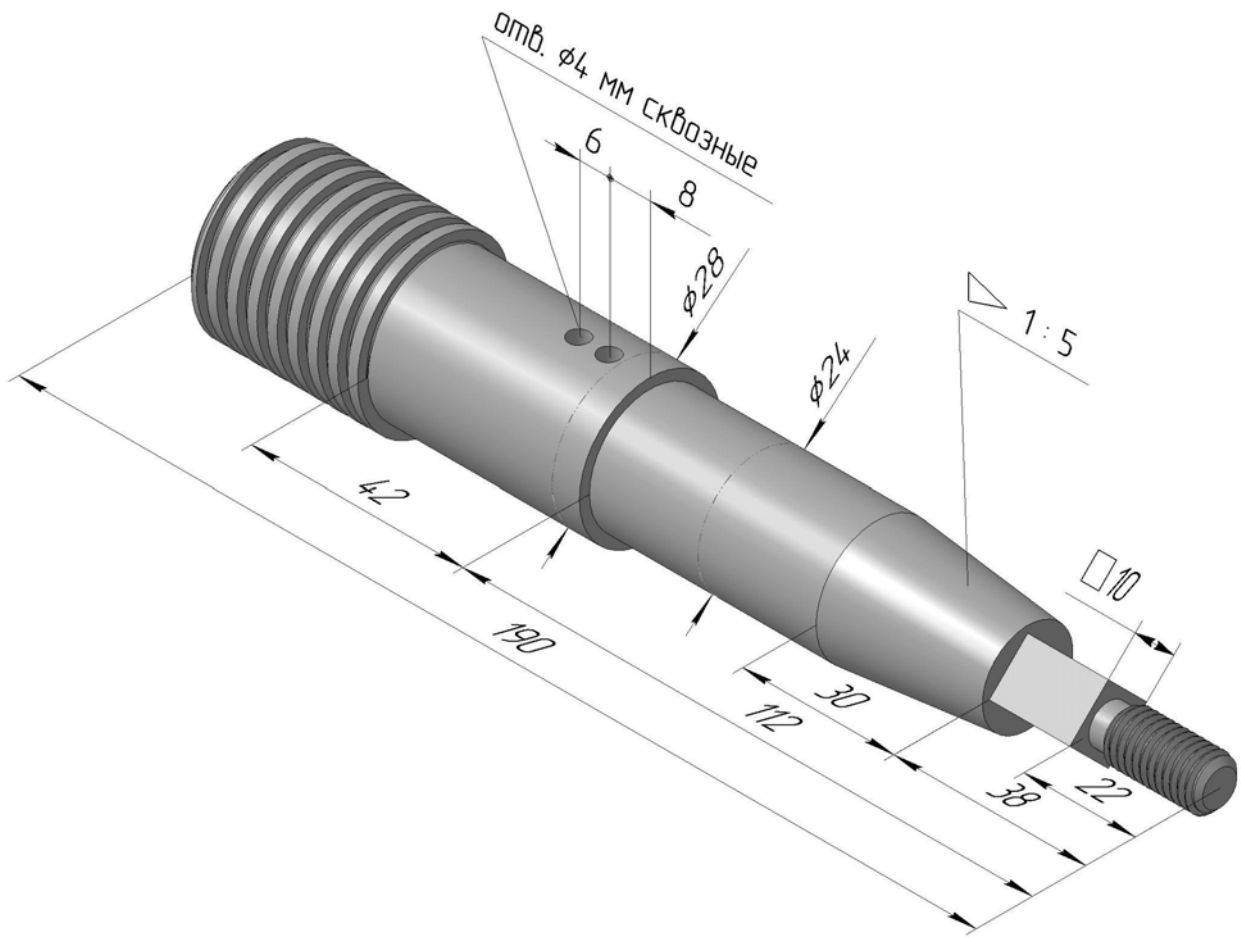
Пазы под
призматическую шпонку

Канавка для выхода
резьбонарезного инстру.

Вариант 9

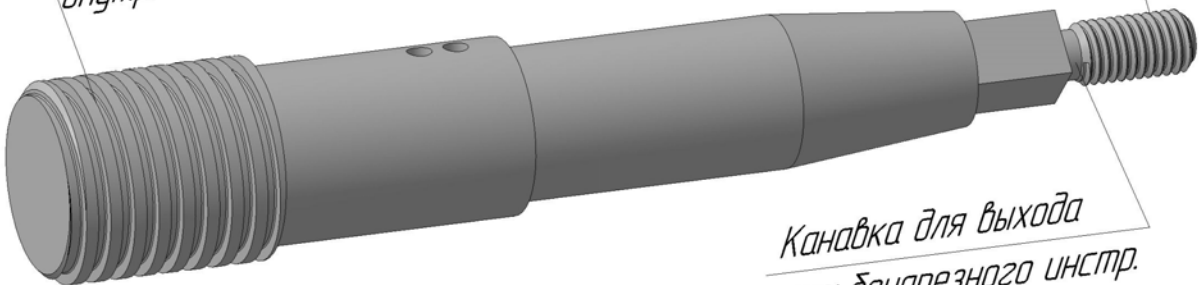


Вариант 10



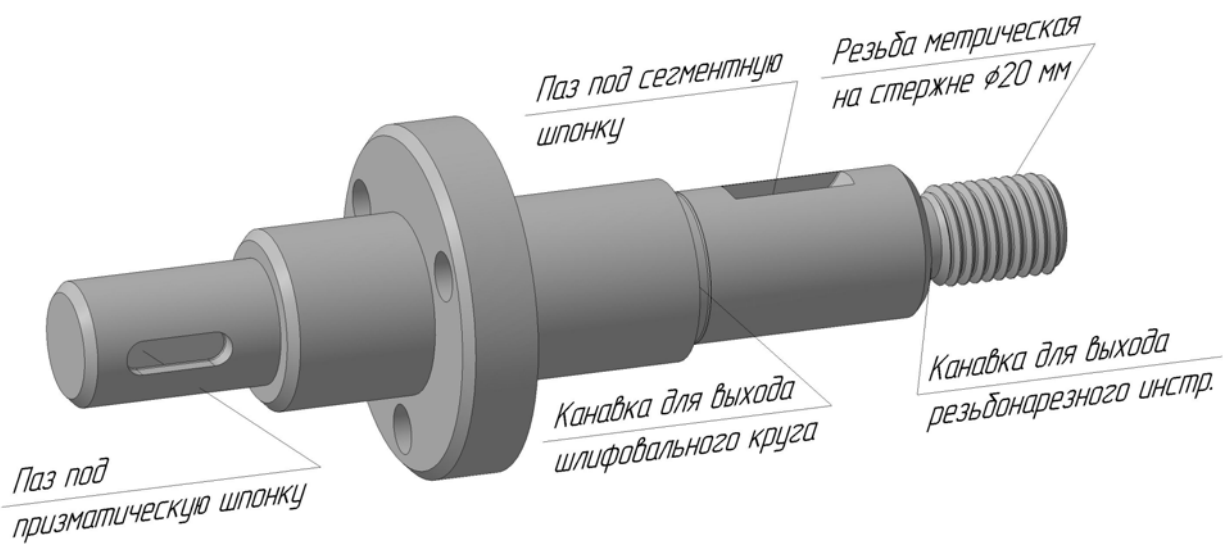
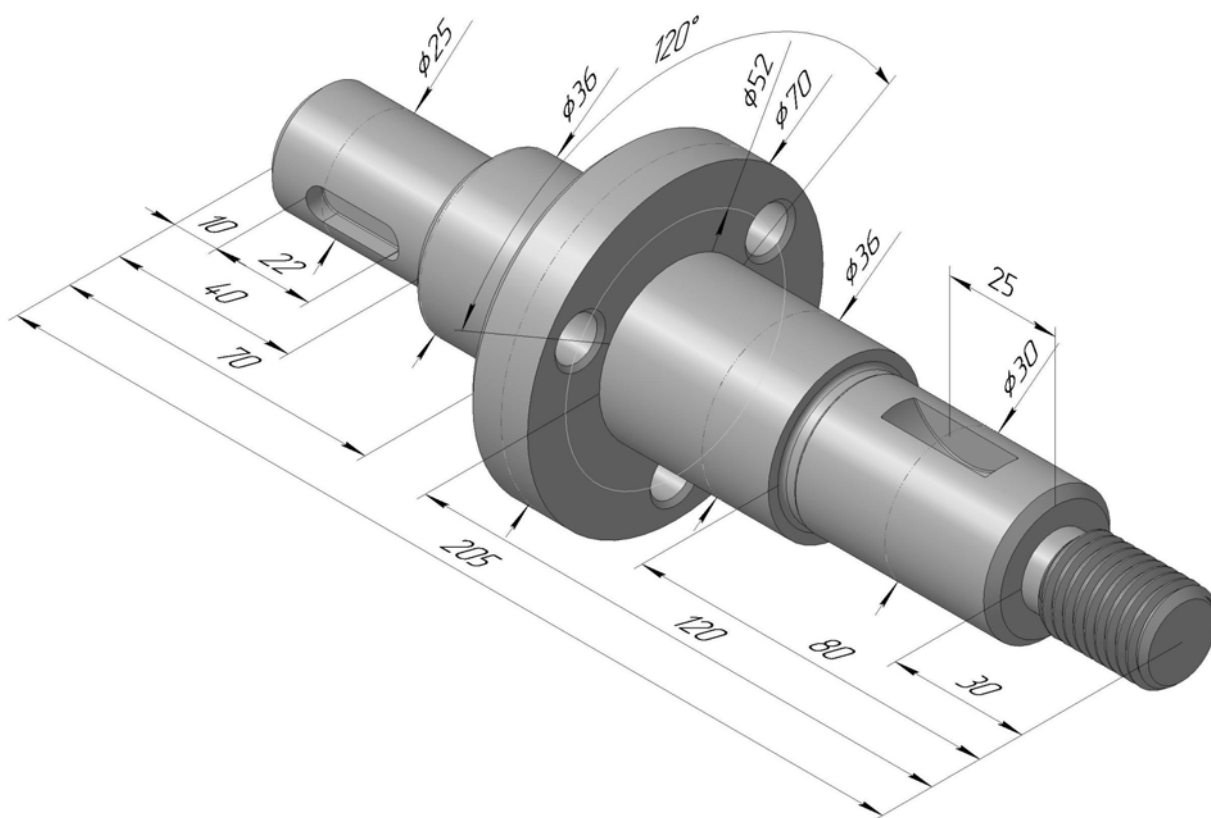
Резьба прямоугольная (нар. $\phi 32$ мм, внутр. $\phi 28$ мм, шаг 4 мм, шир. прорези 2 мм)

Резьба метрическая на стержне $\phi 10$ мм

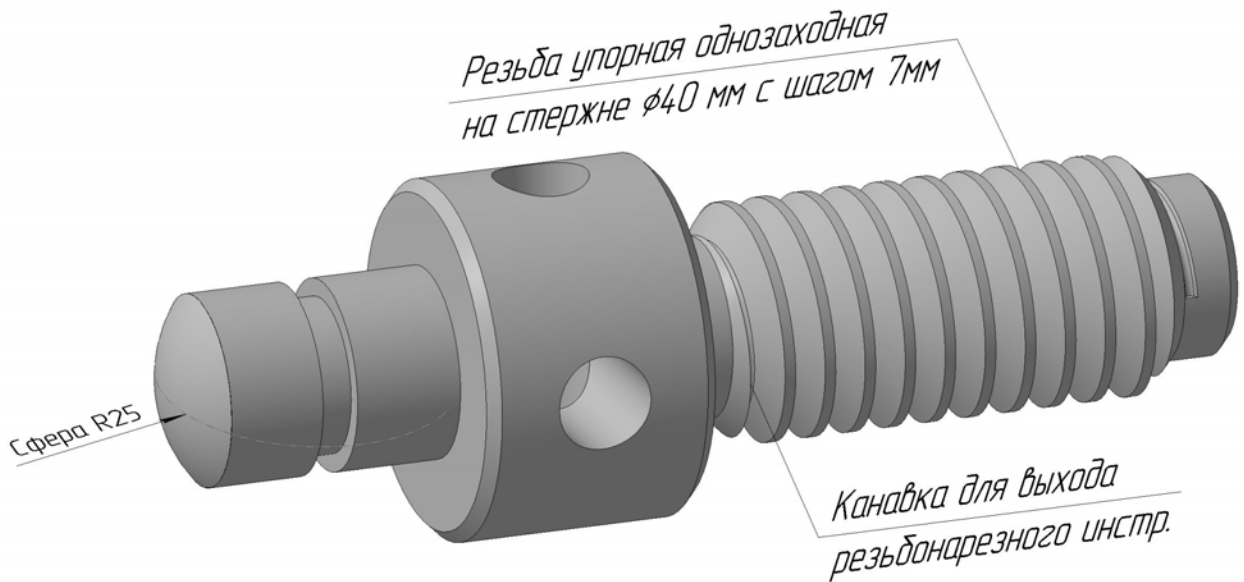
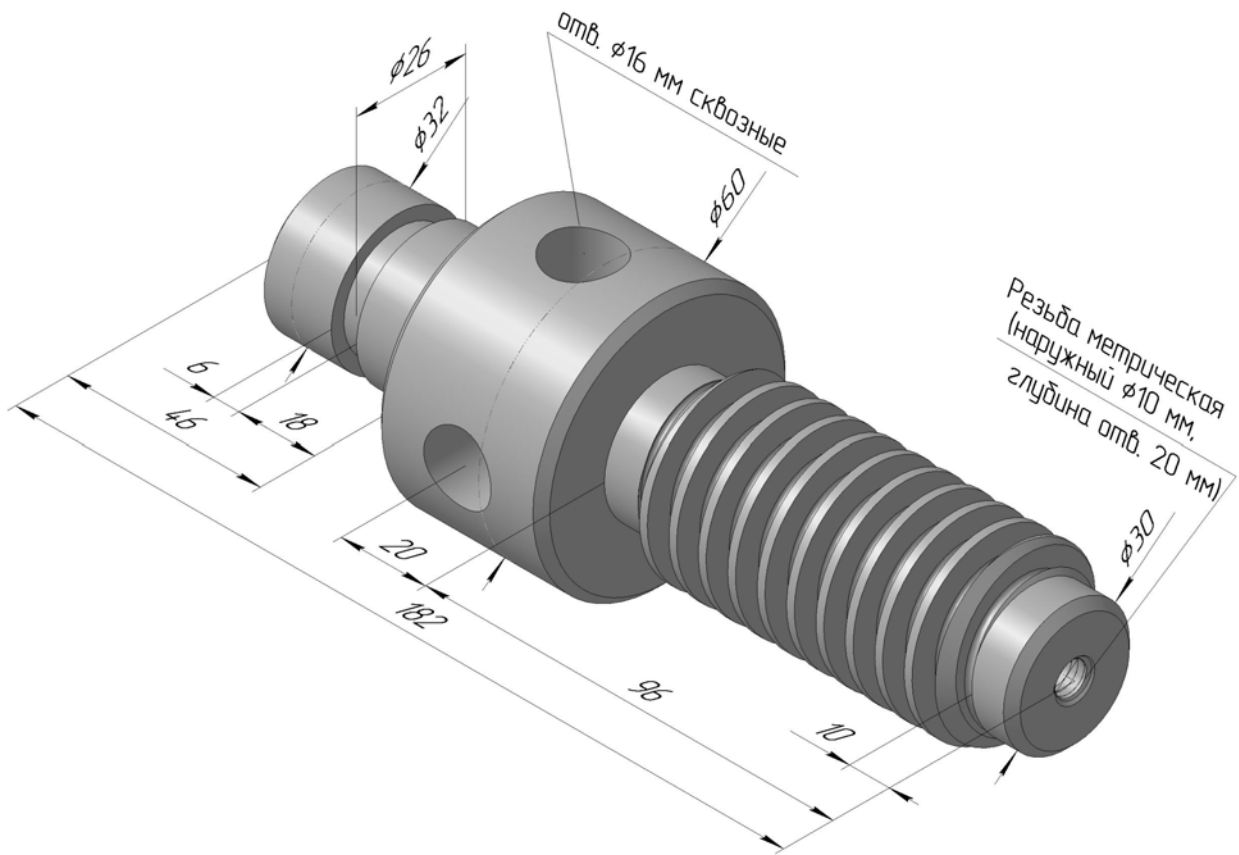


Канавка для выхода резбонарезного инстру.

Вариант 11



Вариант 12



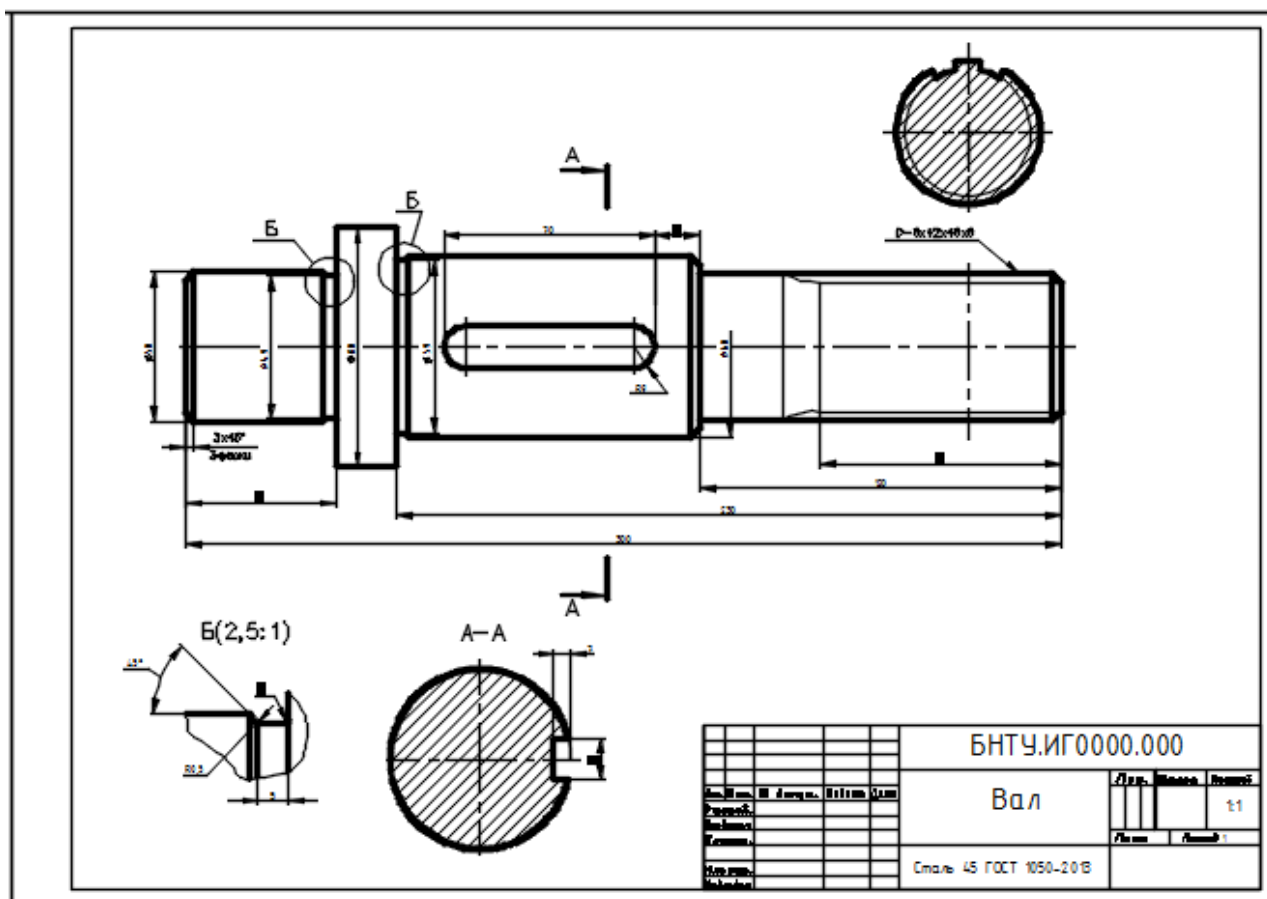


Рис. 8. Образец выполненного практического задания

Контрольные вопросы

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Шабека, Л. С. Введение в машинную графику: лабораторные работы по курсу «Начертательная геометрия. Инженерная графика» / Л. С. Шабека, А. Ю. Лешкевич, А. И. Сторожилов. – Мн. : БГПА, 1983. – 55 с.
2. Перепелица, Ф. А. Компьютерное конструирование в AutoCAD 2016. Начальный курс: учебно-методическое пособие / Ф. А. Перепелица. – НИУ ИТМО, 2015. – 192 с.
3. Орлов, А. AutoCAD 2016 / А. Орлов. – СПб. : Питер, 2016. – 384 с.
4. Полещук, Н. Н. Самоучитель AutoCAD 2014 / Н. Н. Полещук. – СПб. : Петербург, 2014. – 464 с.
5. Соколова, Т. Ю. AutoCAD 2012 на 100 % / Т. Ю. Соколова. – СПб. : Питер, 2012. – 574 с.
6. Жарков, Н. В. Полное руководство AutoCAD 2012 / Н. В. Жарков. – СПб. : Наука и техника, 2012. – 624 с.
7. Большаков, В. 3D моделирование в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, T-Flex / В. Большаков, А. Бочков, А. Сергеев. – СПб. : Питер, 2011. – 336 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Правила техники безопасности.....	4
Лабораторная работа № 1	
ВВЕДЕНИЕ В СИСТЕМУ AUTOCAD	5
Лабораторная работа № 2	
СОЗДАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ.....	14
Лабораторная работа № 3	
РЕДАКТИРОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ПРИМИТИВОВ	29
Лабораторная работа № 4	
СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖА	40
Лабораторная работа № 5	
СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА КОМБИНИРОВАННОГО ТЕЛА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD	50
Лабораторная работа № 6	
ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОЧЕГО ЧЕРТЕЖА ВАЛА СРЕДСТВАМИ AUTOCAD.....	65
ЛИТЕРАТУРА	83

Учебное издание

ГИЛЬ Светлана Валентиновна
ДОРОГОКУПЕЦ Татьяна Васильевна
КУЧУРА Ольга Николаевна и др.

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ AUTOCAD. ПРАКТИКУМ**

В 2 частях

Часть 1

Редактор *Е. В. Герасименко*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 07.02.2020. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 9,88. Уч.-изд. л. 3,86. Тираж 300. Заказ 711.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.