

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

**Н.А. Антипина, Ю.Ю. Будницкая,  
Г.Ф. Винокурова, О.А. Куликова**

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ  
ПО КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ  
В САПР AUTOCAD**

*Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия  
Редакционно-издательским советом  
Томского политехнического университета*

Издательство  
Томского политехнического университета  
2021

УДК 004.896+004.92(076.5)  
ББК 32.972.13+30.2я73  
А72

**Антипина Н.А.**

А72      Лабораторный практикум по компьютерному моделированию в САПР AutoCAD : учебно-методическое пособие / Н.А. Антипина, Ю.Ю. Будницкая, Г.Ф. Винокурова, О.А. Куликова ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – 142 с.

ISBN 978-5-4387-1040-0

Задача данного пособия – научить использовать программу AutoCad для создания сложных чертежей различных механизмов и других объектов. Материал максимально упрощен и конкретизирован, его пошаговая подробная подача делает пособие доступным даже для начинающих пользователей.

Предназначено для студентов, магистрантов и аспирантов, обучающихся по техническим специальностям.

**УДК 004.896+004.92(076.5)**  
**ББК 32.972.13+30.2я73**

*Рецензенты*

Доктор технических наук, профессор ТГАСУ

*Ю.А. Власов*

Кандидат технических наук, доцент ТГАСУ

*А.Л. Стуканов*

**ISBN 978-5-4387-1040-0**

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2021  
© Антипина Н.А., Будницкая Ю.Ю.,  
Винокурова Г.Ф., Куликова О.А., 2021  
© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2021

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для повышения производительности труда и качества выполнения чертежей многие конструкторы, проектировщики и архитекторы переходят к компьютерным системам автоматизированного проектирования (САПР), а предприятия и фирмы-работодатели ориентируются на компьютерные методы построения чертежей.

Особое место среди пакетов САПР занимает продукт фирмы Autodesk – **AutoCAD** (*Automated Computer Aided Drafting and Design* – Автоматизированное компьютерное черчение и проектирование). AutoCAD – наиболее распространенный в мире и доступный пакет САПР. Он предназначен в первую очередь для создания чертежей и выпуска с его помощью проектной документации самых различных отраслей.

Преимущества автоматизированного черчения по сравнению с черчением вручную заключаются в следующем:

- **Точность.** Если система AutoCAD правильно настроена, то рисовать линии, окружности и другие фигуры с точными размерами гораздо проще в AutoCAD, чем на бумаге.

- **Простота внесения изменений.** Чертежи намного легче исправлять на экране компьютера, чем на бумаге.

- **Производительность.** С помощью AutoCAD чертежные работы выполняются значительно быстрее, чем вручную, особенно в тех случаях, когда один чертеж содержит несколько одинаковых фрагментов (например, чертеж многоэтажного здания).

Для выполнения чертежных работ в САПР AutoCAD необходим соответствующий уровень подготовки и некоторый опыт работы. В этой связи очевидна целесообразность преподавания курса компьютерной графики студентам вуза – будущим специалистам, использующим средства и методы автоматизированного проектирования.

Задачей курса является получение основных навыков работы с компьютерной системой автоматизированного проектирования AutoCAD и изучение основ применения двухмерной и трёхмерной графики в проектировании.

Курс опирается на знания, полученные студентами при изучении курсов «Начертательная геометрия и инженерная графика» и «Информатика» за предшествующий период обучения.



По умолчанию после установки AutoCAD загружается в начальном рабочем пространстве, то есть с настройками и интерфейсом, максимально нейтральными и общими. Называется он **Рисование и аннотации** и используется для создания плоского двухмерного чертежа.

Для трехмерного проектирования предназначено рабочее пространство **3D-моделирование**. Переход между рабочими пространствами осуществляется щелчком левой кнопки мыши по кнопке в строке состояния в правом нижнем углу окна AutoCAD (рис. 1.2).

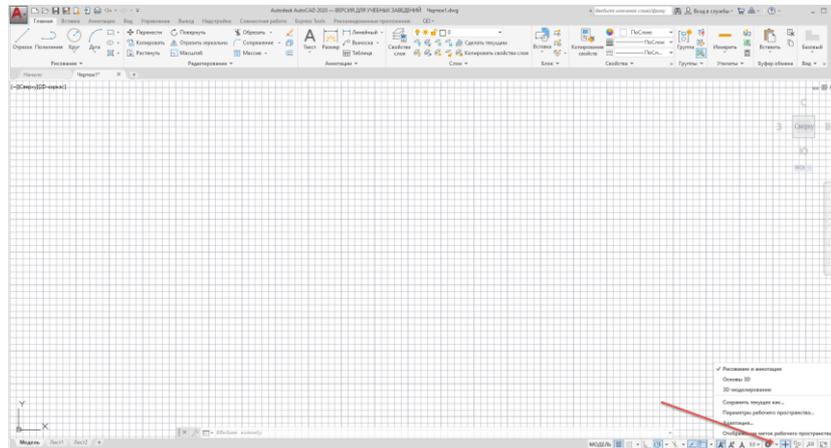


Рис. 1.2. Переход между рабочими пространствами

Перейдите в рабочее состояние **Рисование и аннотации**, при последующих загрузках AutoCAD оно уже будет использоваться по умолчанию (при открытии AutoCAD автоматически устанавливается то рабочее пространство, которое было на момент окончания последнего сеанса работы). В самом низу рабочего окна AutoCAD, под зоной командной строки, расположена строка состояния (рис. 1.3).

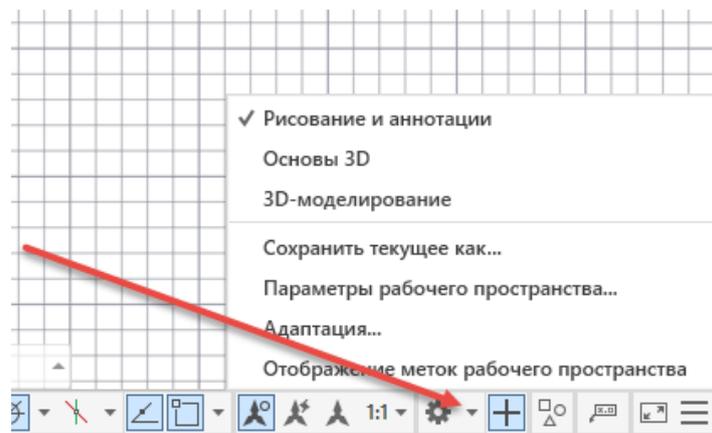


Рис. 1.3. Устройство окна AutoCAD с ленточным интерфейсом

Все действия в AutoCAD выполняются с помощью команд.

Каждая команда может быть вызвана, как правило, тремя способами:

- щелчком левой кнопкой мыши по соответствующей кнопке на соответствующей панели инструментов или на ленте инструментов;
- выбором из строки меню или выбором из браузера меню, вызываемого нажатием на кнопку  в левом верхнем углу окна AutoCAD;
- вводом ее имени в командную строку и нажатием после этого клавиши **Enter**.

Использование каждой последующей команды возможно только после завершения предыдущей. Завершение команды осуществляется нажатием клавиши **Enter** один раз. Если на клавишу **Enter** нажать два раза, произойдёт повторный вызов выполненной команды.

Создание чертежа происходит в графической зоне.

**Графическая зона** – это большое пространство в середине рабочего окна AutoCAD, в котором выполняют все построения. По умолчанию цветом графической зоны (цветом экрана) является черный цвет, а построения (линии чертежа) отображаются белым цветом.

**Изменить цвет** графической зоны (цвет экрана) можно в общих настройках AutoCAD, которые собраны в специальном диалоговом окне **Параметры (Options)**. Вызвать диалоговое окно **Параметры** можно при помощи мыши, нажав кнопку , затем **Параметры** (рис. 1.4).

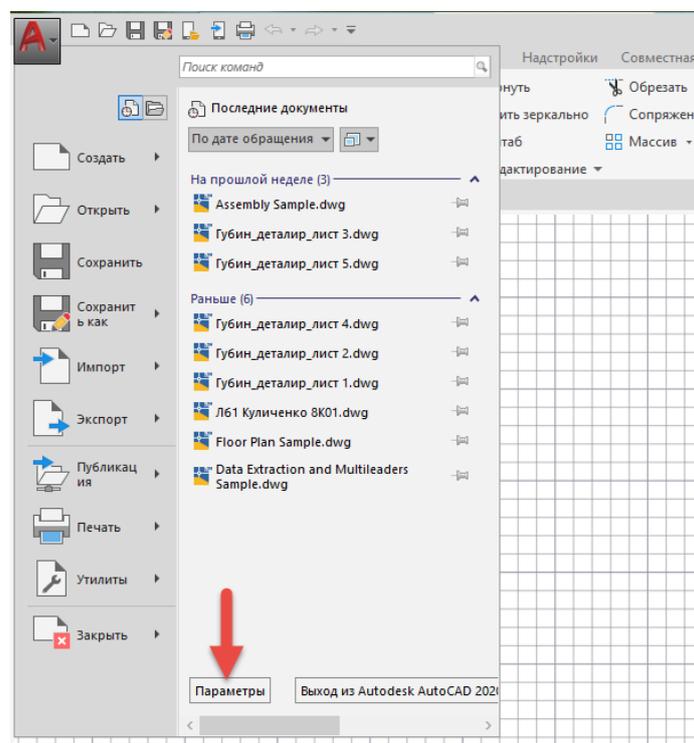


Рис. 1.4. Настройка AutoCAD

В окне расположены 10 вкладок. Вкладка **Экран** предназначена для настройки внешнего вида окна AutoCAD (рис. 1.5). Открыв список напротив строки **Цветовая тема**, можно выбрать тёмный или светлый цвет для отображения строки состояния, строки заголовка, строки ленты и рамки меню приложения. Нажав кнопку **Цвета**, можно изменить темный цвет экрана на светлый.

Чтобы посмотреть эффект от изменения той или иной настройки, необязательно закрывать окно **Настройка (Options)** нажатием на кнопку **ОК**. Можно, не закрывая данного окна, нажать кнопку **Применить (Apply)** и посмотреть, что получится. В этом случае при необходимости Вы сможете восстановить исходные настройки.

По умолчанию в графической зоне отображается сетка (типа миллиметровки для точности построения), при необходимости её можно отключить, выключив режим **Сетка**, нажав кнопку  строки состояния внизу рабочего окна AutoCAD или клавишу F7 на клавиатуре. Включение и выключение режимов производится щелчком левой кноп-

ки мыши по соответствующей кнопке. При этом включенная кнопка режима на экране выглядит как подсвеченная другим цветом.

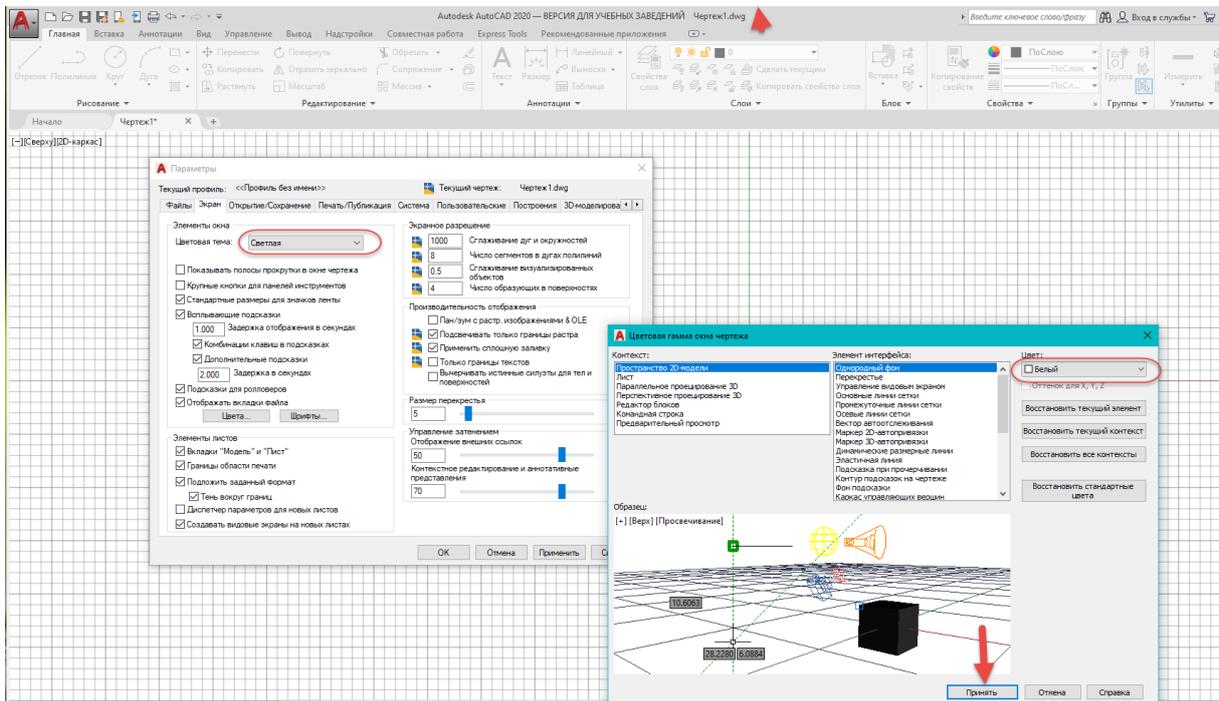


Рис. 1.5. Изменение цвета рабочего пространства во вкладке Экран

Работа в AutoCAD сводится либо к созданию нового чертежа, либо к редактированию уже существующего. При работе с новым чертежом создаётся чертёж, который необходимо сохранить в виде файла на жестком диске (команда **Сохранить как**).

В случае редактирования уже имеющегося чертежа необходимо найти и открыть соответствующий файл чертежа, внести изменения, поправки, а затем сохранить отредактированный чертёж (команда **Сохранить**).

Для создания нового чертежа просто следует щелкнуть мышкой по кнопке на панели быстрого запуска. После этого либо будет создан новый чистый чертёж с параметрами по умолчанию (размером А3 (420×297 мм), единицы измерения – мм), либо появится окно **Создание нового чертежа (Create New Drawing)**, полностью повторяющее собой окно **Начало работы (Startup)**.

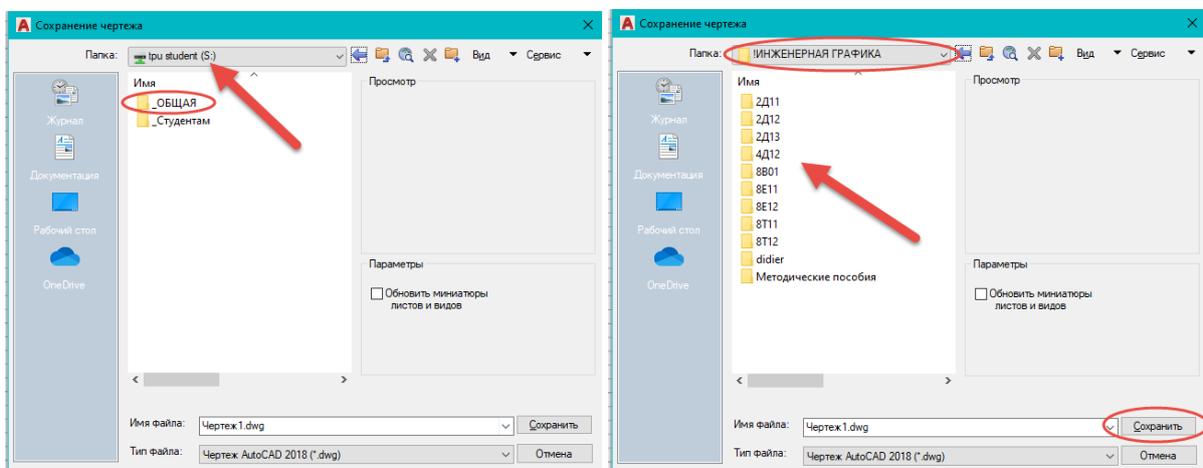


Рис. 1.6. Сохранение чертежа

Чертежи в AutoCAD сохраняются на диске в виде файлов с расширением **dwg**. Если чертёж новый и сохраняется впервые, то при его сохранении нужно указать имя файла, а также где этот файл следует разместить – указать диск и папку (рис. 1.6).

## 1.2. Создание чертежа детали с простым разрезом

**Цель работы** – создание чертежа детали с простым разрезом при помощи программы AutoCAD, формирование последовательности построения и оформления чертежа.

В результате выполнения работы будут освоены операции:

- по выполнению чертежа детали средствами AutoCAD;
- нанесению размеров и текста на чертеже;
- заполнению основной надписи и дополнительной графы чертежа.

Порядок выполнения работы:

1. Запустите программу AutoCad и создайте новый чертёж.
2. Щёлкните на кнопку **Присоединить** (вкладка **Вставка**, панель **Ссылка**) и вставьте формат листа A3 (из папки **Templates AutoCAD ⇒ Format A3-h**), рис. 1.7.

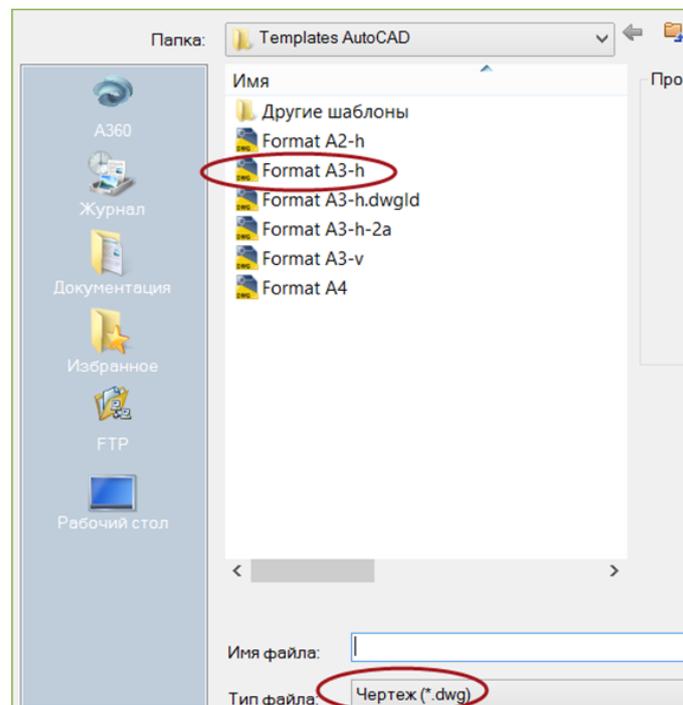
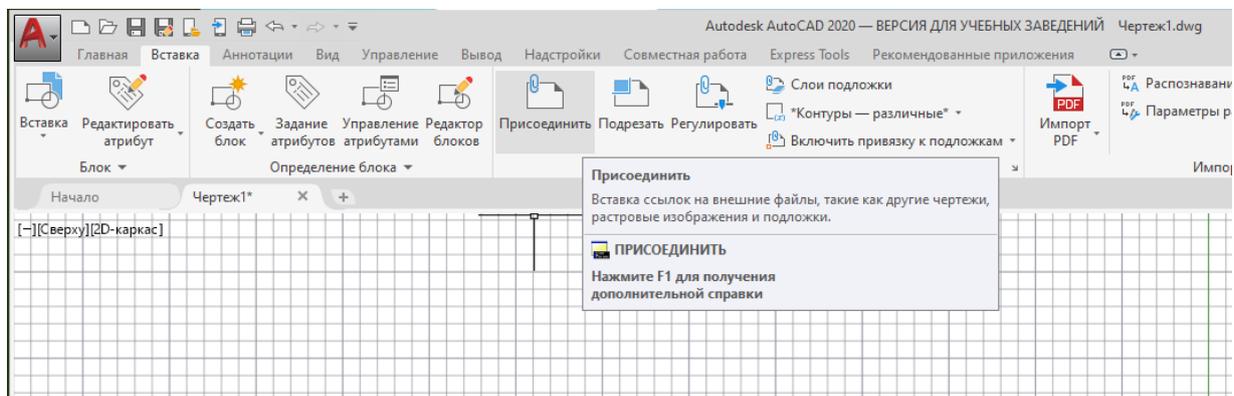
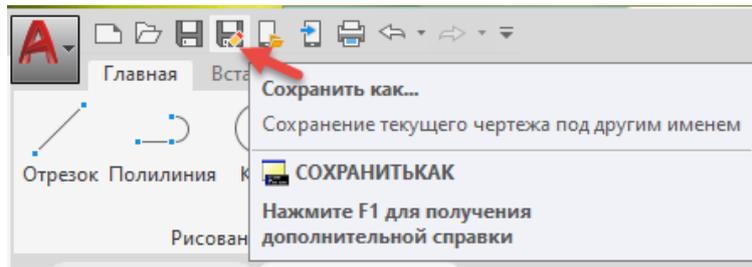


Рис. 1.7. Присоединение формата A3

3. Сохраните файл под своим именем в указанной папке.

При первом сохранении чертежа используйте команду **Сохранить как** .



В диалоговом окне требуется указать имя файла и папку, в которой этот файл будет храниться.

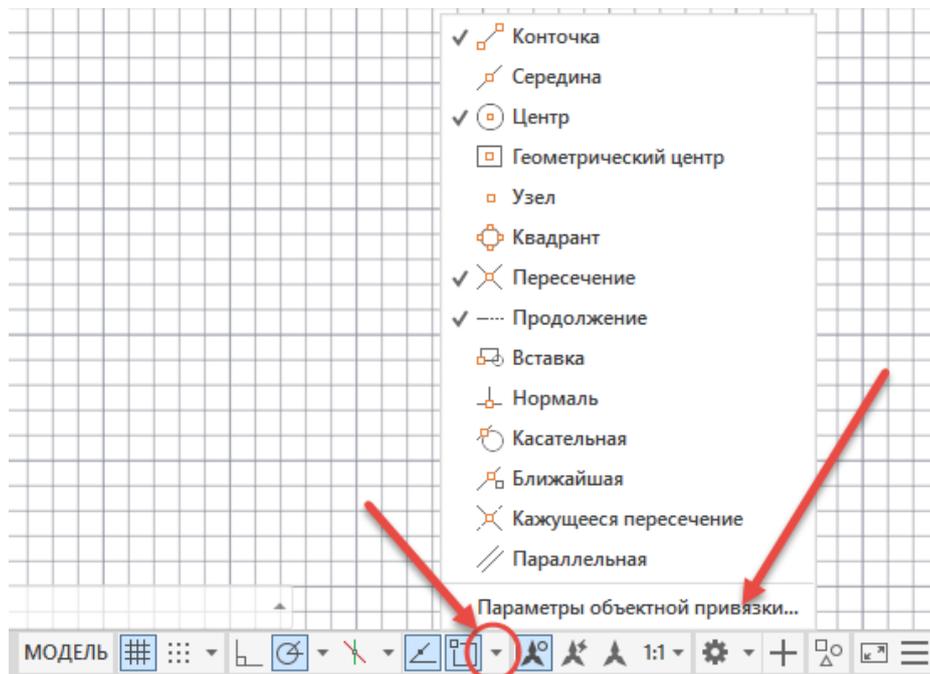
Периодически сохраняйте вносимые изменения без выхода из редактора чертежей. Для этого вызовите команду **Сохранить** или щелкните левой кнопкой мыши по пиктограмме  вверху экрана.

4. Измените режим ввода координат.

Изменение ввода координат производится в диалоговом окне **Режимы рисования**.

Диалоговое окно **Режимы рисования** доступно на нескольких инструментах, например, **Шаг и сетка**, **Объектная привязка** и др., которые расположены в строке состояния внизу рабочего окна AutoCAD.

Выберите, например, **Объектная привязка**, укажите на **Параметры привязки**, появится окно **Режимы рисования**.



Выберите вкладку **Динамический ввод** ⇒ (1) (рис. 1.8). Затем нажмите клавишу **Настройка** ⇒ (2). В поле **Формат** выберите **Декартов формат** и **Абсолютные координаты** ⇒ (3).

Анализируя чертеж детали (рис. 1.9), видно, что он содержит два изображения (главный вид, совмещенный с разрезом, и вид слева), а также местный разрез, размеры изделия, графы основной и дополнительной надписи чертежа.

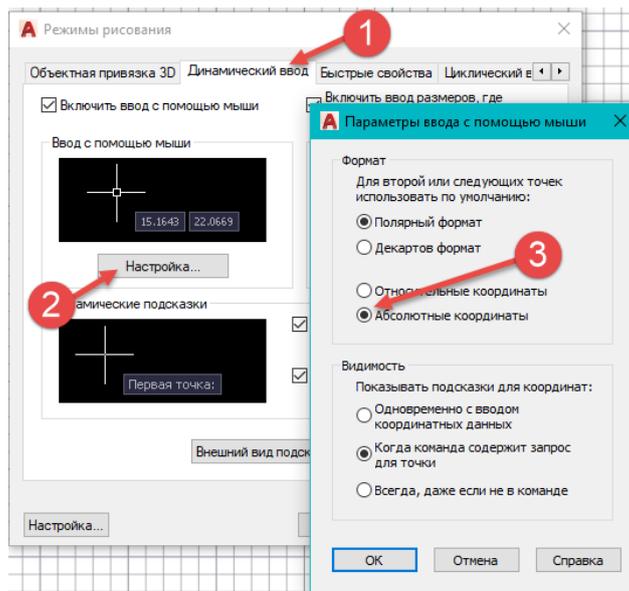


Рис. 1.8. Окно Режимы рисования

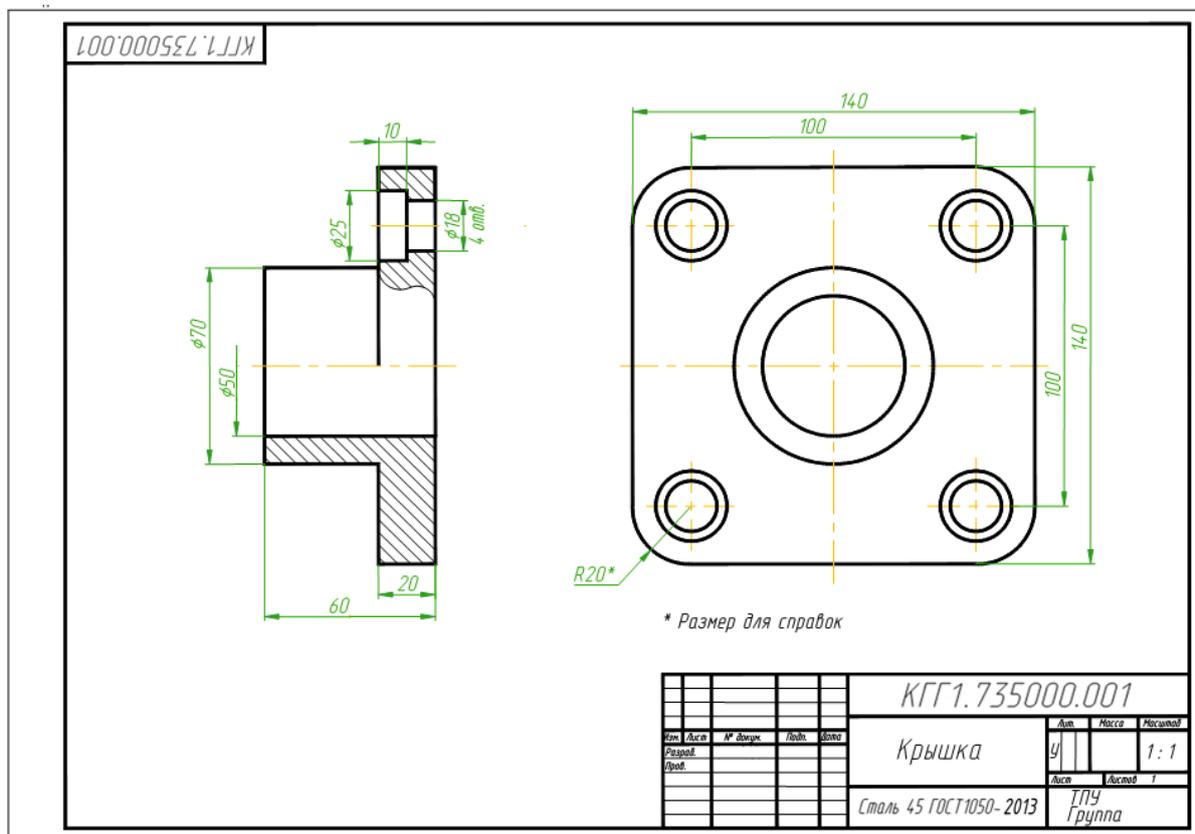


Рис. 1.9. Чертеж детали

При построении чертежа необходимо будет использовать линии различной толщины и цвета, которые имеют разное функциональное назначение, например, линии основного контура, осевые линии, тонкие линии для вспомогательных построений. Для этого воспользуемся такой возможностью AutoCAD, как выполнение различных построений в разных слоях.

В AutoCAD всегда существует слой с именем **0**. Он автоматически формируется при создании рисунка и ему присваивается белый цвет и непрерывный тип линии. Этот

слой не может быть удален или переименован. В лабораторной работе рекомендуется использовать пять слоев (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Слой для выполнения чертежа детали

Имя слоя	Назначение	Цвет	Тип линии
0		Белый	Сплошная
Оси	Осевые линии	Оранжевый	Осевая
Построения	Вспомогательные линии	Синий	Сплошная
Основной	Линии обводки	Белый	Сплошная
Размеры	Нанесение размеров	Зеленый	Сплошная

**Внимание!** В зависимости от цвета экрана компьютера белый цвет на экране может воспроизводиться как черный.

**Формирование слоев** осуществляется командой **Слой**. Слои имеют три параметра состояния:

- **Вкл/Откл.** Включенные слои (по умолчанию) являются видимыми. Отключенные слои невидимы, но включаются в процессе регенерации чертежа.
- **Размороженный/Замороженный.** Размороженные слои по умолчанию являются видимыми. Замороженные слои невидимы и не могут быть отредактированы, а также не регенерируются со всем чертежом.
- **Разблокированный/Блокированный.** Разблокированные слои по умолчанию являются видимыми и могут корректироваться. Блокированные слои тоже видимы, но не могут быть отредактированы.

5. Создайте необходимые слои для построения чертежа, перечисленные в табл. 1.1.

Вызовите команду **Свойства слоя** (вкладка **Главная**, панель **Слой**), рис. 1.10. На экране откроется диалоговое окно **Диспетчер свойств слоев** (рис. 1.10).

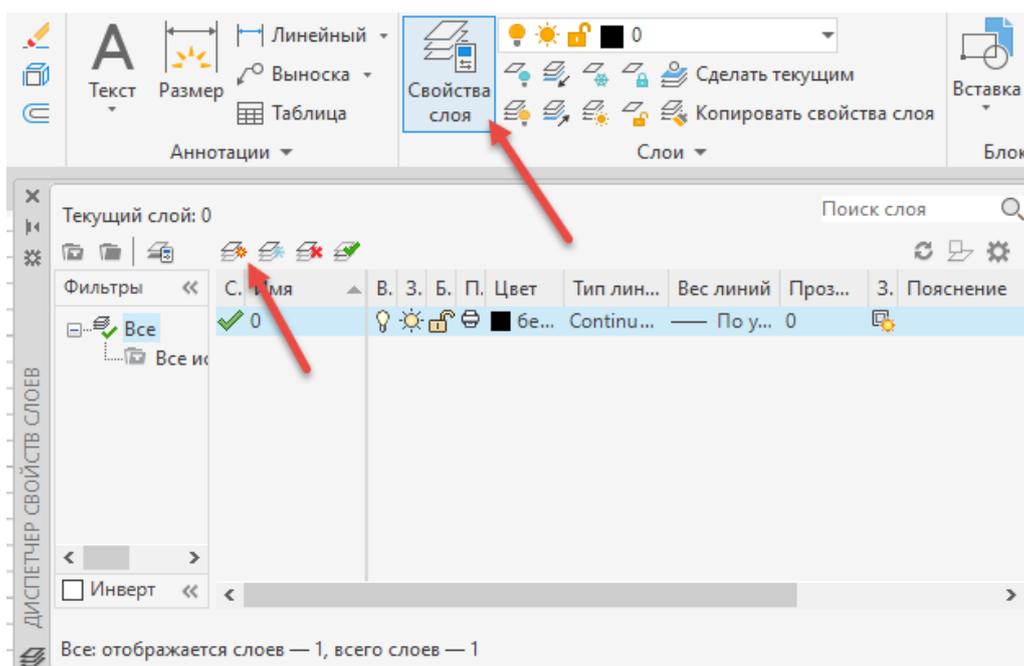


Рис. 1.10. Диалоговое окно Диспетчер свойств слоев

Щелкните на кнопку **Создать слой**  в окне **Диспетчер свойств слоев** вкладки **Главная**. Появившемуся новому слою присвойте новое имя вместо Слоя1, например, Оси, Построения, Основной, Размеры.

Задайте созданным слоям соответствующие цвета и типы линий.

Чтобы изменить цвет линии слоя, щелкните левой кнопкой мыши на названии в колонке **Цвет**. Активизируется диалоговое окно **Выбор цвета** (рис. 1.11).

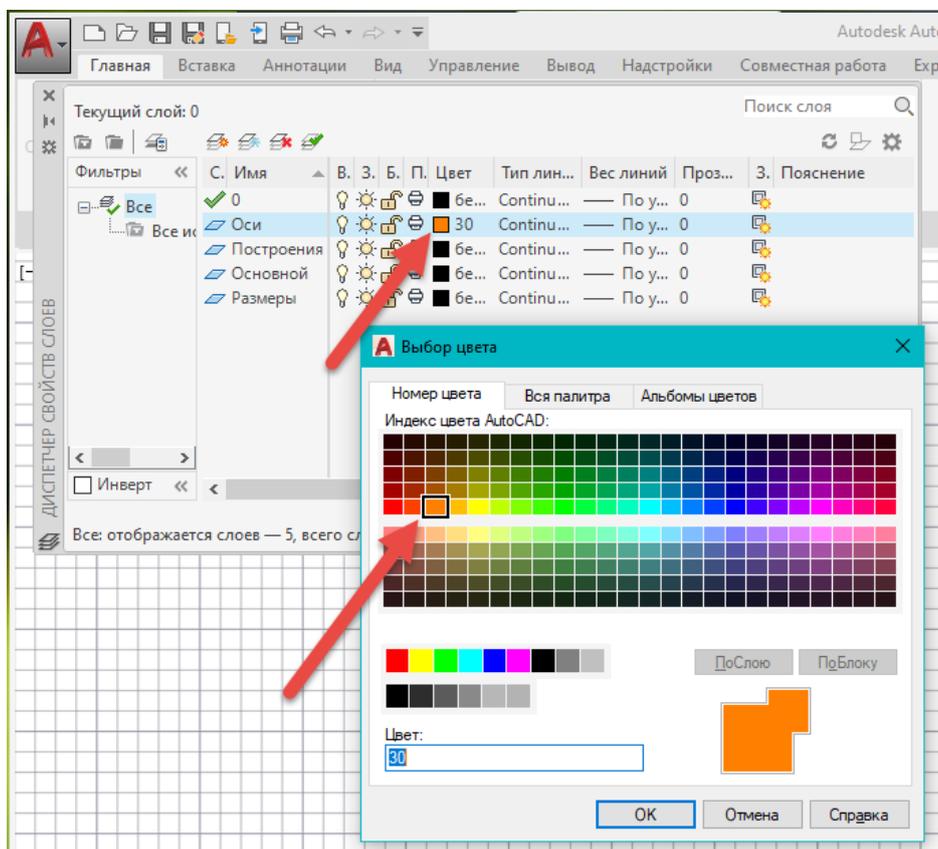


Рис. 1.11. Диалоговое окно **Выбор цвета** линий

Для изменения типа линии Щелкните на поле **Тип линий** ( **Оси**     **30** **Continu...** ), рис. 1.12.

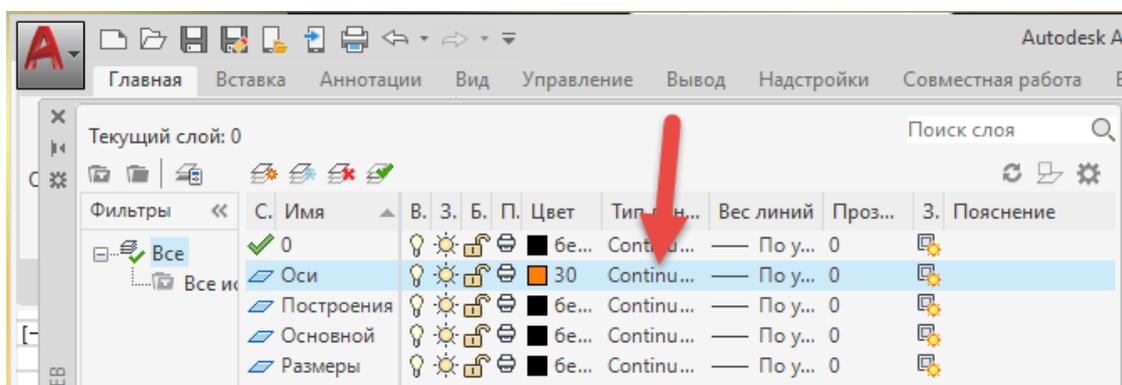


Рис. 1.12. Диалоговое окно **Выбор типа** линий

Нажмите кнопку **Загрузить**, чтобы открыть диалоговое окно **Загрузка/перезагрузка типов линий** (рис. 1.13). Найдите необходимый тип линий, нажмите на кнопку **ОК**.

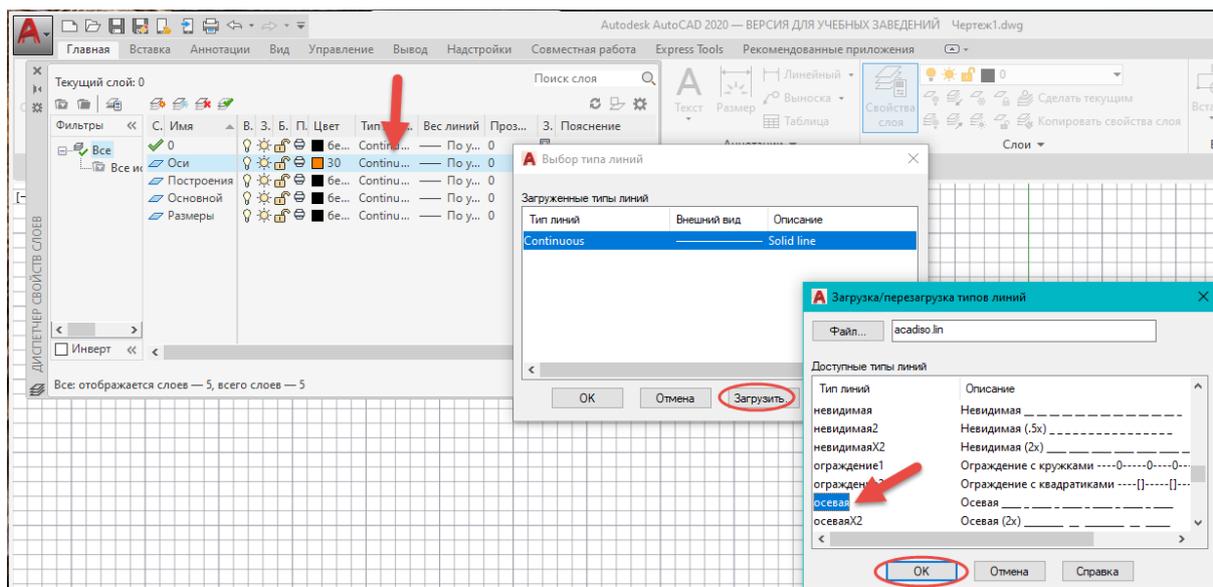
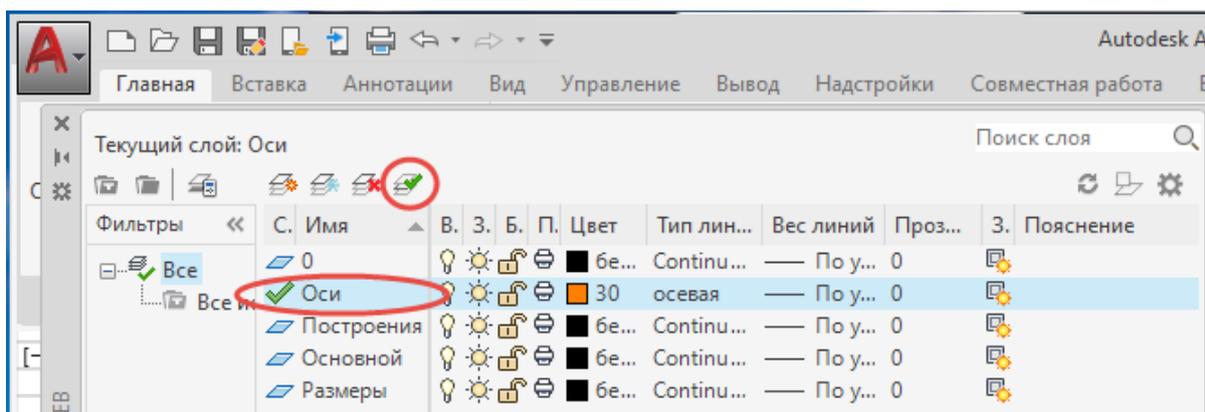


Рис. 1.13. Диалоговое окно Загрузка/перезагрузка типов линий

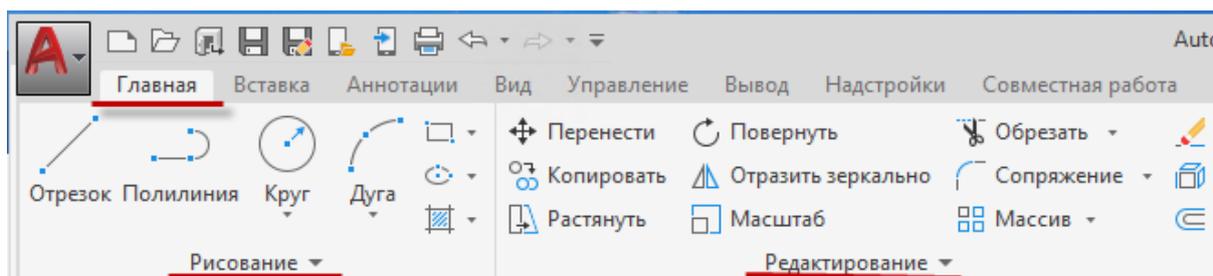
6. Установите текущим (рабочим) слоем **Оси**.



7. Постройте осевые линии чертежа.

По заданным параметрам точек с помощью команды **Отрезок**, которой соответствует кнопка , постройте горизонтальную и вертикальную осевые линии (рис. 1.14).

Следует запомнить, что все команды создания и редактирования чертежей находятся на вкладке **Главная**, панелях **Рисование** и **Редактирование** соответственно. Вызываются команды щелчком левой кнопки мыши по соответствующей кнопке команды.



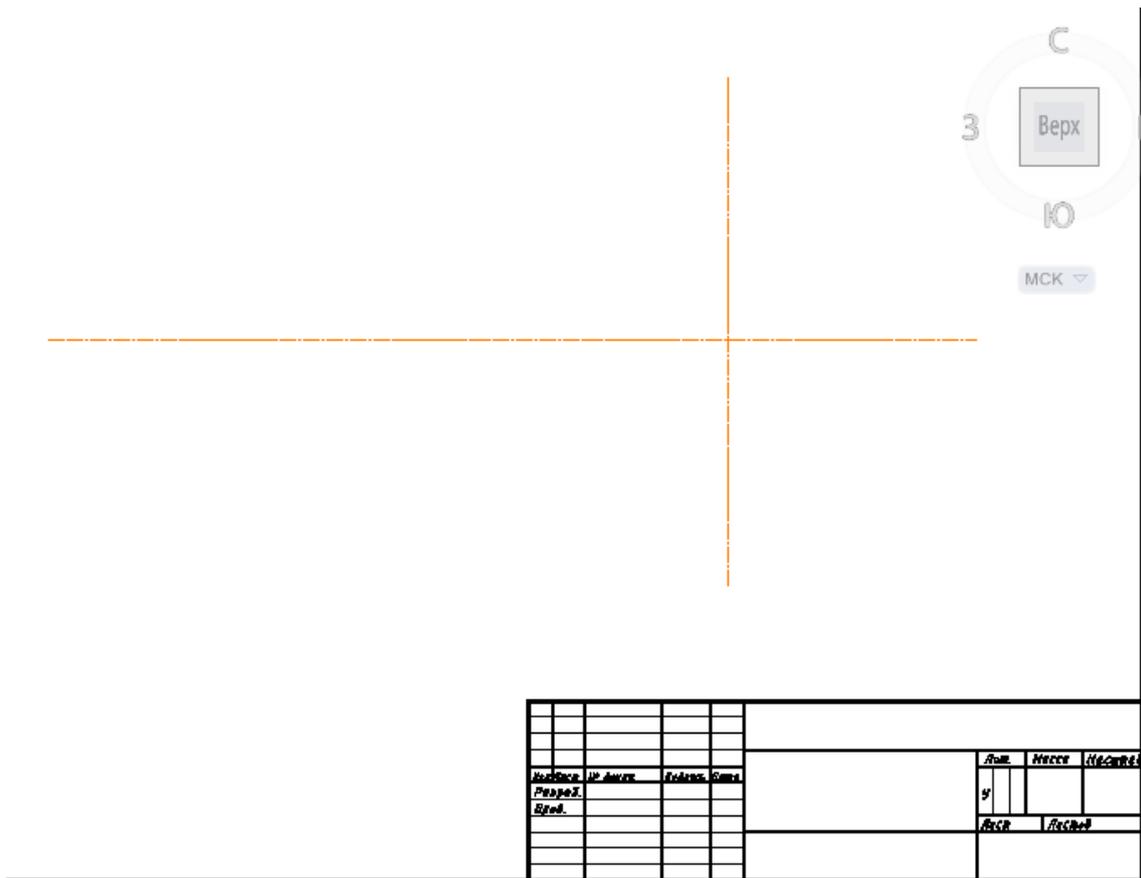


Рис. 1.14. Построение осевых линий

Вызовите команду **Отрезок**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

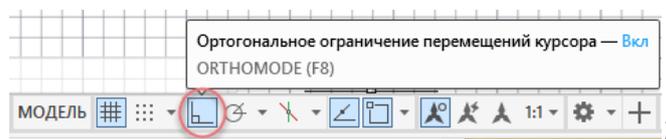
После вызова команды на экране появится запрос:

*Первая точка:* введите через запятую координаты первой точки **85, 170** и нажмите клавишу **Enter**.



Затем в появившемся окне введите с клавиатуры значение длины отрезка (**280 мм**).

Для проведения перпендикулярных линий включите режим **Орто** (клавиша **F8** или кнопка в строке состояния).



Нажмите дважды клавишу **Enter** для завершения построения линии. Горизонтальная осевая линия построена.

Для построения вертикальной осевой линии повторите команду **Отрезок**.

Вызовите команду **Отрезок**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

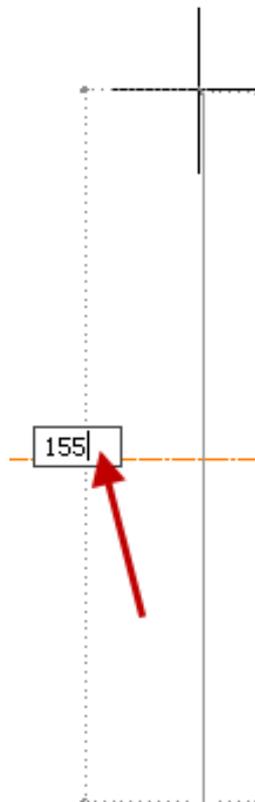
На экране появится запрос:

*Первая точка:* введите числовые значения координат и нажмите клавишу **Enter**.



На следующий запрос:

*Следующая точка или:* введите с клавиатуры значение длины отрезка (155 мм).



Для завершения команды нажмите дважды клавишу **Enter**.

Построение осевых линий чертежа закончено.

**8.** Постройте главный вид детали.

С помощью команды **Полилиния** и *метода задания «направления-расстояния»* выполните контур главного вида детали (рис. 1.9).

Установите текущим слой **Основной**.

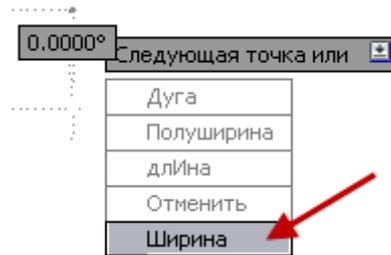
Команду **Полилиния** можно вызвать на вкладке **Главная**, панель **Рисование**, используя кнопку  или введя команду **Полилиния** с клавиатуры. Ширина полилинии устанавливается 0.8 мм.

Вызовите команду **Полилиния** 

На экране появится запрос:

*Начальная точка:* введите координаты **90, 135** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* нажмите на клавиатуре клавишу ↓, в появившемся списке выберите опцию **Ширина** и нажмите клавишу **Enter**.



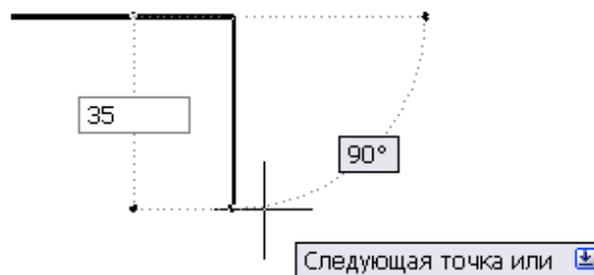
*Начальная ширина <0.8000>:* введите **0.8000** и нажмите клавишу **Enter**.

*Конечная ширина <0.8000>:* введите **0.8000** и нажмите клавишу **Enter**.

(Чтобы вести **дробное число**, в программе AutoCad в качестве разделителя числа используется **точка**.)



*Следующая точка или:* установите мышью курсор так, чтобы на экране появилась горизонтальная линия, введите с клавиатуры значение **40** и нажмите клавишу **Enter**.



*Следующая точка или:* установите курсор мыши так, чтобы на экране появилась вертикальная линия, направленная вниз, введите с клавиатуры значение **35** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* установите курсор мыши так, чтобы на экране появилась горизонтальная линия, направленная вправо, введите значение **20** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* установите курсор мыши так, чтобы на экране вновь появилась вертикальная линия (вверх), введите значение **140** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* установите курсор мыши так, чтобы на экране появилась горизонтальная линия, направленная влево, снова введите значение **20** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* установите курсор мыши так, чтобы на экране появилась вертикальная, направленная вниз линия, введите значение **35** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* установите курсор мыши так, чтобы на экране появилась горизонтальная направленная влево линия, введите значение **40** и нажмите **Enter**.

*Следующая точка или:* щелкните правой кнопкой мыши и из появившегося списка выберите опцию **Замкнуть**.

В результате выполненных действий получится контур главного вида детали (рис. 1.15).

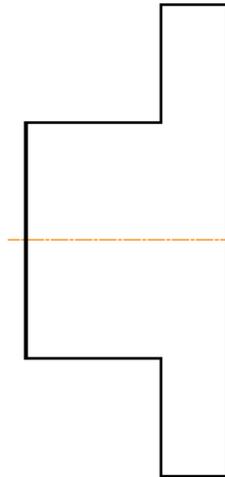


Рис. 1.15. Контур главного вида детали

9. Выполните построение контура вида слева – проекцию призматического основания детали (рис. 1.9).

Для этого, используя команду **Полигон** , постройте квадрат (число сторон **4**), описанный вокруг окружности диаметром **140** мм (рис. 1.16), с центром в точке пересечения осевых линий. Для точного захвата точек пересечения используйте объектную привязку.

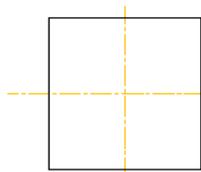
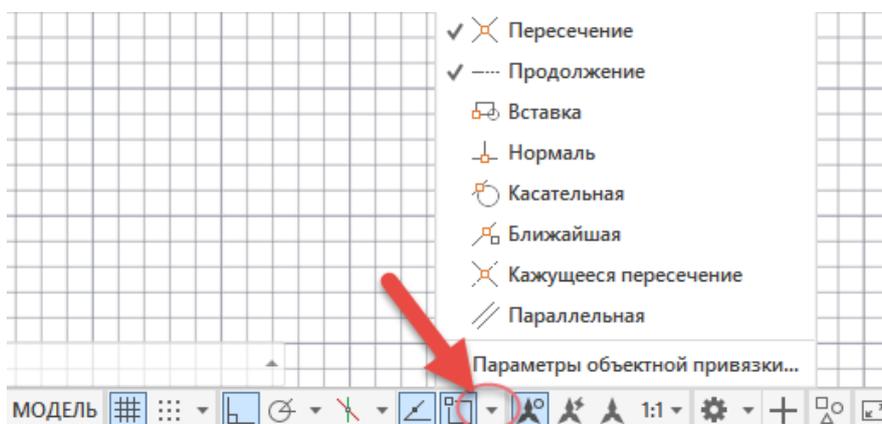


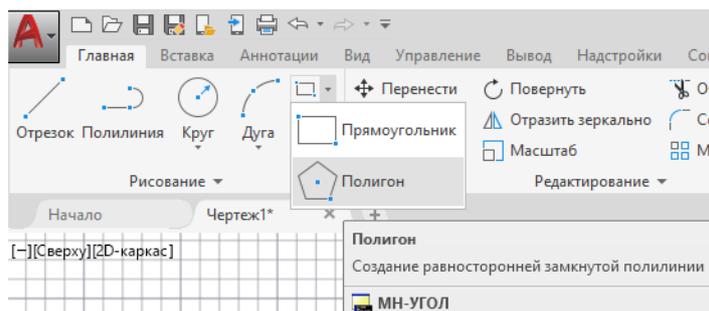
Рис. 1.16. Построение многоугольника

Для выбора объектной привязки подведите курсор к строке состояния внизу чертежа, нажмите левой кнопкой мыши на треугольник рядом с кнопкой **Объектная привязка**.



В результате развернется панель привязок, где указаны загруженные привязки. Выберите знак привязки **Пересечение**.

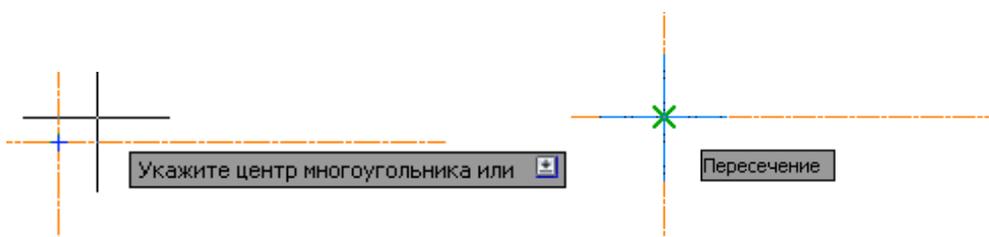
На вкладке **Главная**, панель **Рисование** выберите команду **Полигон**



После вызова команды на экране появится запрос:

*Число сторон:* введите значение **4** и нажмите клавишу **Enter**.

При помощи курсора на экране укажите центр квадрата и щёлкните левой кнопкой мыши.



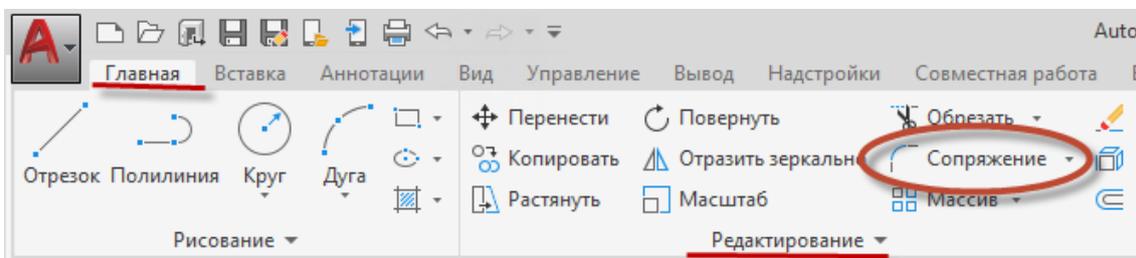
При запросе *Задайте опцию размещения* выберите мышью опцию **Описанный вокруг окружности** и введите с клавиатуры радиус окружности **70**. Нажмите клавишу **Enter**.



Контур детали на виде слева построен.

**10.** Выполните скругление углов квадрата.

Вызовите команду **Сопряжение**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**).



Нажмите на клавиатуре клавишу **↓**, в появившемся списке выберите опцию **радиус** и задайте его размер (**радиус сопряжения 20 мм**).

Затем на клавиатуре нажмите клавишу **↓** и выберите пункт **Полилиния** (рис. 1.17, а). Укажите курсором на квадрат (рис. 1.17, б) и щёлкните левой кнопкой мыши. В результате углы квадрата скруглятся (рис. 1.17, в).

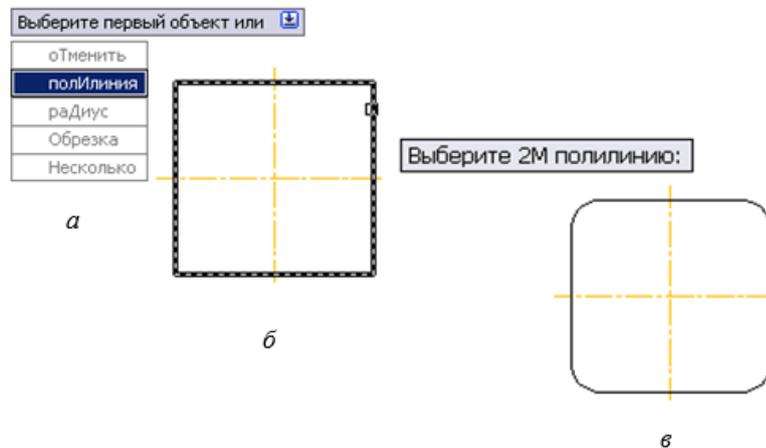
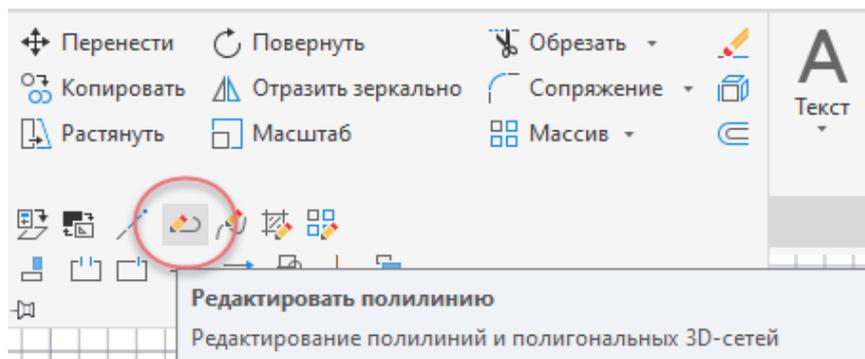


Рис. 1.17. Сопряжение полилинии

11. Измените толщину линии квадрата.

Построение многоугольников выполняется примитивом **Полилиния**, поэтому есть возможность изменить толщину линий квадрата.



Вызовите команду **Редактирование Полилинии** (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**).

На экране появится запрос:

*Выберите полилинию или:* укажите при помощи мыши на сторону квадрата.

*Задайте опцию:* из списка опций выберите опцию **Ширина**.

*Новая ширина для всех сегментов:* введите значение **0.8** и нажмите клавишу **Enter**.

*Задайте опцию:* нажмите клавишу **Enter**.

Толщина линии станет больше.

Изменить толщину полилинии можно также, используя **контекстное меню**. Для этого нужно выбрать (выделить) многоугольник, толщину которого вы хотите изменить, и щелчком по правой кнопке мыши вызвать **контекстное меню**. В вызванном контекстном меню нужно выбрать пункт **Редактирование полилинии**.

Далее появится запрос:

*Задайте опцию:* выберите опцию **Ширина**.

*Новая ширина для всех сегментов:* введите значение **0.8**, нажмите клавишу **Enter**.

*Задайте опцию:* **Enter**.

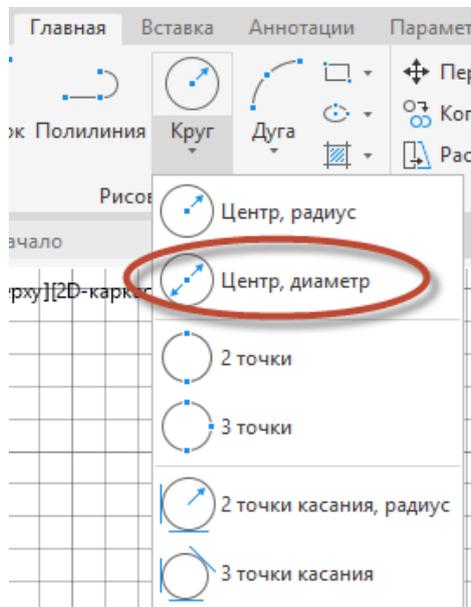
Для дальнейшей работы нужен новый тип линий и слой.

12. Установите текущим слой **Построения**.

13. Постройте проекции полого цилиндрического выступа в центре призматического основания детали (рис.1.9) – окружности диаметром **50** и **70** мм, используя ко-

манду **Круг**  с центром в точке пересечения осевых линий, с помощью объектного захвата точек.

Вызовите команду **Круг**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**) ⇒ **Центр, диаметр**.



Выберите объектную привязку **Пересечение**  в строке состояния внизу чертежа и курсором мыши укажите на точку пересечения осей.

На запрос *диаметр* задайте значение диаметра **50** и нажмите клавишу **Enter**.

Окружность построена.

Аналогично постройте окружность с диаметром **70** мм и центром в той же точке.

**14.** Выполните построение проекций ступенчатого цилиндрического отверстия – окружности диаметром **18** и **25** мм.

Окружности диаметром **18** и **25** мм постройте с центром в точке, имеющей координаты **240, 220**.

Вызовите команду **Круг**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**) ⇒ **Центр, диаметр**.

По запросу системы введите координаты точки центра окружности.

и нажмите клавишу **Enter**.

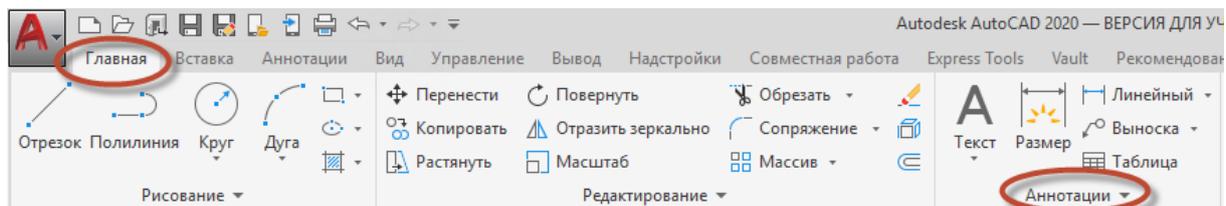
*Диаметр круга:* введите значение **18** нажмите клавишу **Enter**.

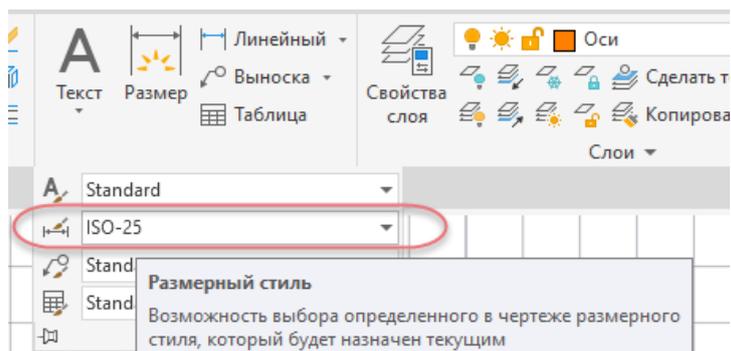
Аналогично постройте окружность диаметром **25** мм с центром в той же точке.

**15.** Обозначте при помощи маркеров центровые линии построенных окружностей.

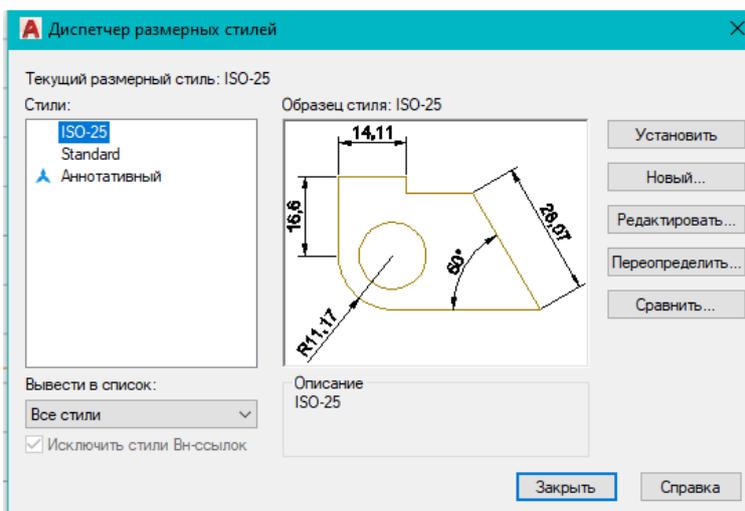
Установите слой **Оси**.

Выберите пункт **Размерный стиль** (вкладка **Главная**, панель **Аннотация**).

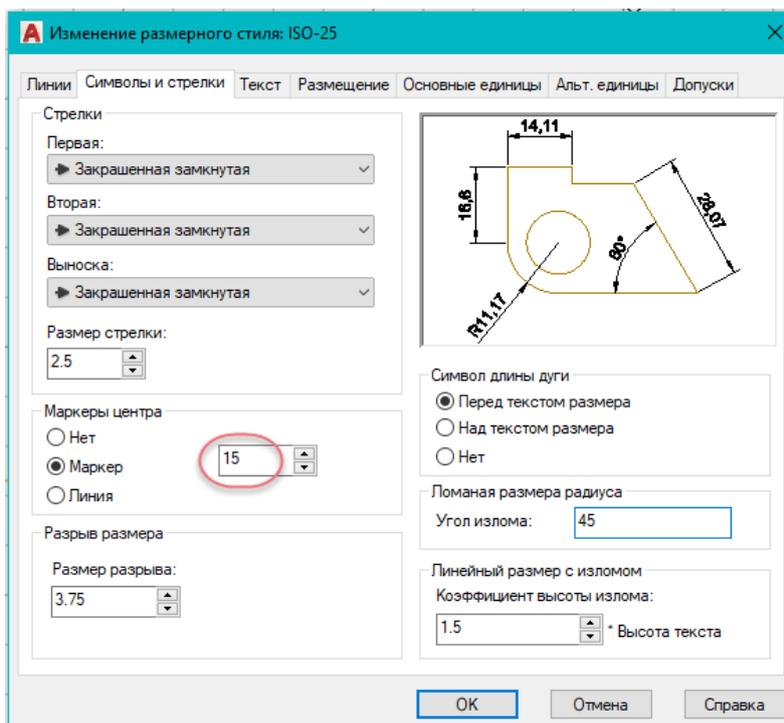




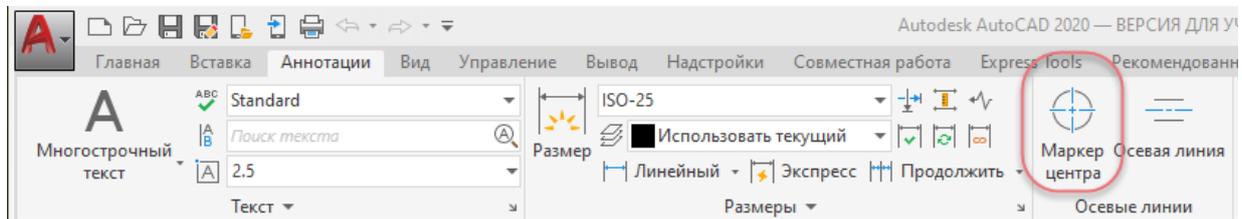
В открывшемся окне **Диспетчер размерных стилей** щелкните на кнопку **Редактировать**.



В открывшемся окне **Изменения размерного стиля** на вкладке **Символы и стрелки** в окне **Маркеры центра** установите размер маркера **15** мм. Затем нажмите **ОК** и **Заккрыть**.



Вызовите команду **Маркер центра**  (вкладка **Аннотация**, панель **Осевые линии**) и укажите курсором мыши (щёлкните) на построенные окружности для того, чтобы построить их центровые линии.



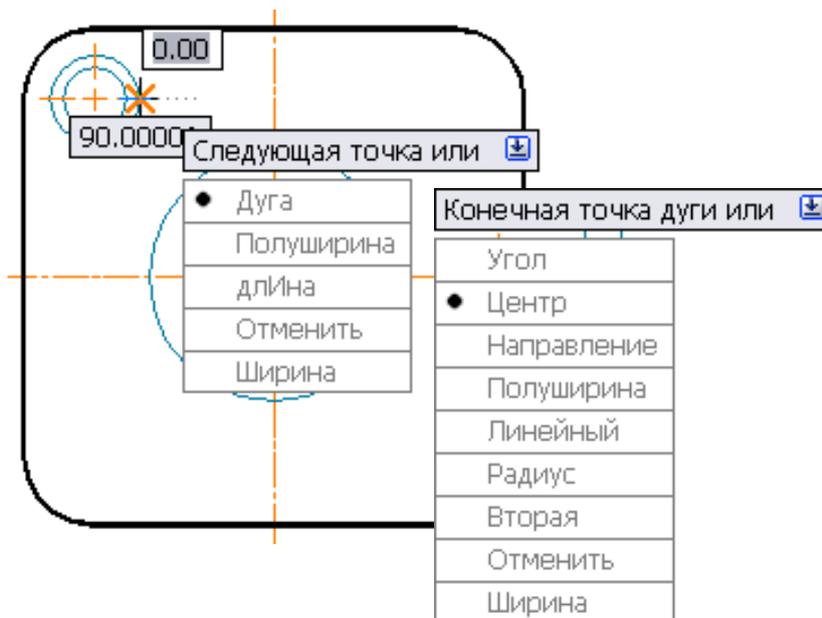
**16.** Обведите построенные окружности.

Установите текущим слой **Основной**.

Вызовите команду **Полилиния**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

На экране появится запрос:

*Начальная точка:* выберите объектную привязку **Пересечение**  в строке состояния внизу чертежа, установите курсор мыши в точке пересечения окружности и осевой линии, нажмите левую кнопку мыши.



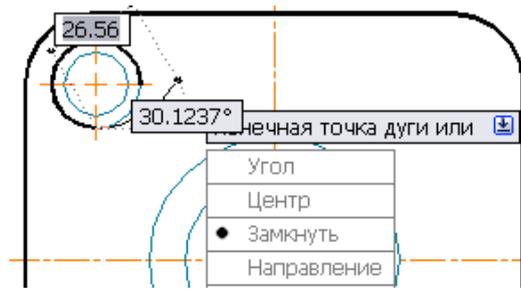
*Следующая точка [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:* нажмите правую кнопку мыши и из появившегося списка выберите опцию **Дуга**.

*Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]:* нажмите правую кнопку мыши и из появившегося списка выберите опцию **Центр**.

*Центр:* выберите в **Объектных привязках** пиктограмму **Пересечение** , курсор мыши установите в точке пересечения осей, щёлкните левой кнопкой мыши.

*Конечная точка дуги или [Угол/Длина]:* выберите в **Объектных привязках** пиктограмму **Пересечение** , установите курсор мыши в точке пересечения окружности с осью, щёлкните левой кнопкой мыши. Манипулируя мышью, обведите половину или  $\frac{3}{4}$  соответствующей окружности и нажмите левую кнопку мыши.

*Конечная точка дуги или [Угол/Длина]:* нажмите правую кнопку мыши и из появившегося списка выберите опцию **Замкнуть**.



Таким же образом обведите все построенные окружности. В результате ваш чертёж будет выглядеть как на рис. 1.18.

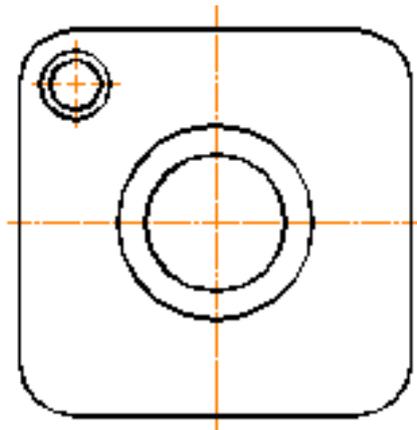
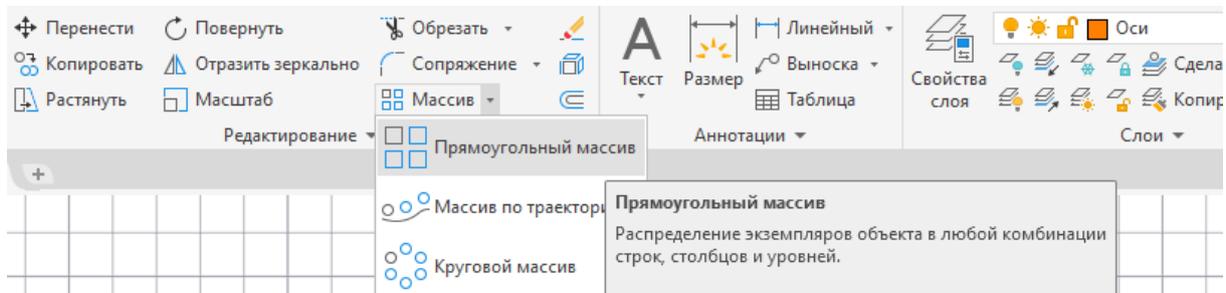


Рис. 1.18. Обводка элементов детали

17. Увеличьте количество окружностей на виде слева.

Вызовите команду **Массив**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**).



На экране появится запрос:

*Выберите объекты:* выберите при помощи мыши окружности вместе с осевыми линиями, щёлкнув по ним левой кнопкой мыши. Нажмите клавишу **Enter**.

В открывшемся диалоговом окне **Массив** (рис. 1.19) задайте количество столбцов **2**, количество строк **2**, интервал между столбцами **100**, интервал между строками **-100** (минус сто), нажмите кнопку **Заккрыть массив**.

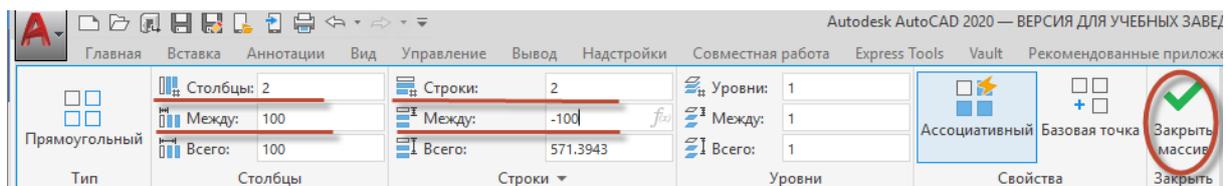


Рис. 1.19. Диалоговое окно **Массив**

В результате количество окружностей на чертеже увеличится до четырёх рис. 1.20.

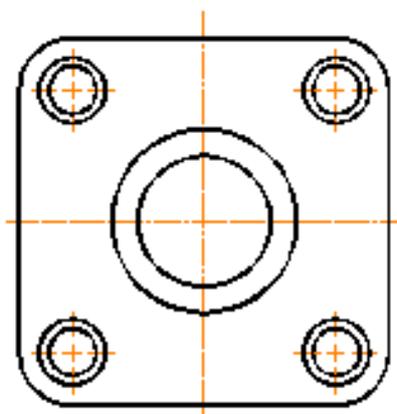


Рис. 1.20. Размножение окружностей

**18.** Создайте необходимые разрезы на главном виде.

На главном виде необходимо выполнить два разреза: простой разрез, совмещенный с видом, по центральному отверстию и местный разрез по ступенчатому цилиндрическому отверстию.

Для создания разрезов необходимо использовать дополнительные построения. Для этого установите текущим слой **Построения**.

Постройте горизонтальные линии связи двух видов, используя функцию объектного захвата точек (объектную привязку **Пересечение**), как на рис. 1.21.

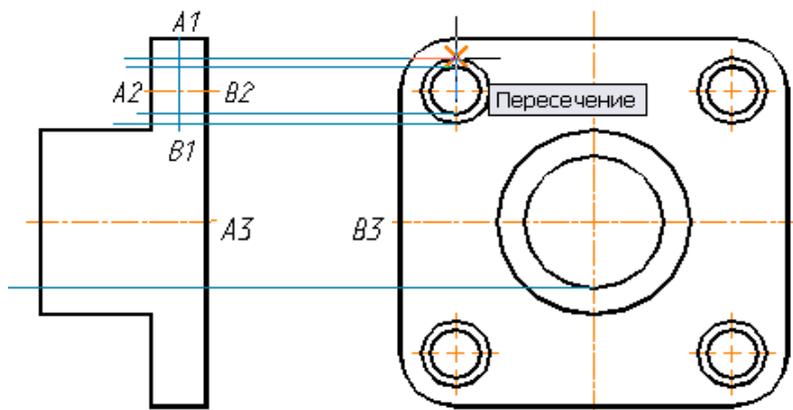


Рис. 1.21. Вспомогательные построения

Для построения прямых линий используйте режим **Орто**  (клавиша F8) в строке состояния внизу чертежа.

Проведите вертикальный отрезок (A1–B1) с координатами точек A1(140, 240), B1(140, 205).

Для построения осевых линий установите слой **Оси**.

Проведите осевую линию между точками A2(127, 220) и B2(153, 220).

Разорвите построенную осевую линию между точками A3 и B3, используя команду **Разорвать**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**).

**19.** Обведите контур детали, используя примитив **Полилиния** толщиной 0.8 мм.

Установите текущим слой **Основной**.

Проведите линию 1–2 внутреннего контура центрального отверстия (рис. 1.22), используя объектный захват точек (**Пересечение** или **Конечная точка** выдвигной панели

инструментов **Объектная привязка**). Обведите контур ступенчатого цилиндрического отверстия. Достройте линию 3–4 внешнего контура детали.

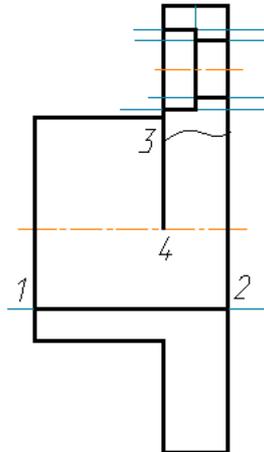
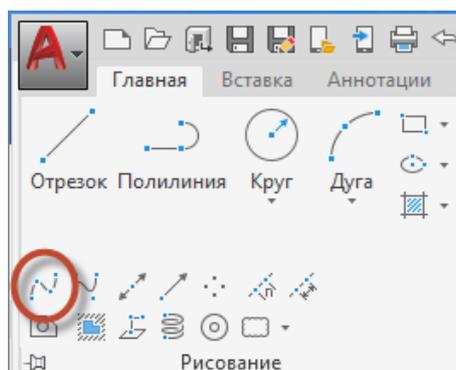


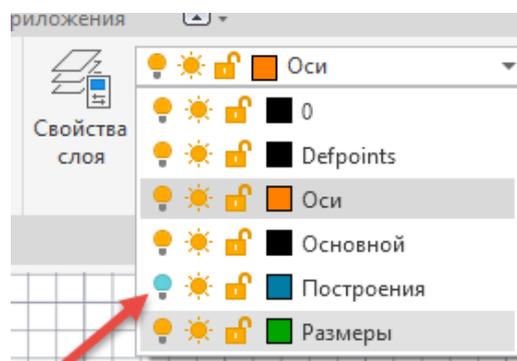
Рис. 1.22. Обводка изображения

20. Используя команду **Сплайн** (вкладка **Главная**, панель **Рисование**), постройте сплошную волнистую линию (рис. 1.22), ограничивающую местный разрез.



Первая и следующие точки сплайна задаются щелчком левой кнопки мыши по полю чертежа произвольно.

21. Для удобства чтения созданного чертежа удалите вспомогательные построения, отключив слой **Построения**, в котором они выполнены, щёлкнув на значок лампочки. Отключить слой можно используя диалоговое окно **Диспетчер свойств слоев** или раскрывающийся список **Слой**.



Линии, которые на чертеже не нужны, можно удалить, выделив их щелчком левой кнопки мыши, а затем нажав на клавишу **Delete**.

22. После того как контуры замкнули и удалили вспомогательные построения, заштрихуйте необходимые области.

Вызовите команду **Штриховка** (вкладка **Главная**, панели **Рисование**), рис. 1.23.

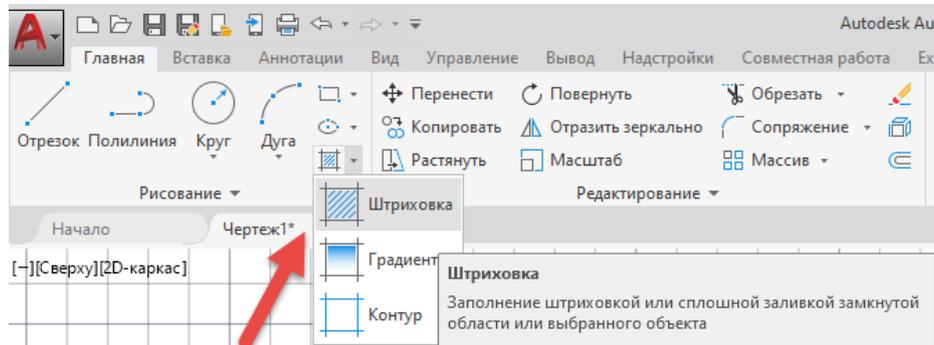
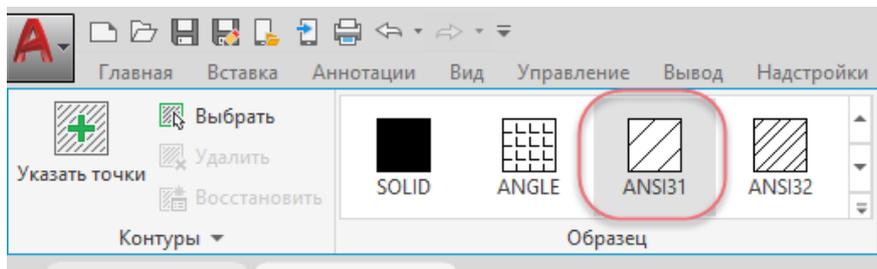


Рис. 1.23. Выбор команды Штриховка

Откроется контекстная вкладка **Создание штриховки**. Выберите **Образец штриховки ANSI31**.



На экране появится запрос:

*Укажите внутреннюю точку или:* курсором мыши укажите на середины областей, которые необходимо заштриховать. Для завершения команды нажмите клавишу **Enter**.

Создание изображений завершено (рис. 1.24).

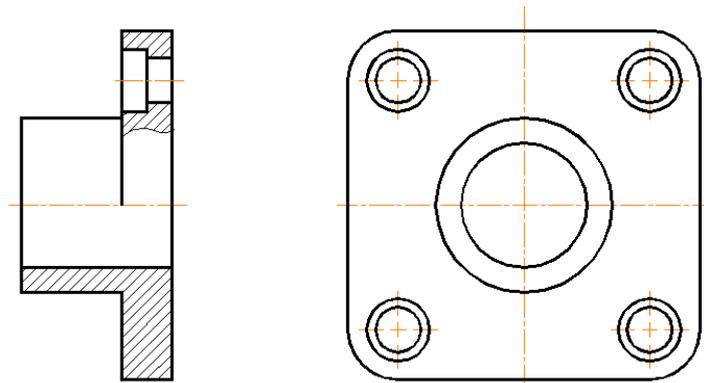


Рис. 1.24. Законченные изображения детали

Если штриховка окажется очень густой, поменяйте масштаб штриховки. Двойной щелчок левой кнопкой мыши на штриховке откроет вкладку **Редактор штриховки**, в котором вы можете задать нужное численное значение масштаба штриховки.

23. Нанесите размеры на чертёж.

Чтобы нанести размеры на чертёж, нужно создать свой размерный стиль, который будет соответствовать вашим требованиям.

Выберите пункт **Размерный стиль** (вкладка **Главная**, панель **Аннотация**).

Откроется окно Диспетчера размерных стилей (рис. 1.25).

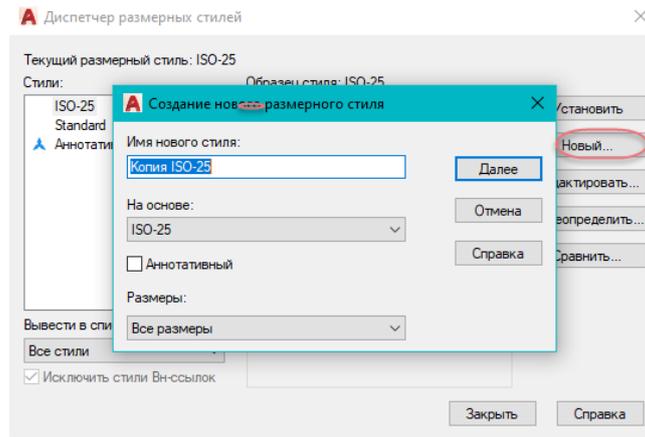


Рис. 1.25. Диспетчер размерных стилей

По умолчанию каждый чертеж всегда содержит два стиля: стиль **STANDART** (для неметрической системы единиц) и стиль **ISO-25** (для метрической системы единиц).

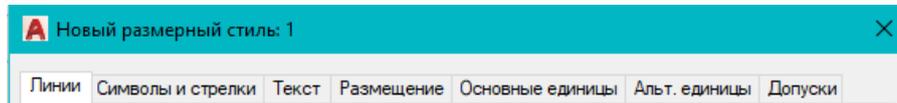
Создайте и настройте свой размерный стиль.

В вашем размерном стиле отмените отступ выносной линии от контура, скорректируйте величину стрелок и выступ выносной линии, измените тип шрифта, уменьшите точность проставляемого размерного числа. Далее рассмотрим, как это сделать.

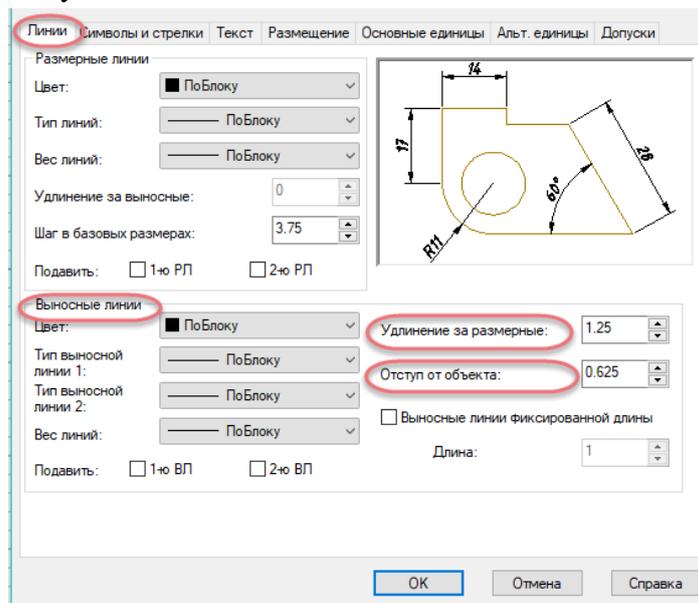
На вкладке **Главная**, панель **Аннотация** выберите вкладку  ISO-25, **Размерный стиль** (кнопка ).

В появившемся диалоговом окне **Диспетчер размерных стилей** нажмите кнопку **Новый** ⇒ задайте имя нового стиля, например, **1** ⇒ **Далее** (рис. 1.25).

Откроется диалоговое окно **Новый размерный стиль: 1**. В верхней части окна имеются вкладки, открывая которые нужно изменить и настроить требуемые параметры, описанные ниже.



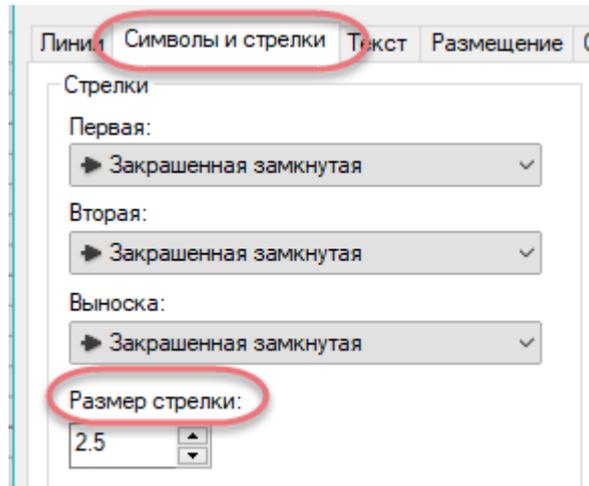
Откройте вкладку **Линии**.



В окне **Выносные линии** в строке **Удлинение за размерную** установите значение **2**.

В окне **Отступ от объекта** установите значение **0**.

Во вкладке **Символы и стрелки** в окне **Размер стрелки** задайте значение размера стрелки **4** ⇒ **ОК**.



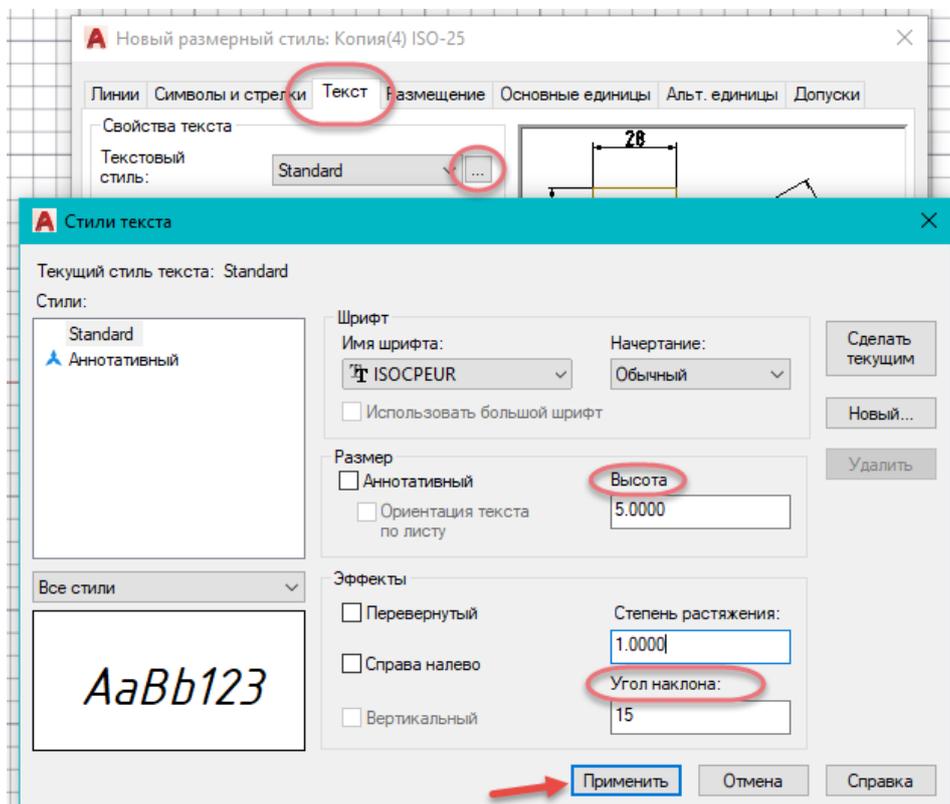
Изменяя параметры вкладки **Текст**, можно выбрать текстовый стиль или значение его высоты, а также изменить расположение текста по отношению к размерным и выносным линиям.

Откройте вкладку **Текст**.

Задайте **Стиль текста** (кнопка **...**), указав в нем тип шрифта **ISOCPEUR**.

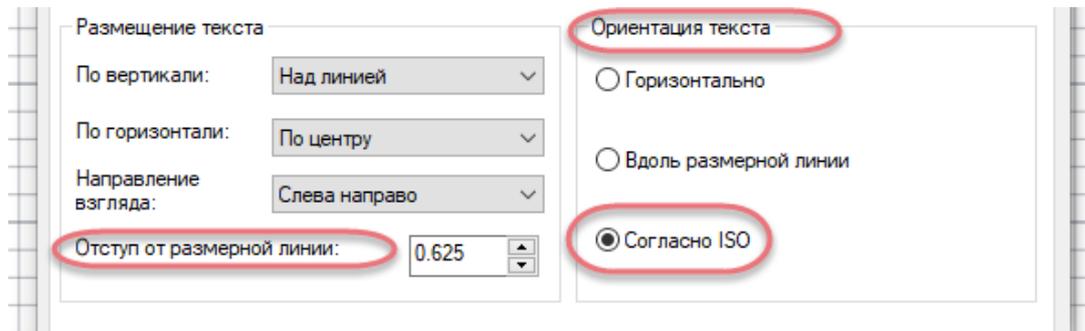
Установите в окне **Высота шрифта** значение **5**.

Установите в окне **Угол наклона** значение **15** (наклон относительно вертикальной линии).



В окне **Отступ от размерной линии** установите значение **1.5**.

В окне **Ориентация текста** выберите **Согласно ISO** и нажмите кнопку **ОК**.

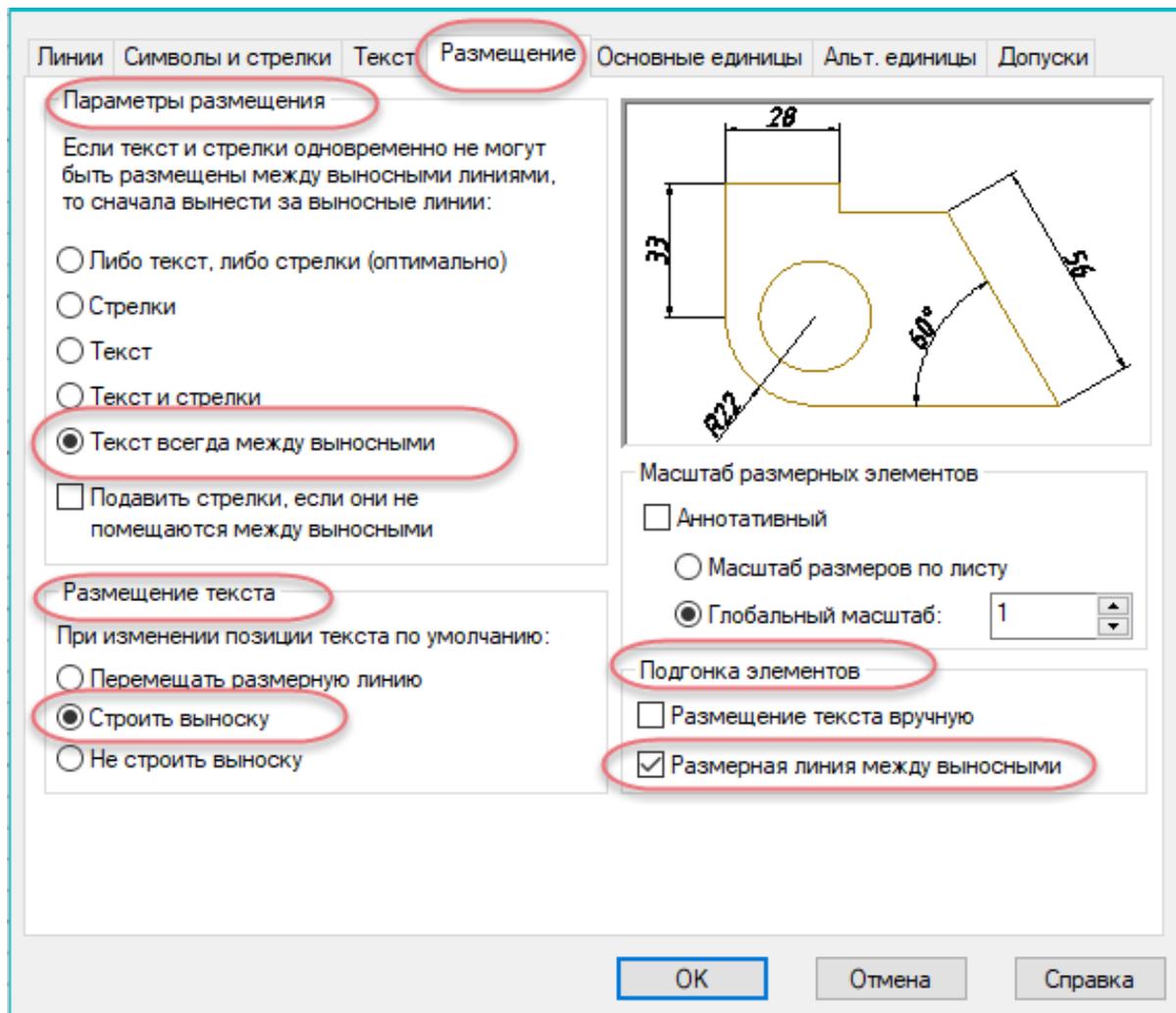


Откройте вкладку **Размещение**.

В окне **Параметры размещения** задайте **Текст всегда между выносными**.

В окне **Размещение текста** задайте **Строить выноску**.

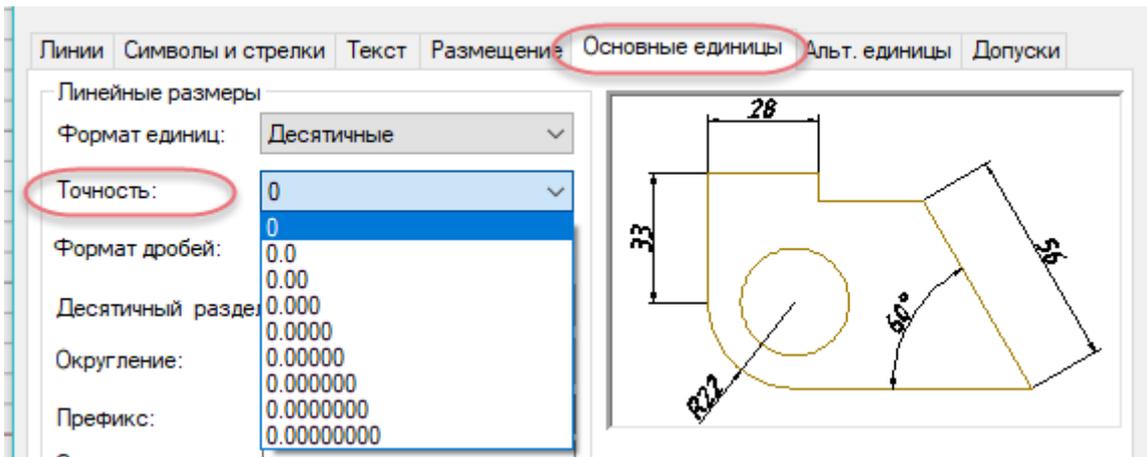
В окне **Подгонка элементов** установите значения **Размещение текста вручную** и **Размерная линия между выносными**.



Откройте вкладку **Основные единицы**.

В окне **Точность** задайте значение **0**.

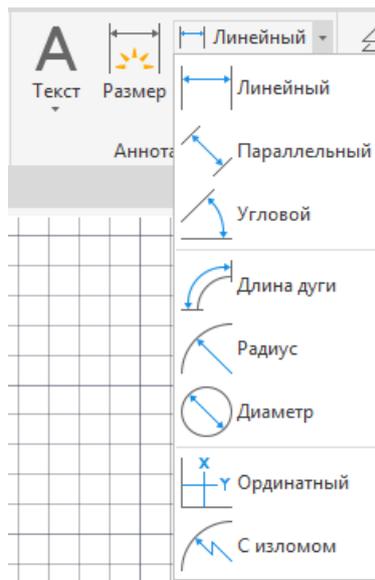
В окне **Округление** установите значение **0** и нажмите кнопку **ОК**.



Настройка вашего слоя закончена. Сделайте его рабочим, нажав кнопку **Установить** текущим  $\Rightarrow$  **ОК**.

**24.** Для нанесения размеров установите текущим слой **Размеры**.

Нанесите размеры детали на чертёж, как показано на рис. 1.9, выбирая соответствующие пункты панели **Размеры** (вкладка **Главная**, панель **Аннотация**).



При нанесении линейных размеров используйте средства объектной привязки, которые помогут точно поставить размеры на чертеже.

В AutoCAD символ диаметра  $\varnothing$  представлен в виде кода **%%C**, т. е. чтобы на чертеже была выполнена надпись  $\varnothing 30$ , нужно набрать на клавиатуре выражение **%%C** (шрифт английский в текстовой строке), затем размерное число **30**.

Рассмотрим, в качестве примера, как поставить размер диаметра 70 мм (рис 1.26).

Вызовите команду **Линейный** размер  **Линейный** (вкладка **Главная**, панель **Аннотации**) и включите режим объектной привязки в строке состояния внизу чертежа.

Система запросит точки начала первой и второй выносной линии. Покажите эти точки, щёлкнув левой кнопкой мыши по полю чертежа в нужных местах (рис. 1.26). Затем укажите место положения размерной линии на расстоянии 10 мм от контура детали.

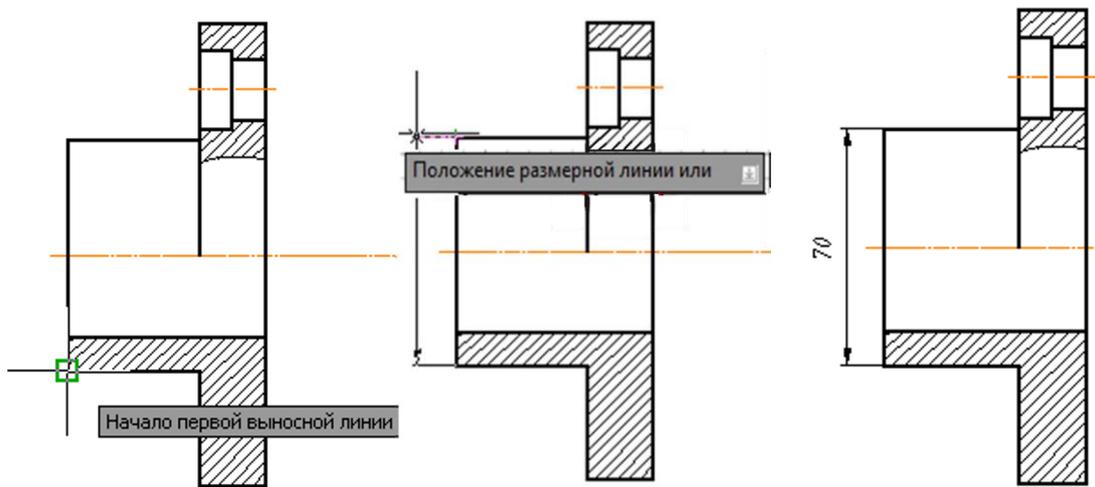
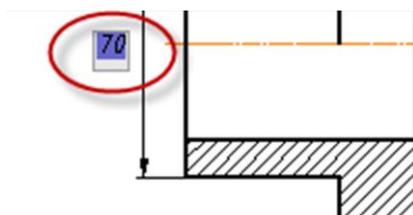
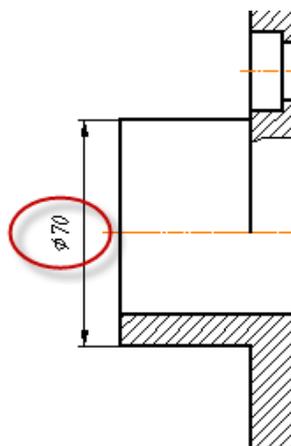


Рис. 1.26. Нанесение размеров чертежа

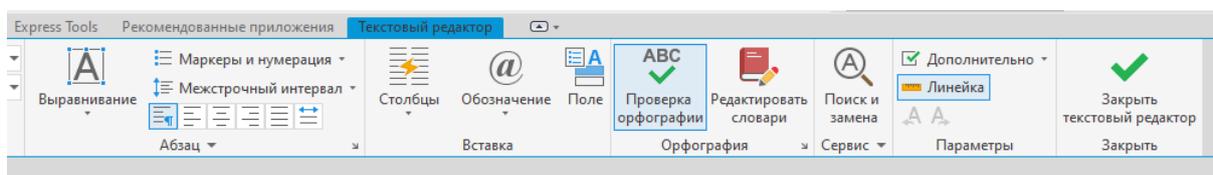
На чертеже появится линейный размер **70**. Чтобы перед числом 70 появился знак диаметра, необходимо отредактировать размерное число. Для этого достаточно дважды щёлкнуть левой клавишей мыши на размерное число, которое после этого подсветится и появится возможность редактирования.



Впишите перед размерным числом символы **%%c**, что означает знак диаметра. Перед числом 70 появится знак диаметра. Размер проставлен.



При создании многострочного текста в панели **Аннотация** открывается **Текстовый редактор**, с помощью которого производится редактирование текста.



При нанесении размера  $\varnothing 50$  используется только одна выносная линия и одна стрелка. В AutoCAD при нанесении размера формируется блок, включающий выносные линии, размерную линию и размерное число. Для того, чтобы удалить ненужные стрелку и выносную линию, блок необходимо расчленить.

Вызовите команду **Расчленить**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**) и укажите на нужный размер. После выполнения этой команды все элементы данного размера перестают быть связанными между собой, ненужные элементы можно удалить.

На чертеже размер радиуса  $R20$  является справочным (рис. 1.9). Справочный размер ставят со знаком звездочки «\*». Знак звездочки можно ввести с клавиатуры при редактировании размерного числа. Над графой основной надписи при наличии справочного размера выполняется запись: \* **Размер для справок**.

**25.** Для оформления чертежа заполните графы основной и дополнительной надписей чертежа.

					КГГ1.735000.001		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.					У		1:1
Проб.					Лист	Листов	1
					Сталь 45 ГОСТ1050-2013		
					ТПУ Группа		

Рис. 1.27. Пример заполнения графы основной надписи

Увеличьте графу основной надписи чертежа (рис 1.27).

Отключите режим **Объектная привязка**, нажав клавишу F3, и включите режим

**Орто**  в строке состояния внизу рабочего окна AutoCAD.

Во вкладке **Аннотация** откройте окно текстовых стилей.

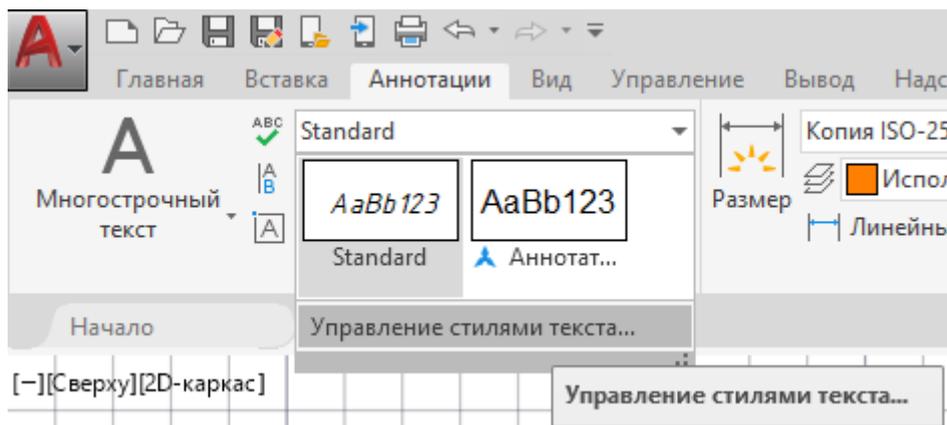


Рис. 1.28. Вкладка Аннотация

В окне **Стили текста** установите параметры шрифта в соответствии с рис. 1.29.

Для заполнения граф обозначения чертежа (КГГ1.735000.001) и названия детали (Крышка) установите высоту текста 7 мм, степень растяжения 1 (для заполнения графы материал детали измените высоту текста на 5 мм, степень растяжения 0.8).

После выполнения установок нажмите кнопки **Применить** и **Закорыть**.

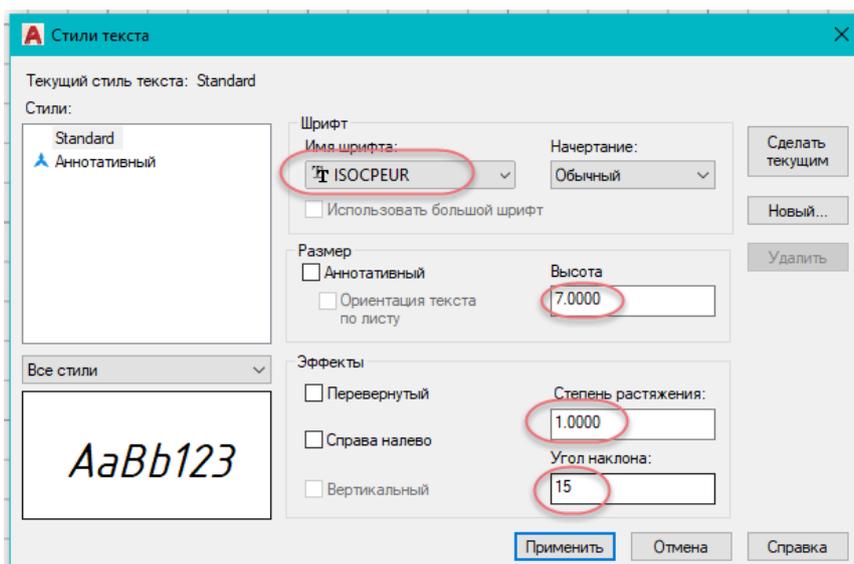
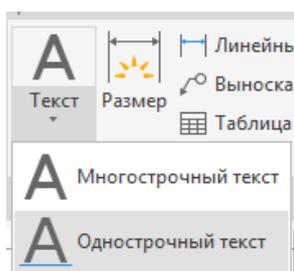


Рис. 1.29. Диалоговое окно *Стили текста*

Вызовите команду **Текст** (вкладка **Главная**, панель **Аннотации**) ⇒ **Однострочный**.



После вызова команды на экране появится запрос:

*Начальная точка текста или:* укажите при помощи мыши точку начала текста.

*Угол поворота текста <0>:* введите значение 0 нажмите клавишу **Enter**.

На экране в месте, где вы указали точку начала текста, появится мигающий курсор в рамке. Наберите на клавиатуре необходимый текст.

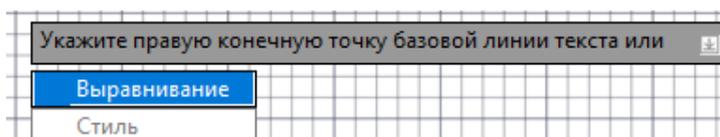
Для завершения команды **Текст** необходимо дважды нажать клавишу **Enter**.

Заполните графу **Разработал** с применением опции **Вписанный**. Для этого установите высоту текста в диалоговом окне равной 2.5 мм. Увеличьте фрагменты основной надписи.

Вызовите команду **Текст** (вкладка **Главная**, панель **Аннотации**) ⇒ **Однострочный**.

На экране появится запрос:

*Начальная точка текста или:* выберите опцию **Выравнивание**, открыв список при помощи клавиши клавиатуры ↓.

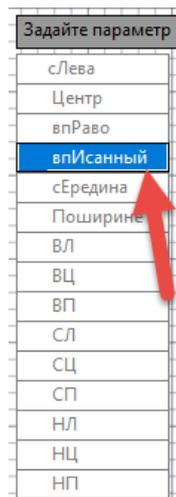


*Задайте параметр:* выберите опцию **вписанный**.

*Первая конечная точка базовой линии текста:* укажите начало текстовой строки.

*Вторая конечная точка базовой линии текста:* укажите конец текстовой строки.

*Введите текст:* запишите свою фамилию и нажмите дважды клавишу **Enter**.



Заполните остальные графы основной надписи (рис. 1.27).

Для заполнения дополнительной графы увеличьте необходимый фрагмент чертежа. Установите угол поворота текста **180°**.

При заполнении дополнительной графы не забывайте, что начало текстовой строки находится в правой части, а конец – в левой.



Если надпись по ширине выходит за рамки графы, можно поменять в Диалоговом окне **Текстовые стили** степень растяжения с **1** на меньшую величину, например, **0.7**.

Перемещать (вверх, вниз, влево, вправо) выполненные надписи можно при помощи ручек (синих квадратов). Для этого нужно привести курсор на синий квадрат ручек, щелкнуть по нему, при этом квадрат изменит свой цвет на красный, и переместить надпись при помощи мыши в нужное место.

После заполнения основной и дополнительной граф выполненный чертеж готов для сдачи и должен выглядеть как на рис. 1.9.

**26.** Завершите работу в программе AutoCad одним из способов, описанных ниже:

- Щелкните на кнопку **Заккрыть** **X** в правом верхнем углу экрана.
- Введите в командную строку команду **Покинуть** и нажмите клавишу **Enter**.

Эта команда завершает работу программы в том случае, если с момента последнего сохранения в рисунок не были внесены изменения.

Если в ходе работы Вы что-либо изменяли в открытом чертеже после последней операции сохранения, AutoCAD предложит сохранить изменения.

**27.** Для завершения работы с Windows нажмите на кнопку **Пуск**, расположенную в левом нижнем углу экрана. Выберите пункт **Завершение работы**.

## Глава 2 СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ СО СЛОЖНЫМ ЛОМАНЫМ РАЗРЕЗОМ

Целью работы является создание чертежа детали со сложным ломаным разрезом, используя программу AutoCAD, а также формирование навыков последовательности построения и оформления чертежа.

Чертеж детали (корпуса) (рис. 2.1) содержит два изображения (на главном виде – сложный ломаный разрез, на виде сверху – вид с местным разрезом), размеры изделия, графы основной и дополнительной надписи.

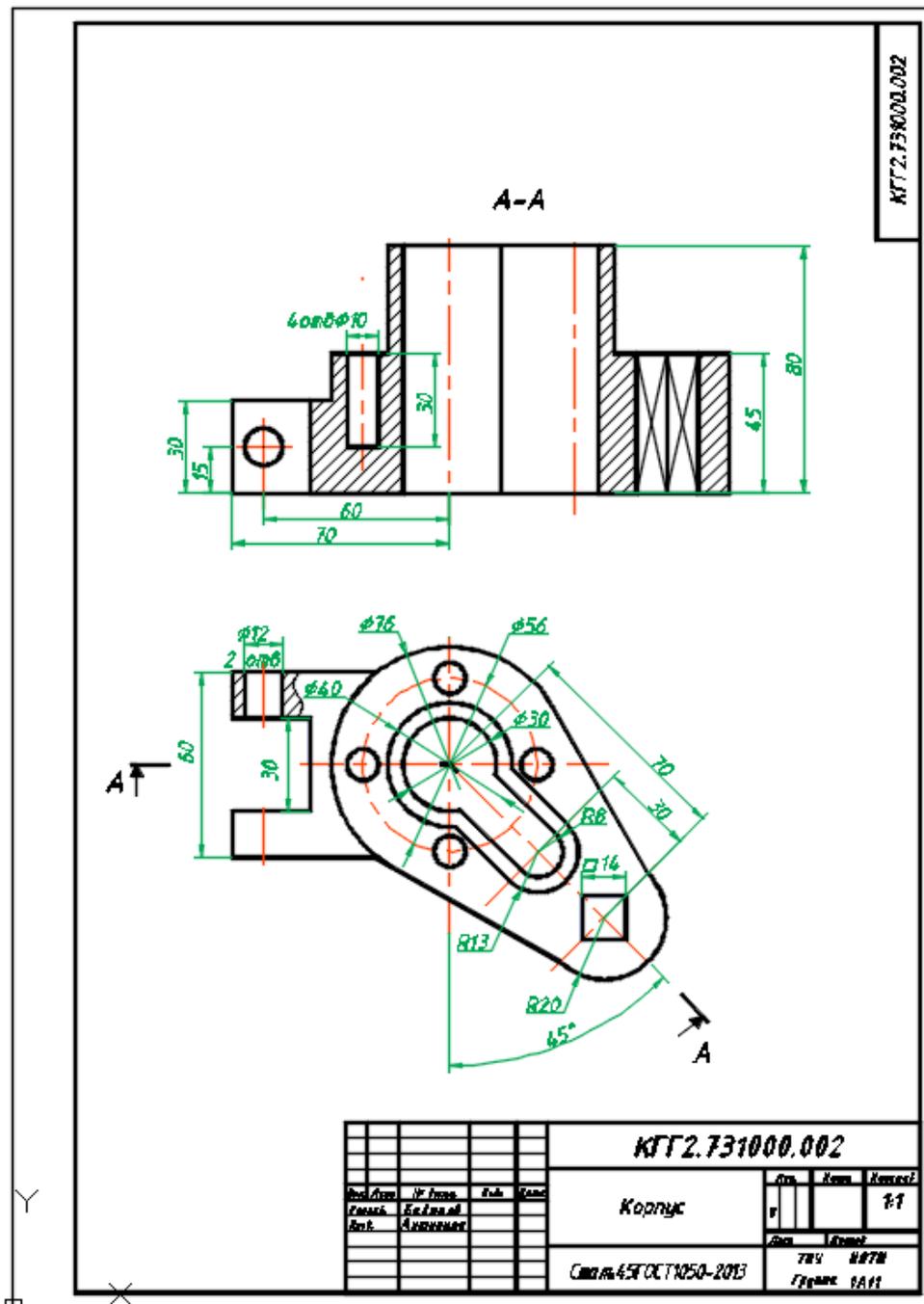


Рис. 2.1. Чертеж корпуса

Работа по созданию чертежа корпуса (рис. 2.1) будет состоять из нескольких этапов:

- создание на экране дисплея двух изображений корпуса с разрезами;
- нанесение размеров;
- выполнение следов секущих плоскостей для сложного ломаного разреза;
- заполнение граф основной и дополнительной надписей чертежа.

Порядок выполнения работы:

1. Запустите программу AutoCad и создайте новый чертёж.
2. Вставьте формат листа **A3-v** (рис. 2.2).

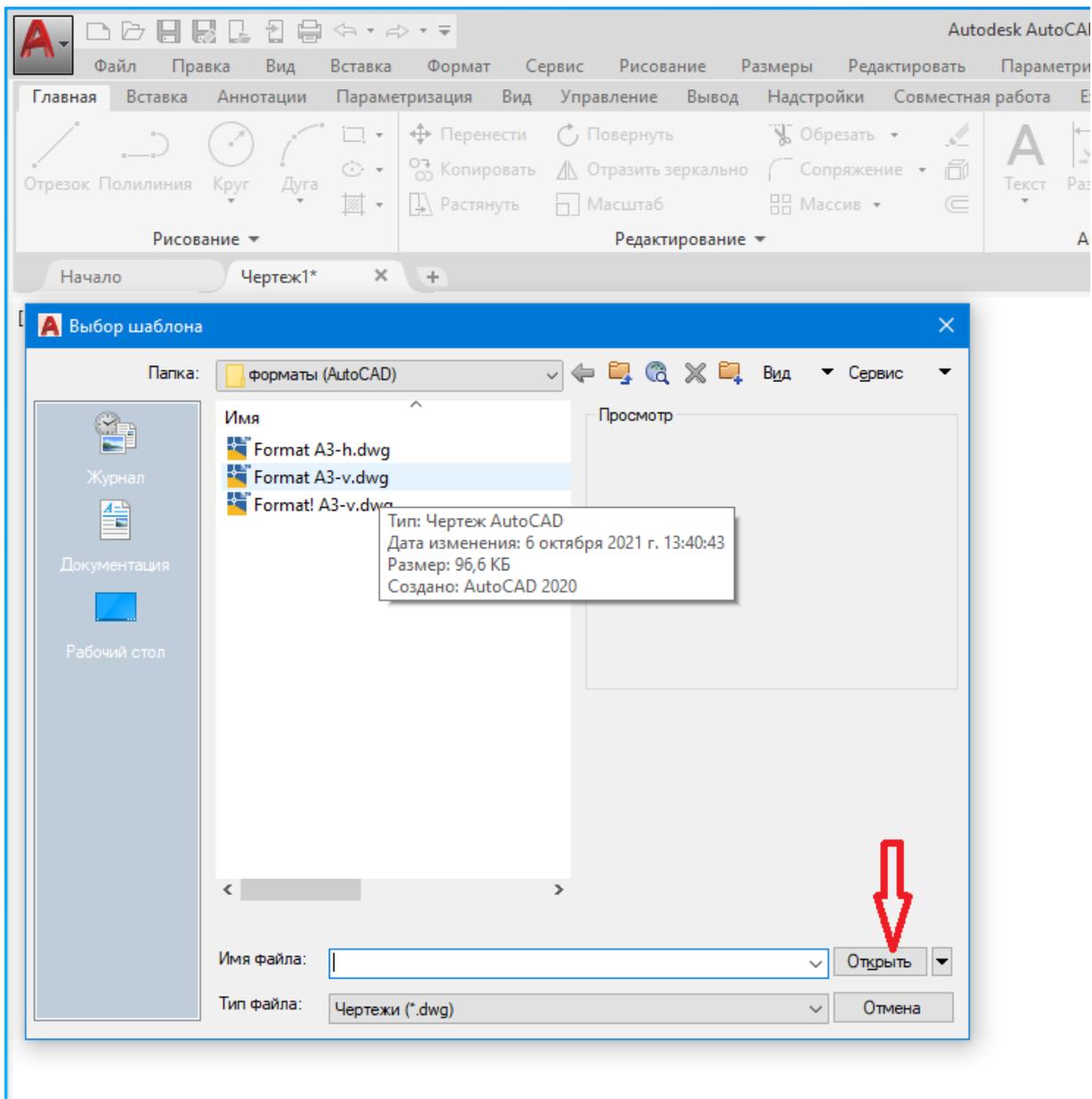


Рис. 2.2. Вставка формата листа

3. Создайте слои, необходимые для построения чертежа, как это было проделано в предыдущей работе.

Для этого на панели инструментов щелкните левой кнопкой мыши на кнопку **Свойства слоя** (вкладка **Главная**, панель **Слои**), рис. 2.3.

Активизируется диалоговое окно добавления нового слоя.

При создании слоев не забывайте, что белый цвет на экране воспроизводится как черный, не нужно менять без необходимости его цвет.

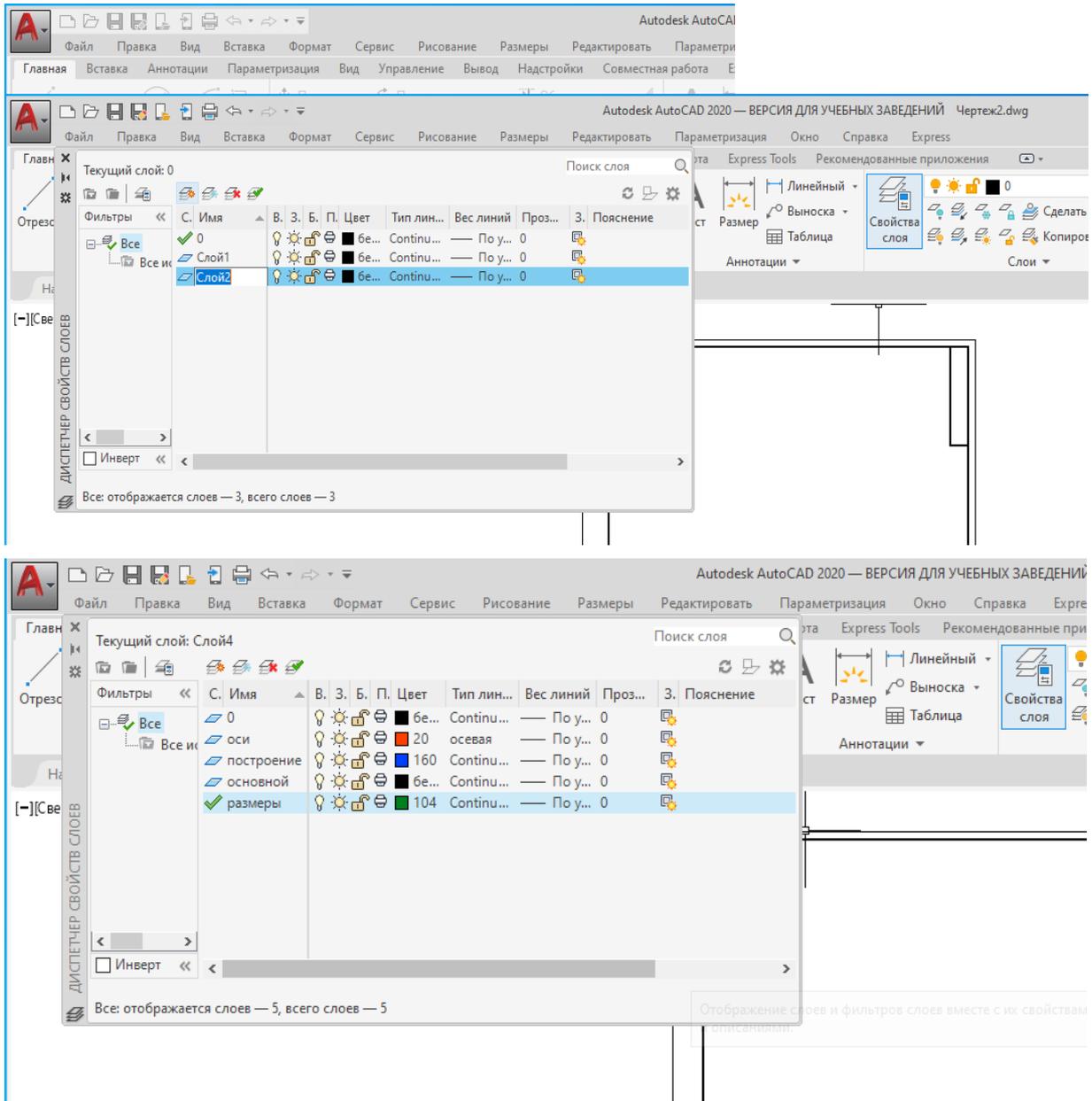


Рис. 2.3. Диалоговое окно Свойства слоя

4. Начните выполнять чертеж с создания вида сверху.

Постройте осевые линии на чертеже.

Установите слой **Оси**.

Для построения прямых осевых линий включите режим **Орто** в строке состояния внизу рабочего экрана или нажав клавишу **F8** на клавиатуре.



При помощи команды **Отрезок**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**) проведите произвольно по середине рабочего поля чертежа вертикальную осевую линию, в нижней части – горизонтальную осевую линию (рис. 2.4, а).

Отключите режим **Орто**  и проведите из центра пересечения построенных осевых линий под углом  $45^\circ$  наклонную осевую линию (рис. 2.4, б).

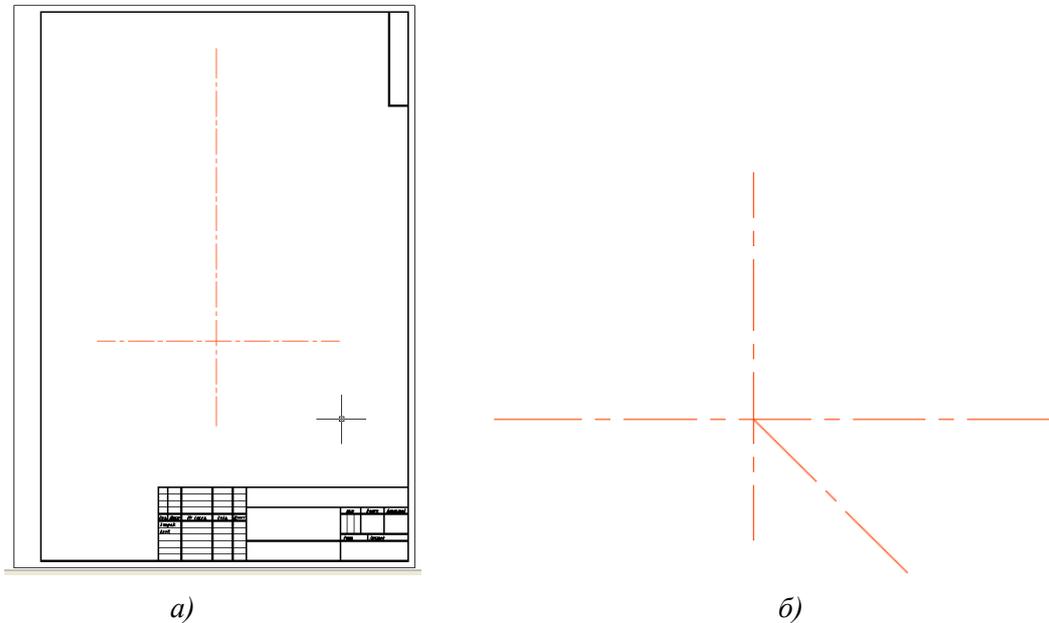


Рис. 2.4. Построение осевых линий

При помощи команды **Отрезок**  проводите линию из точки 01 по наклонной осевой линии, задав расстояние **70** (рис. 2.5, а), затем перпендикулярно к наклонной осевой линии начертите отрезок произвольной длины (рис. 2.5, б).

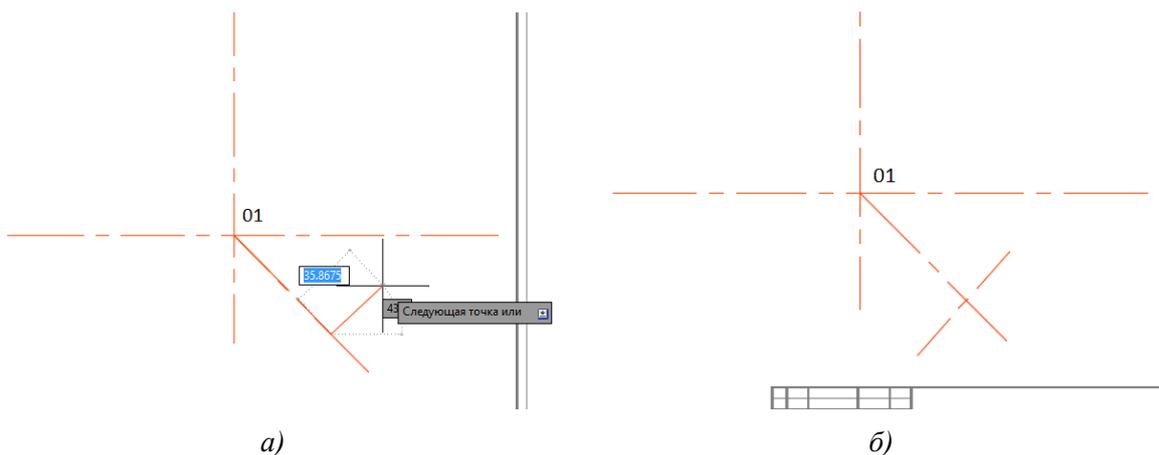
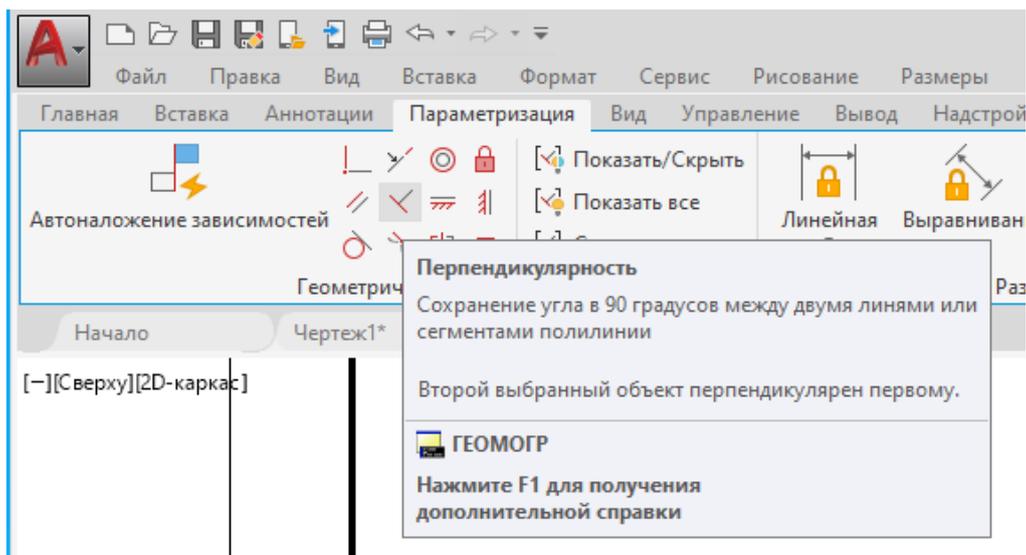


Рис. 2.5. Построение осевой линии, перпендикулярной наклонной осевой линии

Установите зависимость перпендикулярности между построенными осевыми линиями. На вкладке **Параметризация**, панель **Геометрические** выберите кнопку **Перпендикулярность** .



Курсором мышки наведите на построенную наклонную осевую линию и щёлкните по ней левой кнопкой мыши, затем щёлкните на перпендикулярную линию к этой наклонной. При помощи ручек (синих квадратов) удлините перпендикулярный отрезок (потянув за квадраты), рис. 2.6.

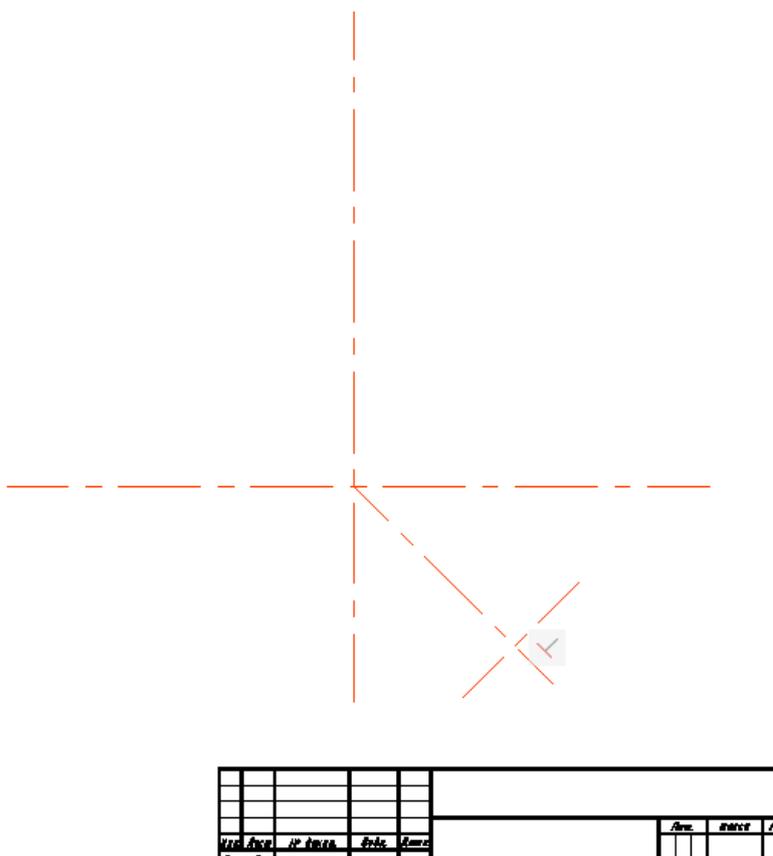


Рис. 2.6. Построение осевых линий

Постройте еще одну перпендикулярную линию к наклонной осевой линии, расположенную левее на **30** мм от предыдущей наклонной осевой линии, используя команду **Сместить**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**), рис. 2.7.

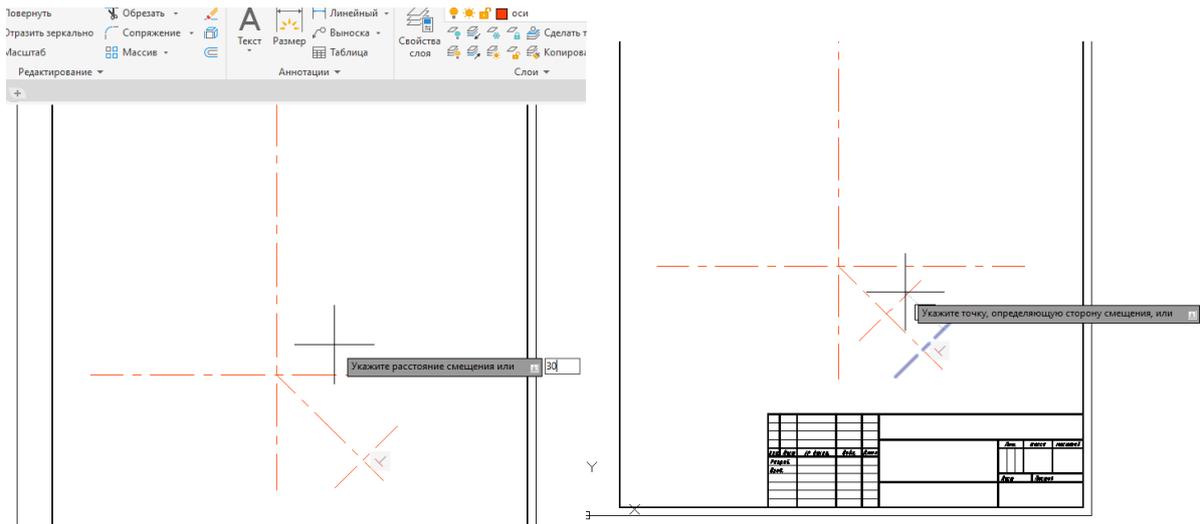


Рис. 2.7. Построение осевых линий



При помощи команды **Круг** (вкладка **Главная**, панель **Рисование**) постройте окружность (на рис. 2.8 она обозначена **C1**) с центром в точке пересечения осевых линий **01**, задав радиус окружности **28** мм.

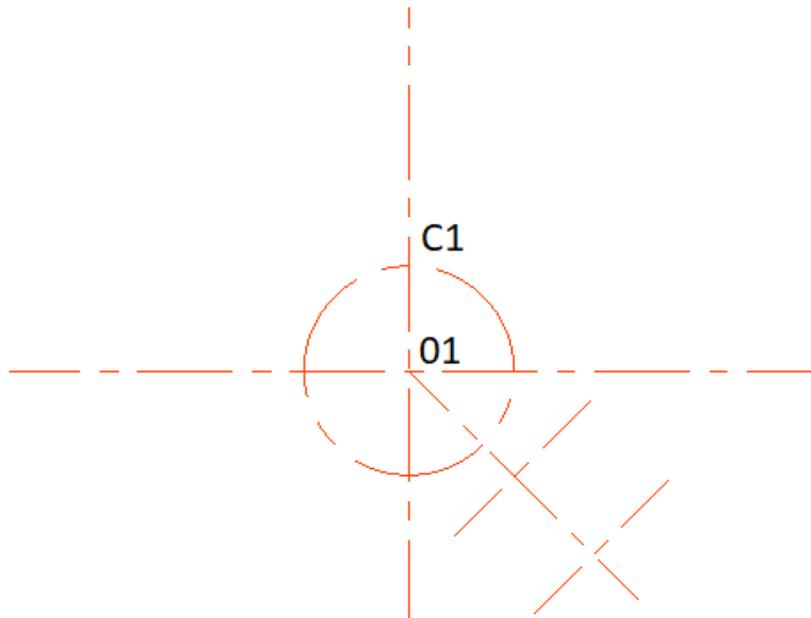


Рис. 2.8. Построение окружности

В результате проделанных действий у вас должен получиться чертёж, как на рис. 2.8.

**5.** Установите слой Построения для создания вспомогательных построений.

Постройте 3 окружности: окружность **C2** радиусом **20** мм, **C3** радиусом **15** мм, **C4** радиусом **38** мм, центр окружностей укажите в точке **01** (рис. 2.9).

Постройте окружности **C5** радиусом **13** мм, **C6** радиусом **8** мм, центр окружностей укажите в точке **02** (рис. 2.9).

Постройте окружности **C7** радиусом **10** мм и **C8** радиусом **20** мм с центром в точке **03** (рис. 2.9).

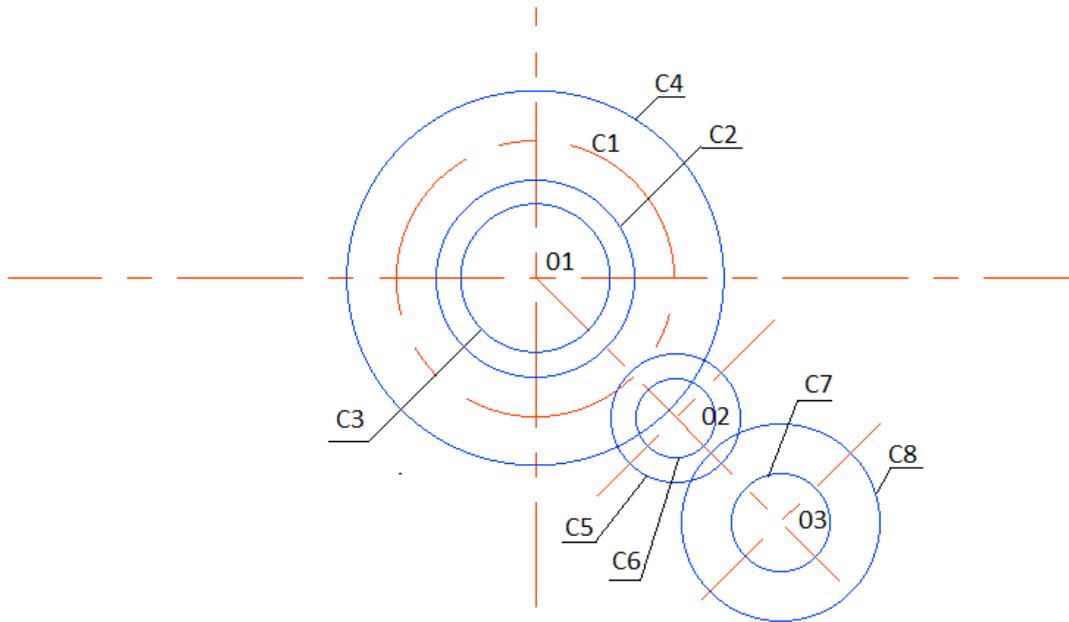


Рис. 2.9. Построение окружностей

6. Постройте многоугольник (квадрат).

Вызовите команду **Полигон**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**), рис. 2.10.

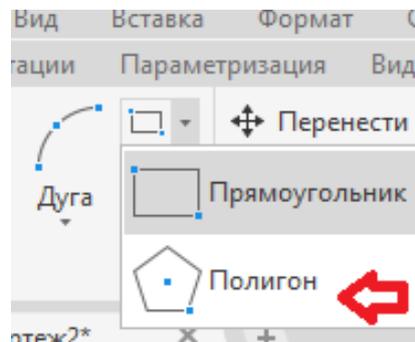


Рис. 2.10. Команда Полигон

На экране появится запрос:

*Число сторон <4>*: введите значение **4** и нажмите клавишу **Enter**.

*Укажите центр многоугольника или:* укажите центр с помощью объектной привязки

**Центр**   **Центр** в точке **03** (рис. 2.11).

*Задайте опцию размещения:* щёлкнув левой кнопкой мыши, выберите опцию **Вписанный в окружность**, квадрат будет вписан в окружность **C7**.

Двигая мышью, расположите квадрат, как показано на рис. 2.11. Для закрепления положения квадрата щёлкните по полю чертежа правой кнопкой мыши.

Построение многоугольника закончено.

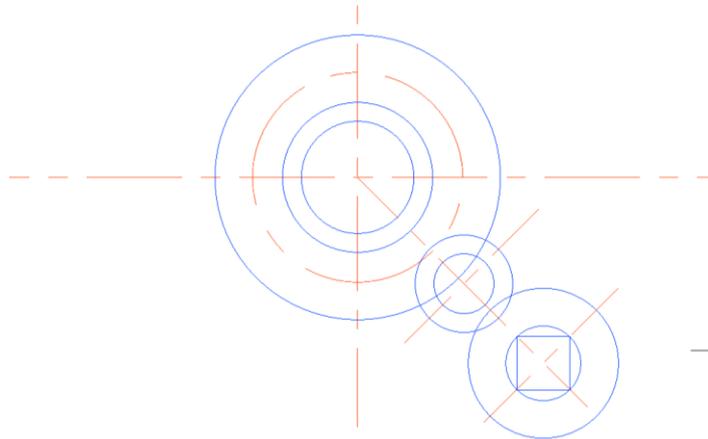


Рис. 2.11. Построение квадрата

7. При помощи команды **Отрезок**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**) проведите линию от точки пересечения окружности **С6** с наклонной осевой линией до окружности **С3**, отключив **Объектную привязку** внизу рабочего экрана (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Отключение объектной привязки

8. При помощи команды **Отрезок**  проведите линию от точки пересечения окружности **С5** с наклонной осевой линией до окружности **С2** (рис. 2.13), отключив **Объектную привязку**.

9. Сделайте параллельными наклонную осевую линию и построенные отрезки. На вкладке **Параметризация**, панель **Геометрические** выберите кнопку **Параллельность** . Курсором мышки укажите (щёлкните) на наклонную осевую линию, затем на построенные отрезки (рис. 2.13).

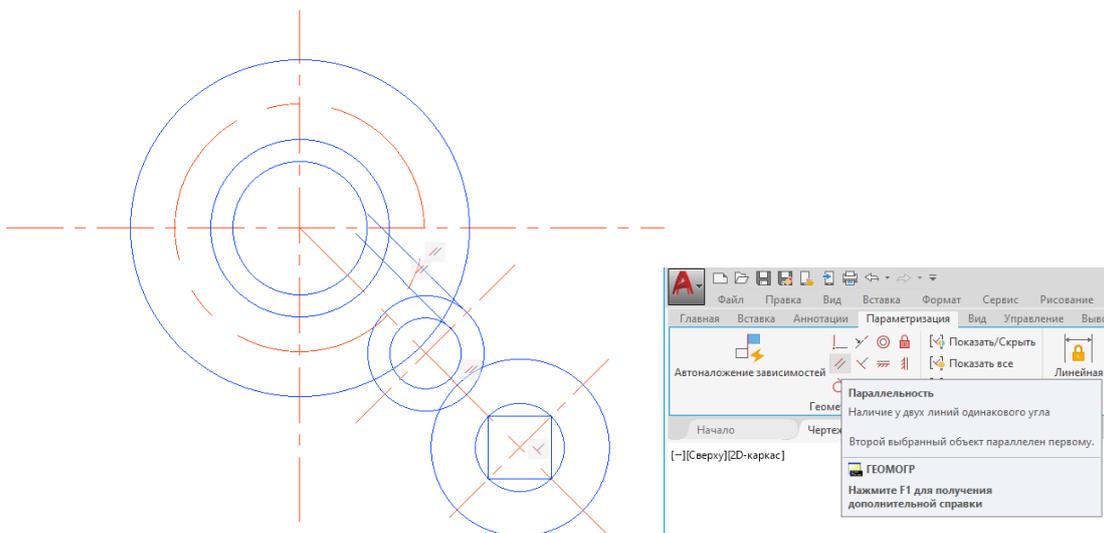
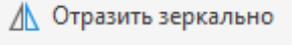


Рис. 2.13. Построение параллельных наклонных линий и параметризация этих линий

Отрезки и осевая станут параллельны друг другу.

**10.** Отразите зеркально построенные отрезки относительно наклонной оси, используя команду **Отразить зеркально**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**), рис. 2.14.

Включите режим **Объектной привязки** в строке состояния внизу рабочего экрана для точного указания точек оси отражения.

На запросы команды:

*Выберите объекты:* объектами отражения выберите отрезки, указав на них курсором и щёлкнув левой кнопкой мыши.

*Точки оси отражения:* укажите конечные точки наклонной осевой линии.

*Удалить исходные объекты:* выберите опцию **нет**.

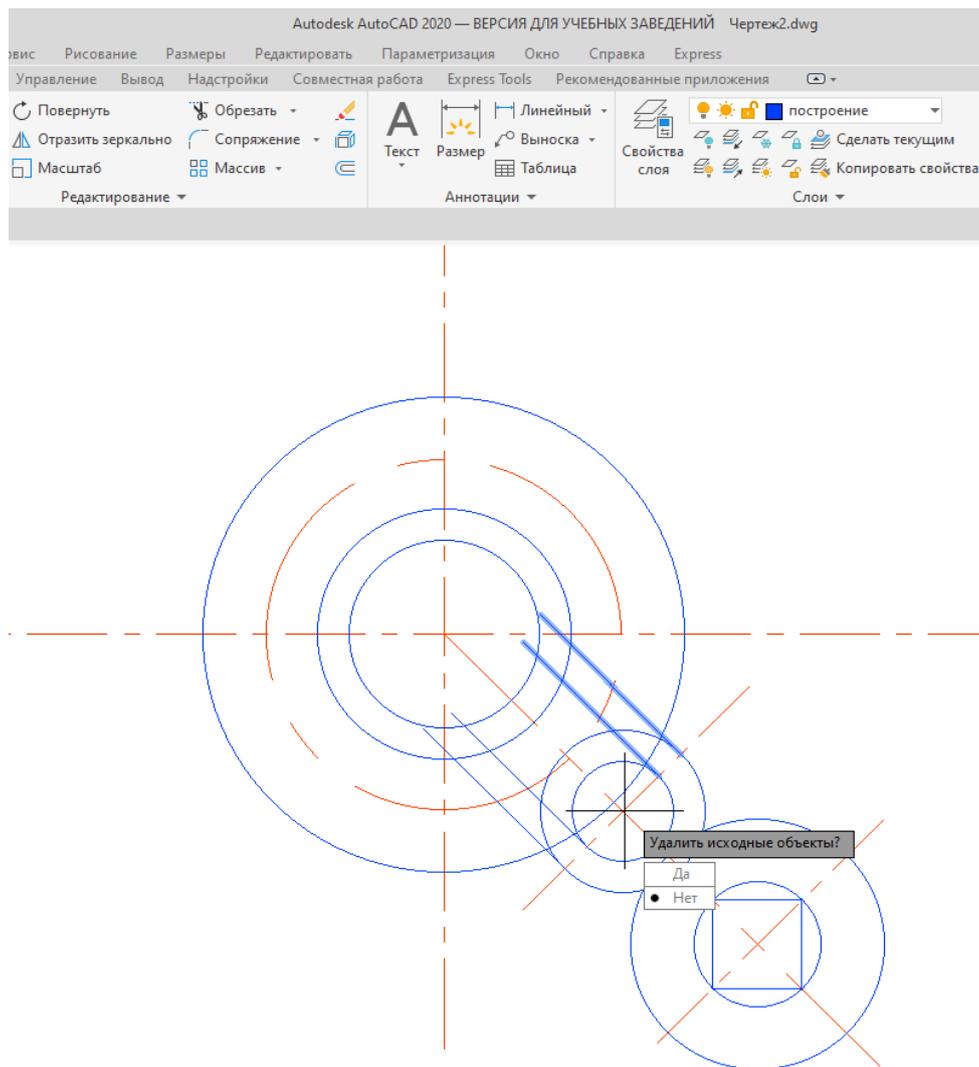


Рис. 2.14. Зеркальное отображение параллельных наклонных линий

**11.** Постройте касательные линии к окружностям **C8** и **C4** с двух сторон, как на рис. 2.15.

Для построения касательных линий используйте команду **Отрезок**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

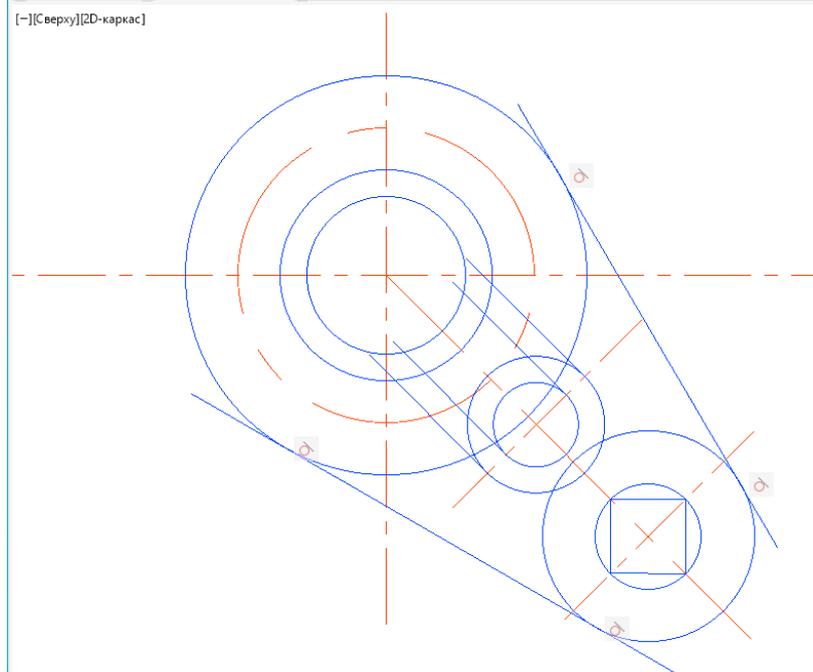
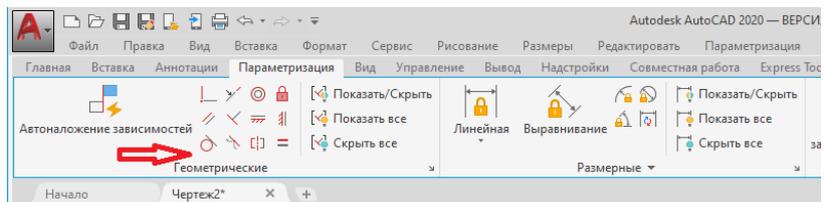
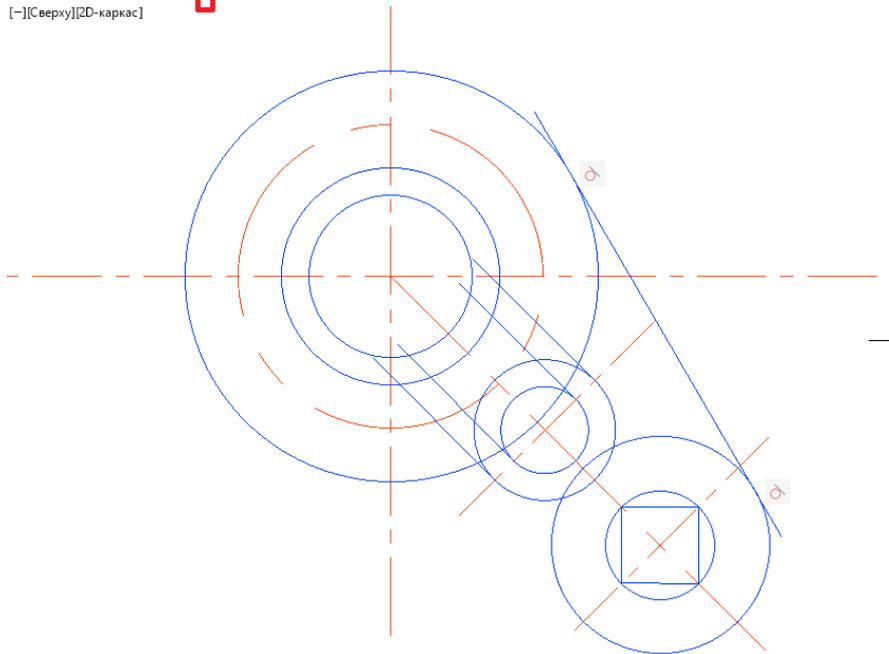
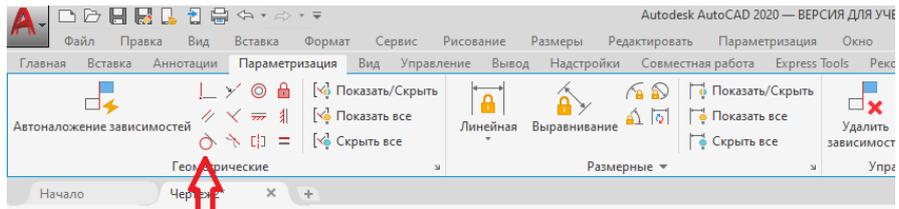
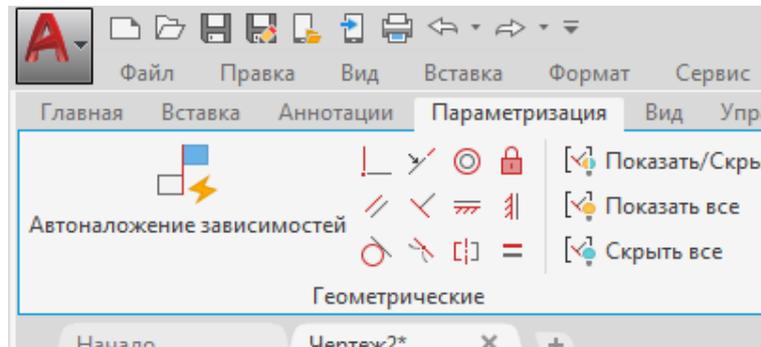
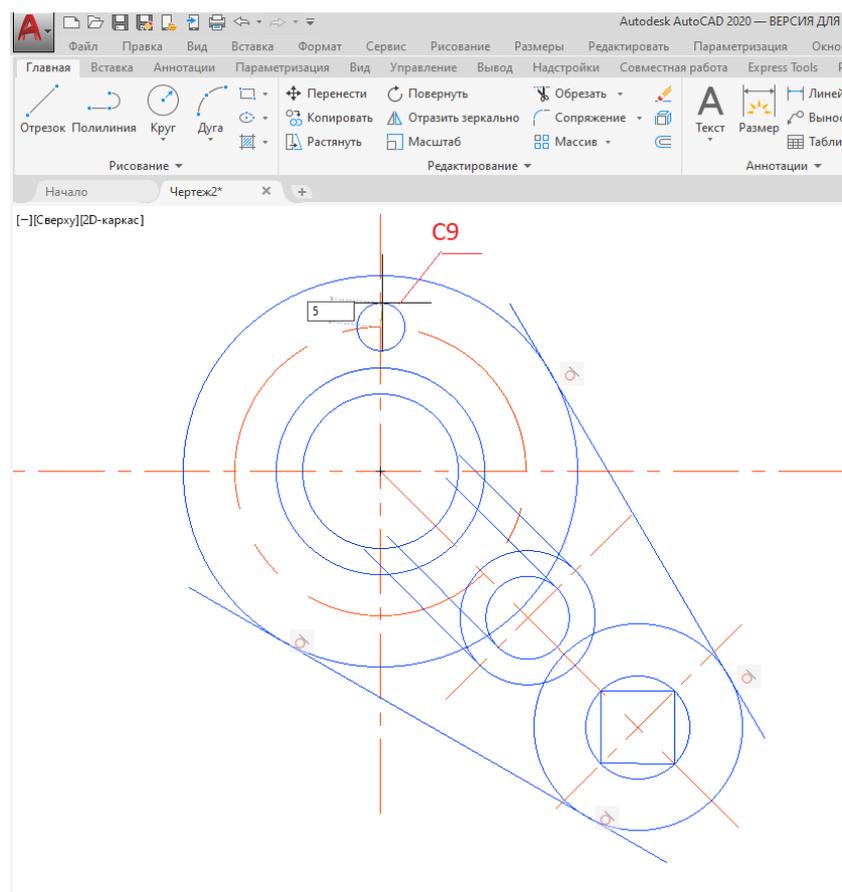


Рис. 2.15. Построение касательных

Чтобы построенные линии и окружности соединились по касательной, установите соответствующую зависимость. На вкладке **Параметризация**, панель **Геометрические** выберите кнопку **Касание** , курсором мышки укажите (щёлкните) на одну из окружностей (**C8** или **C4**), затем на построенную касательную линию (рис. 2.15) и нажмите клавишу **Enter**. Повторите эту операцию для второй окружности и второй построенной линии.

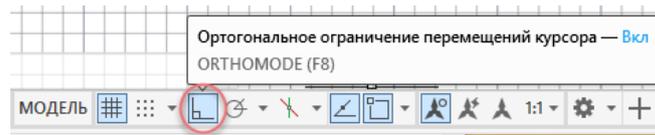


**12.** Постройте окружность **C9** радиусом **5** мм с центром в точке пересечения осевых линий (вертикальной линии и окружности), рис. 2.16.

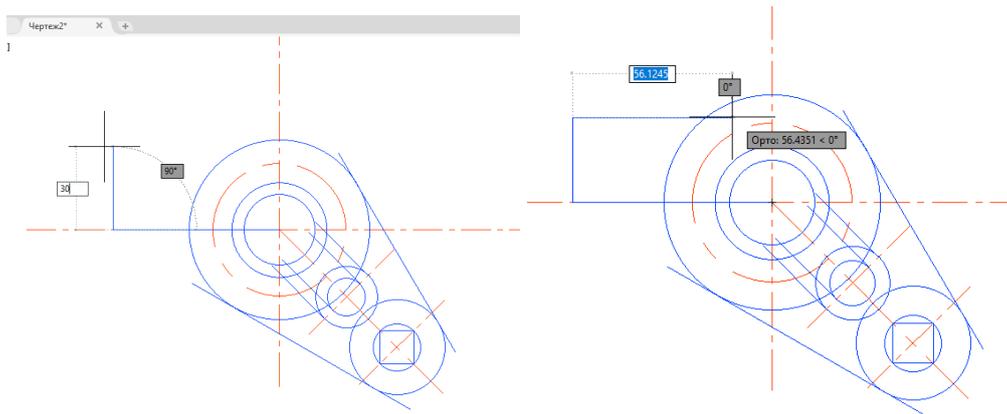


*Рис. 2.16. Построение малой окружности*

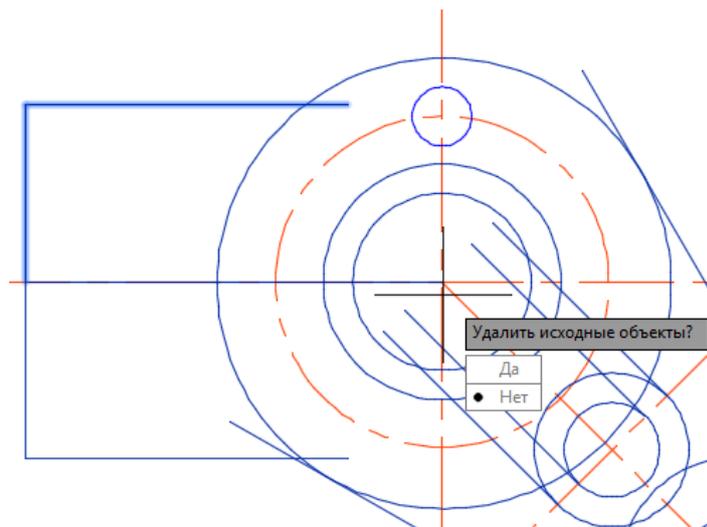
**13.** Постройте призматическую часть детали. Включите режим **Орто** в строке состояния внизу рабочего экрана (клавиша F8).



При помощи команды **Отрезок**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**) проведите линию из точки **01** длиной **70** мм, затем установите курсор так, чтобы на экране появилась вертикальная линия (вверх), и введите значение **30** мм. После этого проведите горизонтальную линию до пересечения с окружностью **C4**, режим **Объектной привязки**  в строке состояния внизу рабочего экрана при этом отключите.



Выполните зеркальное отображение  **Отразить зеркально** (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**) вертикального и горизонтального отрезка призматической части относительно горизонтальной оси. Для точного выбора точек оси отражения включите **Объектную привязку**, кнопку  в строке состояния внизу рабочего экрана.



**14.** Внутри призматической части постройте прямоугольник длиной **25** мм, шириной **30** мм (рис. 2.17).

Включите режим **Орто** .

При помощи команды **Отрезок**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**) проведите вертикальную линию вверх из точки **a** длиной **15** мм, затем горизонтальную линию длиной **25** мм. После этого проведите вниз вертикальную линию длиной **30** мм и горизонтальную линию длиной **25** мм (метод задания «направления-расстояния»), рис. 2.17.

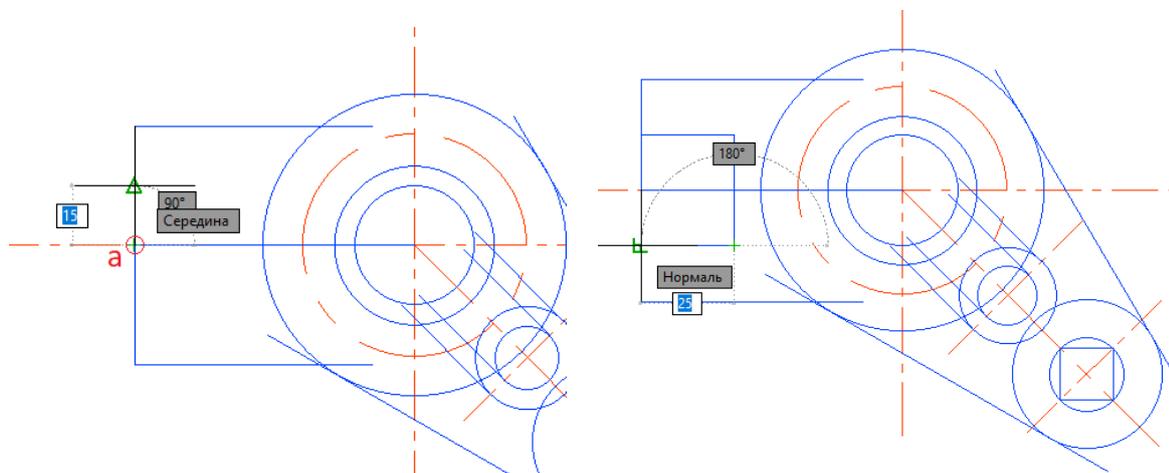


Рис. 2.17. Построение призматической части

- 15.** Обведите построенный контур детали (рис. 2.18).  
 Для обводки контура сделайте текущим слой **Основной**.  
 Для удобства увеличьте фрагменты изображения.  
 Обводку выполняют графическим примитивом **Полилиния**.

Вызовите команду **Полилиния**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

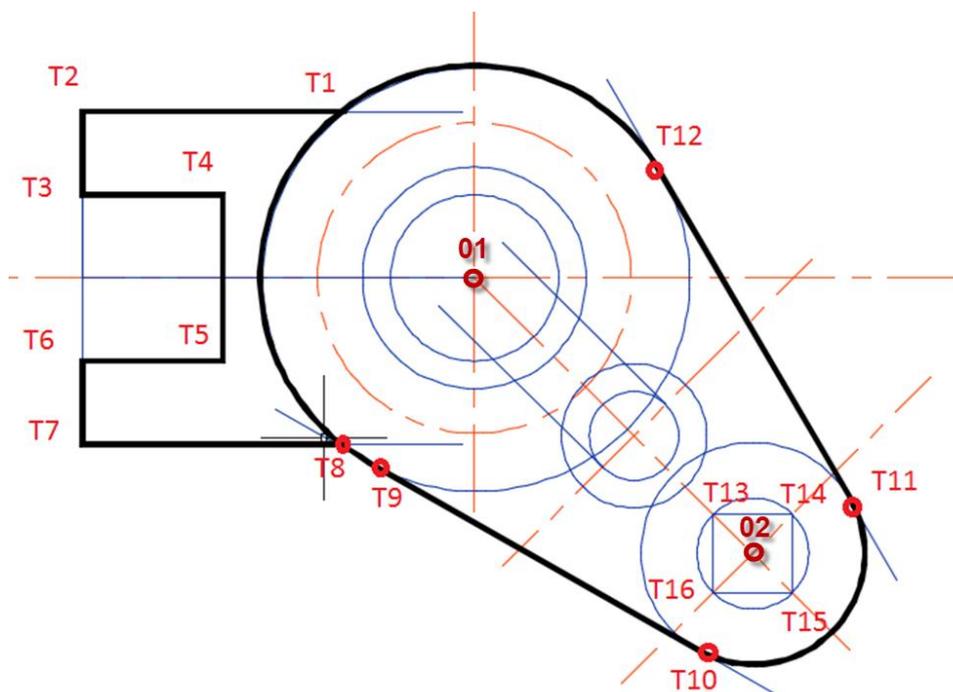
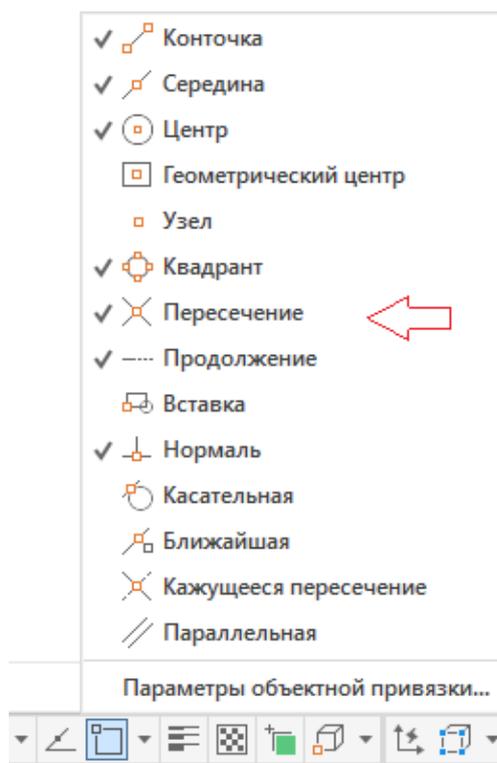
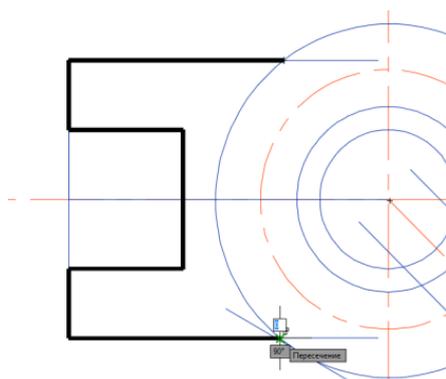


Рис. 2.18. Обводка элементов детали

Из плавающей панели инструментов **Объектная привязка** выберите пиктограмму **Пересечение**  **Пересечение** .



Включите режим **Орто**  . Установите курсор мыши в точке пересечения окружности **С4** и горизонтальной линии призматической части детали в точке **Т1**. Нажмите левую кнопку мыши, чтобы зафиксировать первую точку. Появится линия. Необходимо изменить толщину линии обводки с 0 на 0.8 мм.



На экране появится запрос:

*Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:* щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши, из появившегося списка выберите опцию **Ширина** (для изменения толщины линии обводки).

*Начальная ширина [0.000]:* введите значение **0.8** нажмите клавишу **Enter**.

*Конечная ширина [0.8]:* **0.8** нажмите клавишу **Enter**.

Толщина линии обводки станет равной 0.8 мм.

*Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]*: выберите в **Объектной привязке** пиктограмму **Конечная точка**  **Конточка**, подведите курсор мыши к точке **T2** и нажмите левую клавишу мыши. Появится линия. Обведите призматическую часть детали, как показано на рис. 2.18, от точки **T1** до точки **T8**.

Следующая часть детали круглая, поэтому для её обводки нужно выбрать опцию дуги.

На следующий запрос:

*Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]*: щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите из появившегося списка опцию **Дуга**.

При построении дуги нужно указать её центр. Поэтому при следующем запросе системы выберите опцию **Центр** и покажите при помощи мыши его местоположение.

*Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]*: щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите из появившегося списка опцию **Центр**.

*Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]*: выберите в **Объектной привязке** пиктограмму **Пересечение**  **Пересечение**, установите курсор мыши в точке **01** и нажмите левую клавишу мыши. Появится дуга. Проведите дугу из точки **T8** в точку **T9** (рис. 2.18).

От точки **T9** до точки **T10** контур детали прямой, поэтому вместо дуги нужно выбрать опцию линейной обводки.

Для запроса:

*Конечная точка дуги или [Угол/Длина]*: выберите из **Объектной привязки** пиктограмму **Конечная точка**  **Пересечение**. Установите прицел мыши в точке **T9**, щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите из появившегося списка опцию **Линейный**. Постройте отрезок до точки **T10**.

Следующая часть детали – от точки **T10** до **T11** – круглая, поэтому нужно снова выбрать опцию дуги.

На запрос:

*Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]*: щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите из списка **Дуга**.

При построении дуги нужно указать центр дуги. Поэтому при следующем запросе системы выберите опцию **Центр** и покажите при помощи мыши его местоположение в точке **02** (рис. 2.18).

*Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]*: щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите из списка **Центр**. Укажите при помощи мыши центр дуги в точке **02**. Обведите дугой участок от точки **T10** до точки **T11**.

От точки **T11** до точки **T12** контур детали прямой, поэтому вместо дуги нужно выбрать опцию линейной обводки. Для этого после запроса системы:

*Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]*: щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите опцию **Линейный**. Используя привязку **Конечная точка**, постройте отрезок от точки **T11** до точки **T12**.

*Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]*: щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите из списка **Дуга**.

При построении дуги нужно указать центр дуги. Поэтому при следующем запросе системы выберите опцию **Центр** и покажите при помощи мыши его местоположение в точке **01** (рис. 2.18).

От точки **T12** до точки **T8** контур детали круглый.

Внешний контур детали обведён. Для завершения команды нажмите дважды клавишу **Enter**.

16. Обведите квадрат, вписанный в окружность С7.



Вызовите команду **Полилиния** (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

Выберите из плавающей панели инструментов **Объектная привязка** пиктограмму **Пересечение**  **Пересечение**, установите курсор мыши в точке пересечения окружности С7 и наклонной осевой линии в точке Т13. Отключите режим **Орто** .

После вызова команды на экране появится запрос:

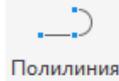
*Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:* последовательно проведите отрезки от точки Т14 к точке Т15 и точке Т16.

После точки Т16 замкните линии квадрата. Для этого после запроса системы:

*Конечная точка дуги или [Угол/Длина]:* стоя на Т16, щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите в появившемся списке опцию **Замкнуть**.

В результате квадрат будет обведён.

17. Обведите внутренний контур детали (рис. 2.19, 2.20).



Вызовите команду **Полилиния** (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

Выберите в **Объектной привязке** пиктограмму **Пересечение** , установите курсор мыши в точке пересечения окружности С3 с точкой Т17, нажмите левую клавишу мыши.

На экране появится запрос:

*Следующая точка [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:* щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите из списка опцию **Дуга**.

*Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]:* щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите из появившегося списка опцию **Центр**.

Укажите при помощи мыши центр дуги в центре точки 01.

*Конечная точка дуги или [Угол/Длина]:* выберите в **Объектной привязке** ⇒ **Конечная точка** , установите прицел мыши в точке Т18 и нажмите левую клавишу мыши.

В результате обведена круглая часть детали между точками Т17 и Т18.

От точки Т18 до точки Т19 контур детали прямой, поэтому вместо дуги нужно выбрать опцию линейной обводки.

*Конечная точка дуги или [Угол/Длина]:* щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите **Линейный**, далее укажите мышью на точку Т19.

Участок Т19–Т20 обведите дугой.

*Следующая точка или [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:* щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши и выберите опцию **Дуга**.

*Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]:* щелкните по рабочему полю правой кнопкой мыши выберите опцию **Центр**.

Центр укажите мышью в точке 02, используя объектную привязку **Пересечение** .

Проведите дугу до точки Т20.

*Конечная точка дуги или [Угол/Длина]:* выберите привязку **Конечная точка** , укажите курсором мыши точку Т20, щелкните правой кнопкой мыши и выберите опцию **Линейный**, далее укажите мышью на точку Т17 и щелкните левой кнопкой мыши.

Конечная точка дуги или [Угол/Длина]: щелкните правой кнопкой мыши и выберите опцию **Замкнуть**.

Контур обведен.

Второй внутренний контур обведите самостоятельно (рис. 2.19, 2.20).

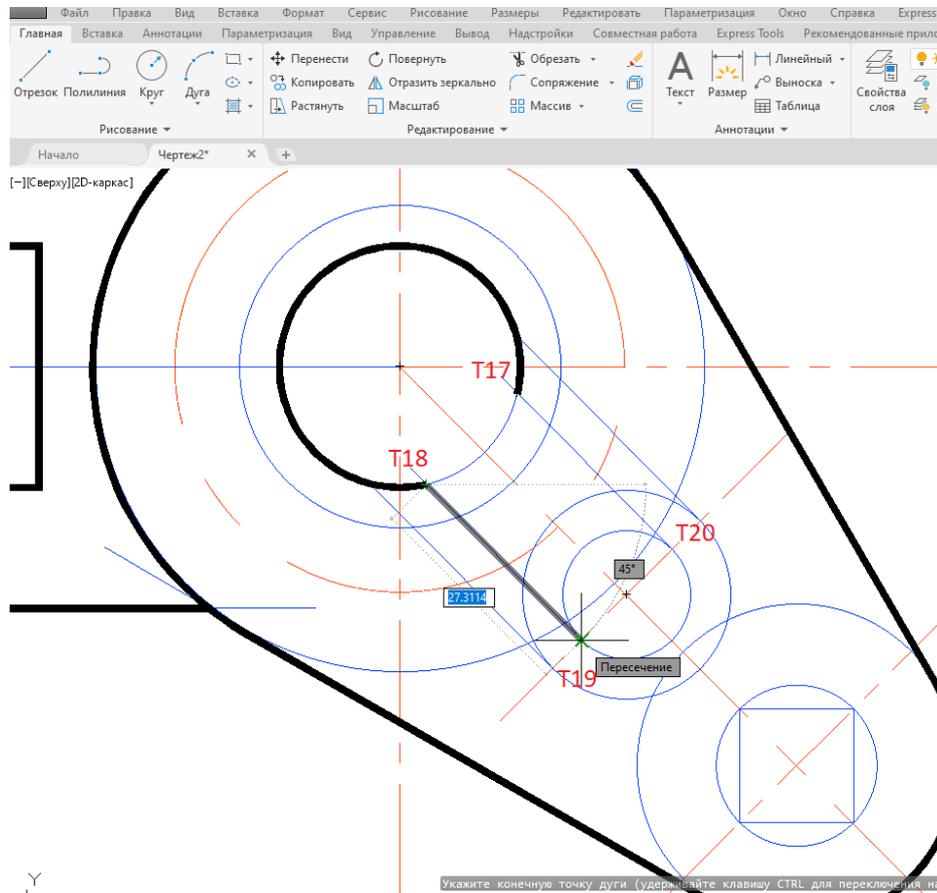


Рис. 2.19. Обводка элементов детали

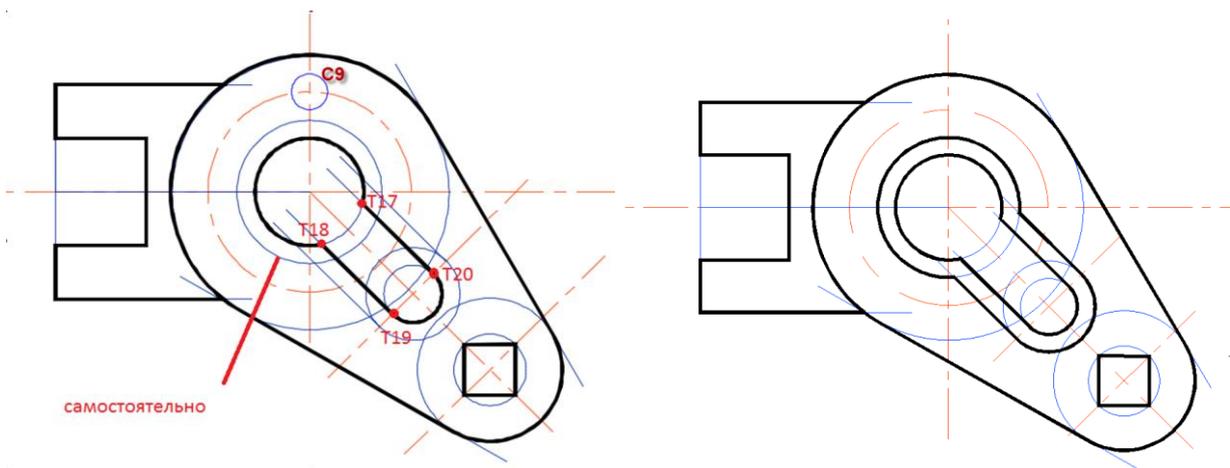


Рис. 2.20. Обводка элементов детали

18. Обведите окружность **C9** (рис. 2.21).

Вызовите команду **Полилиния**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

Выберите объектную привязку **Пересечение**  **Пересечение**, установите курсор мыши в точке пересечения окружности **С9** с окружностью **С1**, нажмите левую клавишу мыши.

На экране появится запрос:

*Следующая точка [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:* выберите опцию **Дуга**.

*Конечная точка дуги или [Угол/Центр/Направление/...Ширина]:* выберите опцию **Центр**.

Центр дуги укажите в центре окружности **С9**, используя привязку **Пересечение**  **Пересечение**.

*Конечная точка дуги или [Угол/Длина]:* установите курсор мыши в точке пересечения окружности с осью, используя привязку **Конечная точка**  **Конечная точка**, нажмите левую кнопку мыши.

*Конечная точка дуги или [Угол/Длина]:* манипулируя мышью, обведите половину соответствующей окружности (рис. 2.21).

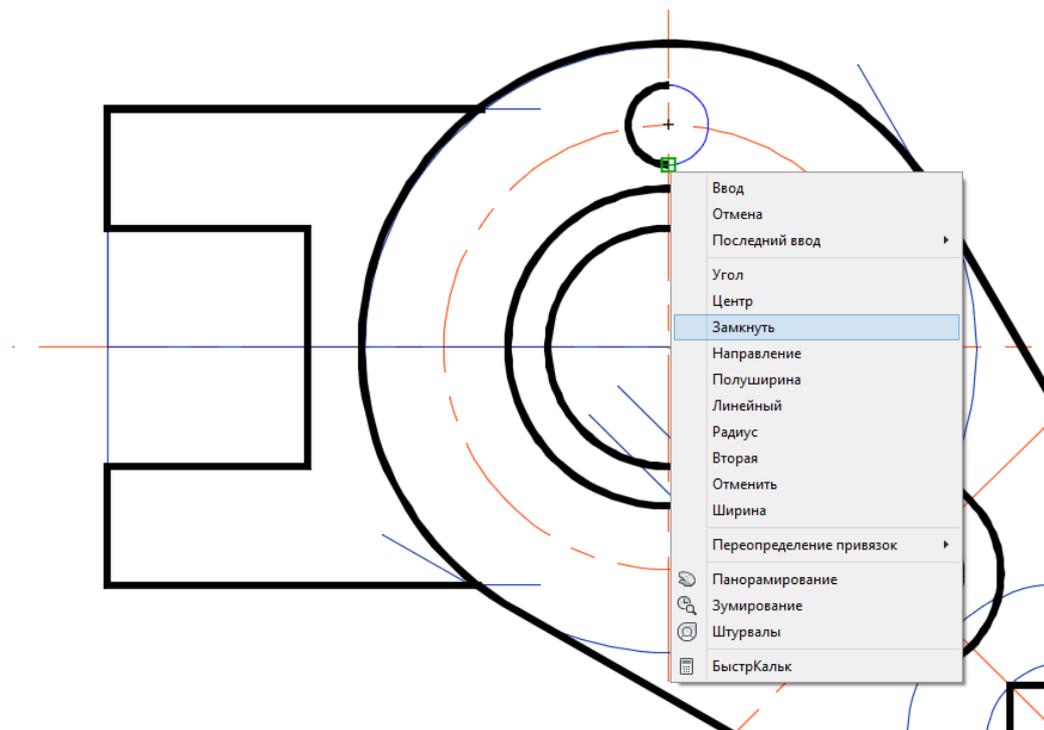


Рис. 2.21. Обводка элементов детали

*Конечная точка дуги или [Угол/Длина]:* выберите опцию **Замкнуть**.

**19.** Размножьте обведённую окружность **С9** командой **Массив**.

Постройте еще три окружности **С9** (размножением окружности **С9**), используя команду **Массив** (Круговой).

Вызовите команду **Массив** (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**) ⇒ **Круговой массив**.

В диалоговом окне **Массив** выберите объект, окружность **С9**, укажите курсором мыши центр массива в точке **01**, затем нажмите на **Объекты**, введите в окне число **4** (рис. 2.22).

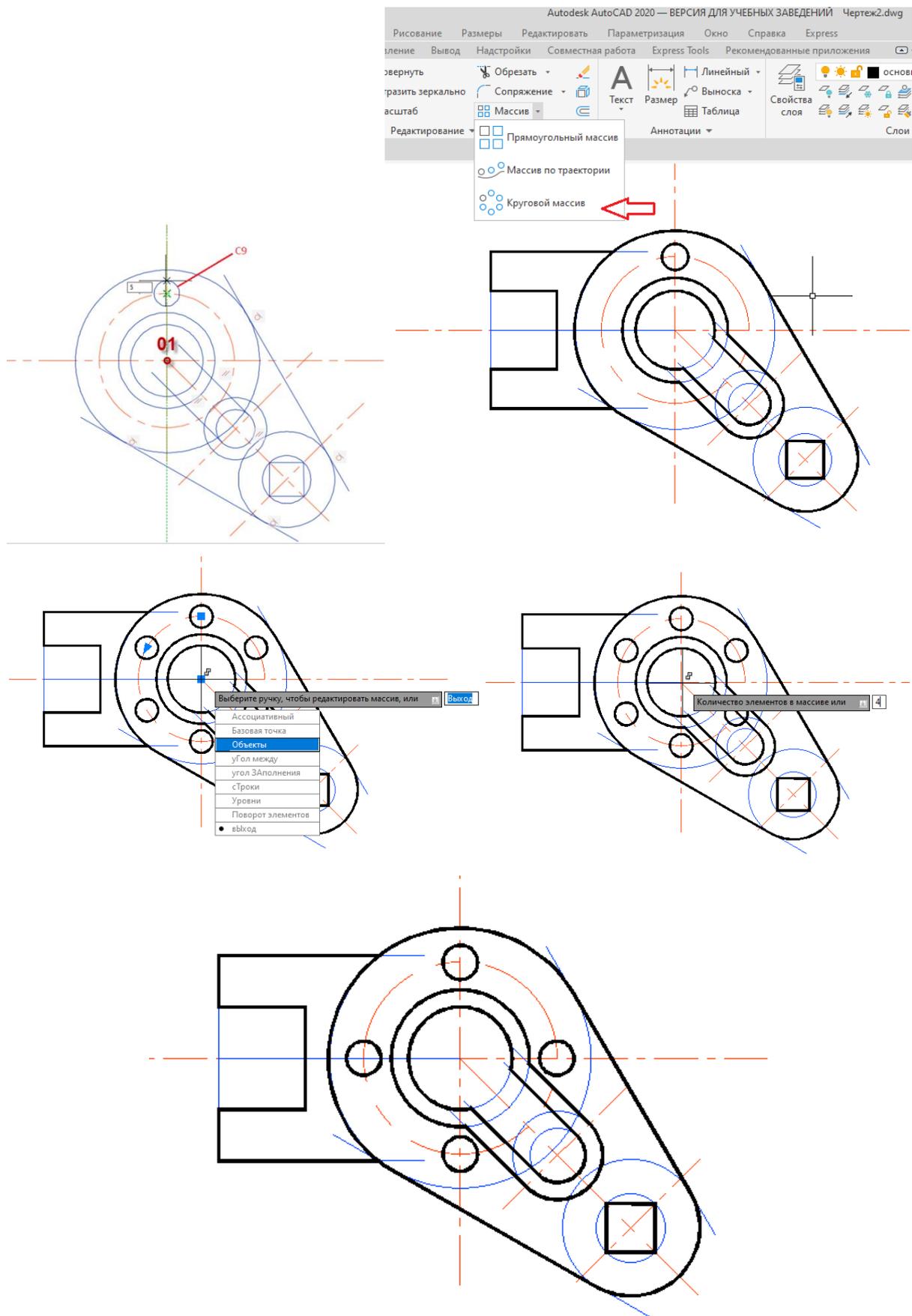


Рис. 2.22. Размножение окружностей при помощи команды Массив

Вид сверху закончен.

**20.** Создайте главный вид детали.

Для создания главного вида детали необходимы дополнительные построения.

Установите слой **Построения**.

Проведите при помощи команды **Дуга**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**) ⇒ **Начало, центр, конец** вспомогательные линии, как показано на рис. 2.23.

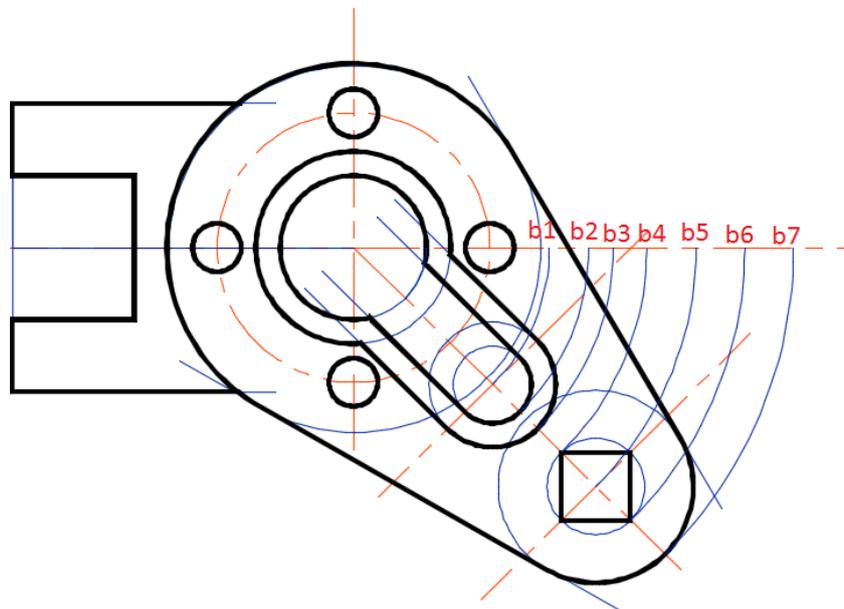
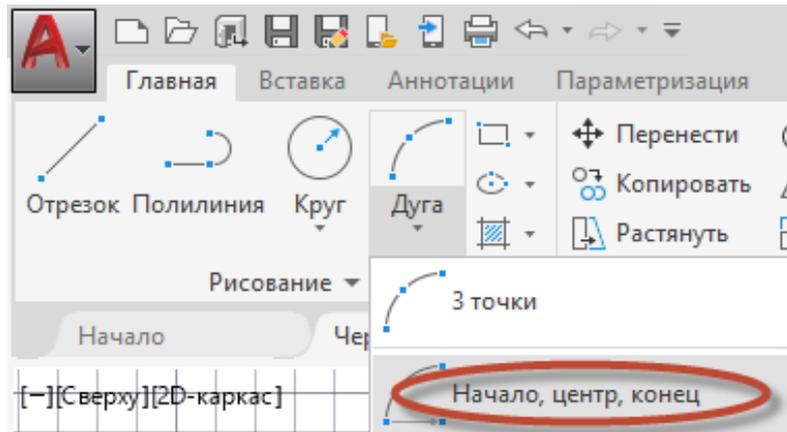


Рис. 2.23. Вспомогательные линии

**21.** От контура изображения вида сверху на некотором произвольном расстоянии проведите горизонтальную линию (рис. 2.24).

Выше построенной горизонтальной линии постройте еще три горизонтальные линии, используя команду **Сместить**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**), на расстоянии **30**, **45** и **80** мм, включив режим **Орто**  для построения прямых линий (рис. 2.24).

**22.** Проведите линии связи от вида сверху перпендикулярно, используя режим **Объектной привязки**, к конкретным точкам чертежа (рис. 2.25).

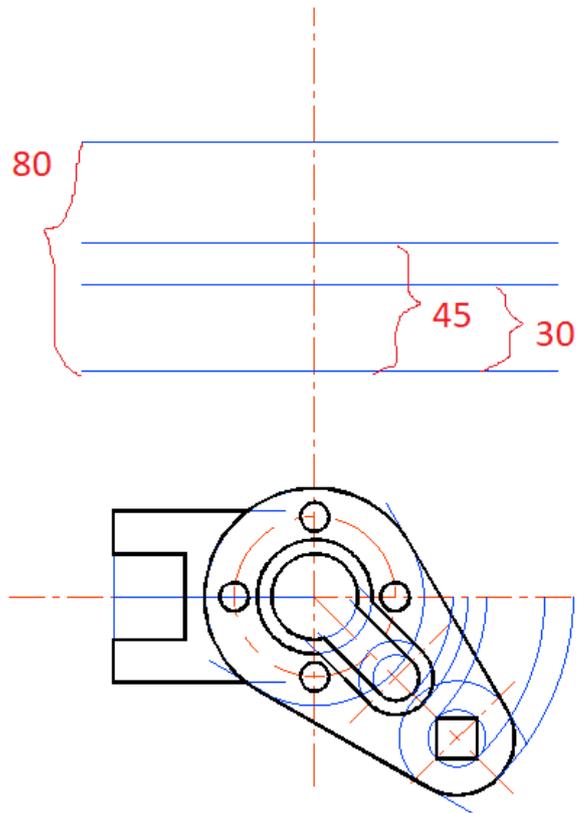


Рис. 2.24. Создание второго изображения

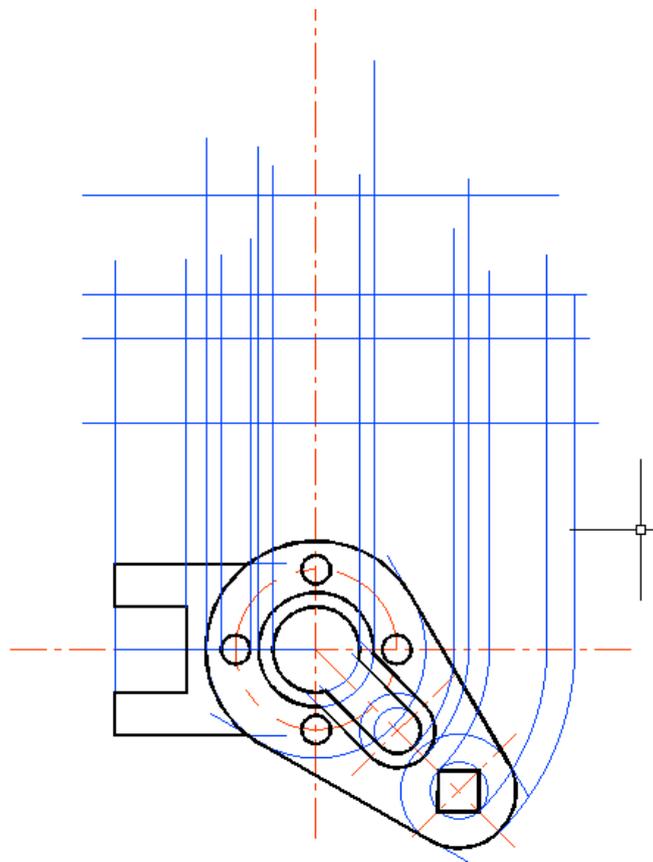
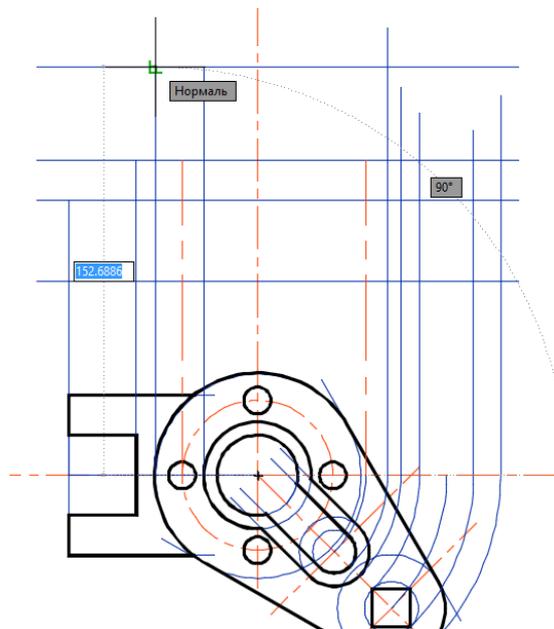


Рис. 2.25. Вспомогательные линии

**23.** Постройте осевые линии.

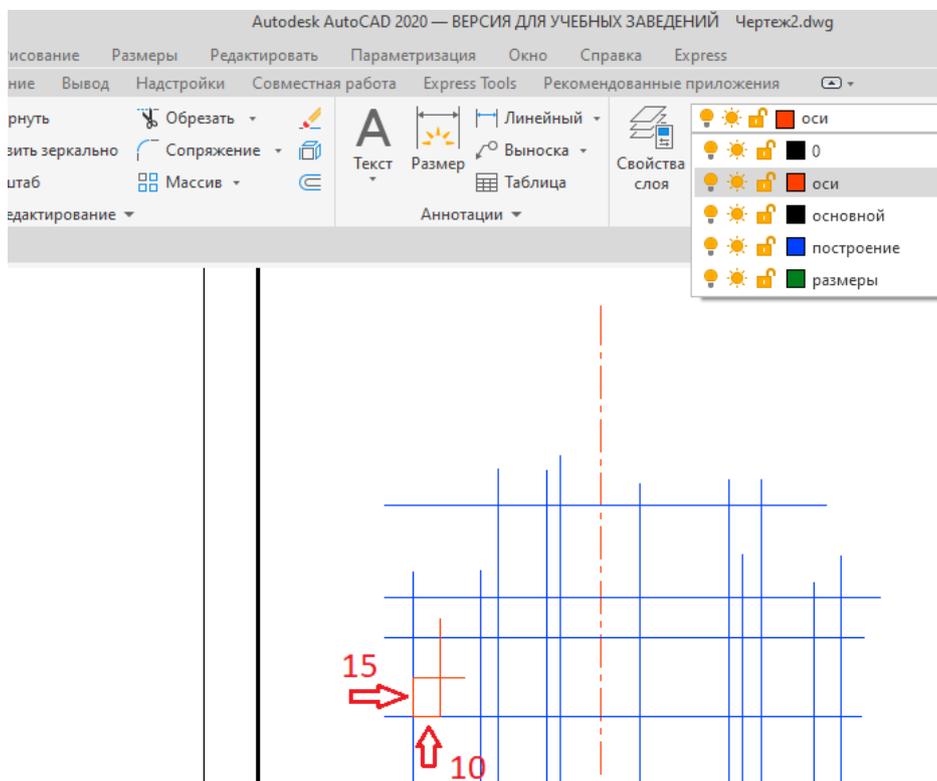
Установите слой **Оси**.

Проведите осевые линии от центровых отверстий, как на рис. 2.26.



*Рис. 2.26. Построение осевых линий*

На главном виде проведите осевые линии, используя объектный захват точек на расстоянии **15** мм от кромки детали по высоте и **10** мм от кромки детали по длине (рис. 2.27).



*Рис. 2.27. Выполнение осевых линий*

24. Постройте окружность диаметром **12 мм** и обведите ее, используя для обводки слой **Основной** (рис. 2.28).

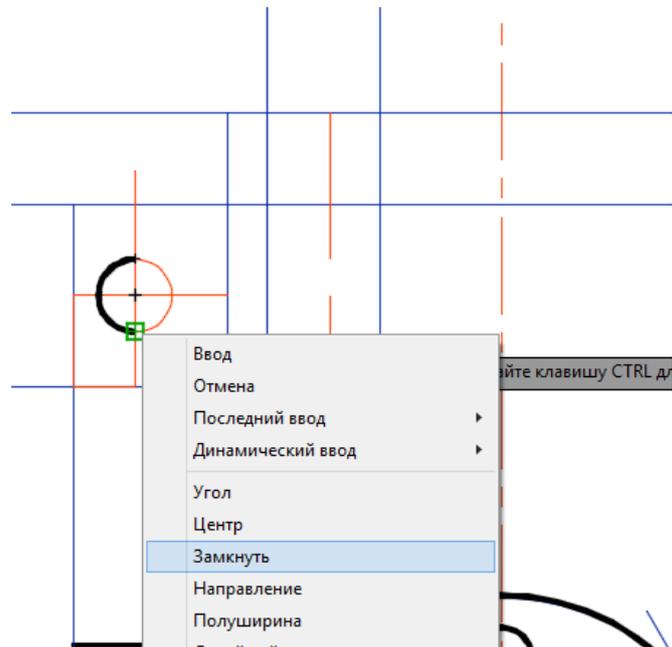


Рис. 2.28. Построение и обводка окружности

25. Переключитесь на слой **Оси**.

Проведите осевую линию из центра окружности диаметром 12 мм на виде сверху, используя режим **Объектной привязки**, как на рис. 2.29.

Разорвите построенную осевую линию, используя команду **Разорвать** (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**), между точками A1 и A2, A3 и A4 (рис. 2.29).

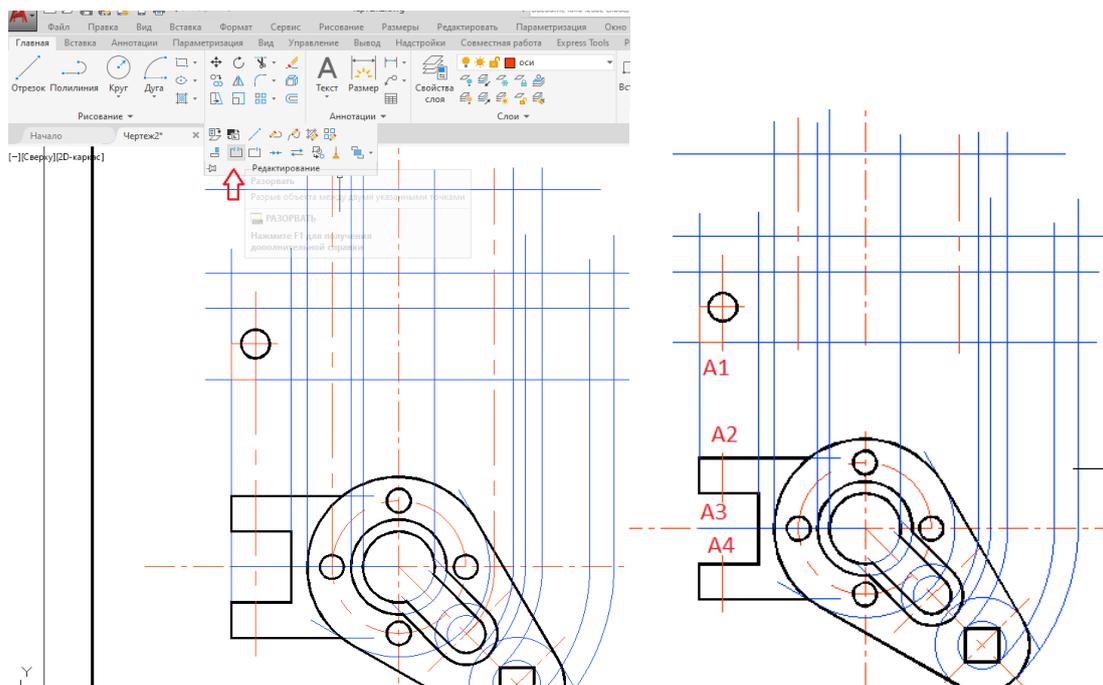
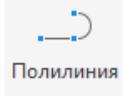


Рис. 2.29. Редактирование осевых линий

26. Обведите контур главного вида детали.  
Установите слой **Основной**.

Вызовите команду **Полилиния**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

Обведите контуры детали, как показано на рис. 2.30, используя объектные привязки для точек **Пересечение**  **Пересечение** и **Конечная точка**  **Конточка**. Толщина линии обводки должна быть **0.8** мм. Обводимые контуры должны быть замкнутыми (для штриховки).

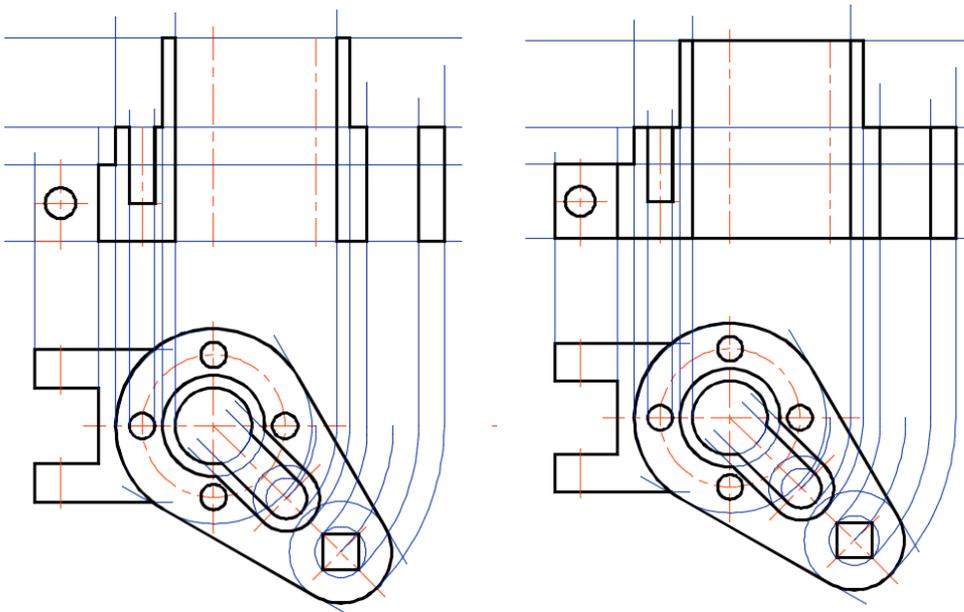


Рис. 2.30. Обводка контура и элементов детали

27. Постройте местный разрез.

Установите текущим слой **Основной**.

Местный разрез обозначается на чертеже тонкой волнистой линией.

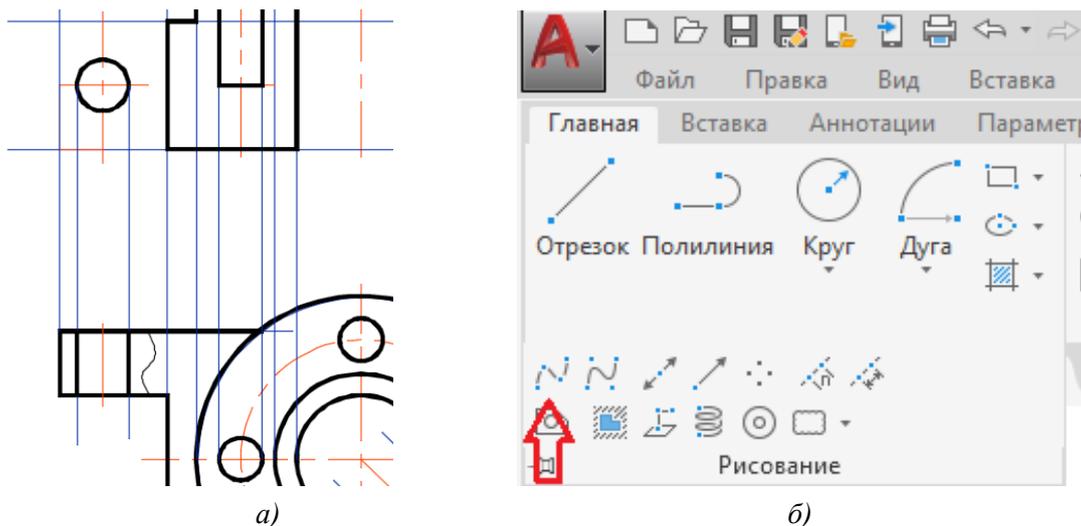


Рис. 2.31. Построение местного разреза на виде сверху

Постройте тонкую волнистую линию, ограничивающую местный разрез на виде сверху (рис. 2.31, а). Для этого вызовите команду **Сплайн**  (вкладка **Главная**,

панель **Рисование**) (рис. 2.31, б). Первую и следующие точки сплайна задайте щелчком левой кнопки мыши по полю чертежа произвольно.

Режим **Орто**  при построении волнистой линии должен быть **отключен**.

Инструментом **Полилиния** обведите линии отверстия  $\varnothing 12$  мм.

**28.** Выполните штриховку разрезов.

Чтобы на экране не присутствовали линии дополнительных построений и не загромождали чертёж, отключите слой **Построения**. Для отключения слоя используйте раскрывающийся список **Слой** (рис. 2.32).

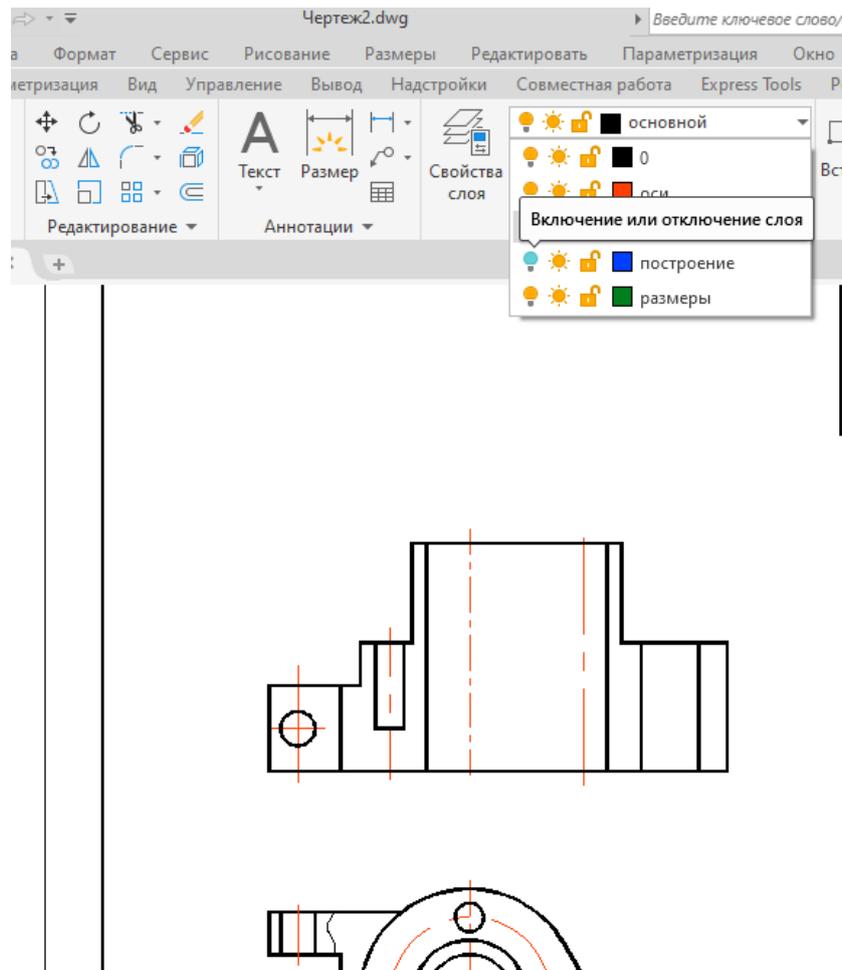


Рис. 2.32. Отключение слоя **Построения**

Ненужные линии на чертеже можно также удалить, выделив их щелчком левой кнопки мыши, а затем нажав на клавишу **Delete**.

Отключите временно слой **Оси**.

Вызовите команду **Штриховка**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**). Откроется контекстная вкладка **Создание штриховки** (рис. 2.33).

Выберите **Образец штриховки ANSI31** и затем нажмите на кнопку **Добавить точки выбора**.

На экране появится запрос:

*Команда:* выберите объекты (выберите внутреннюю точку обведенных участков детали, которые нужно заштриховать), щёлкнув левой кнопкой мыши.

В результате на чертеже появятся заштрихованные контуры детали (рис. 2.34).

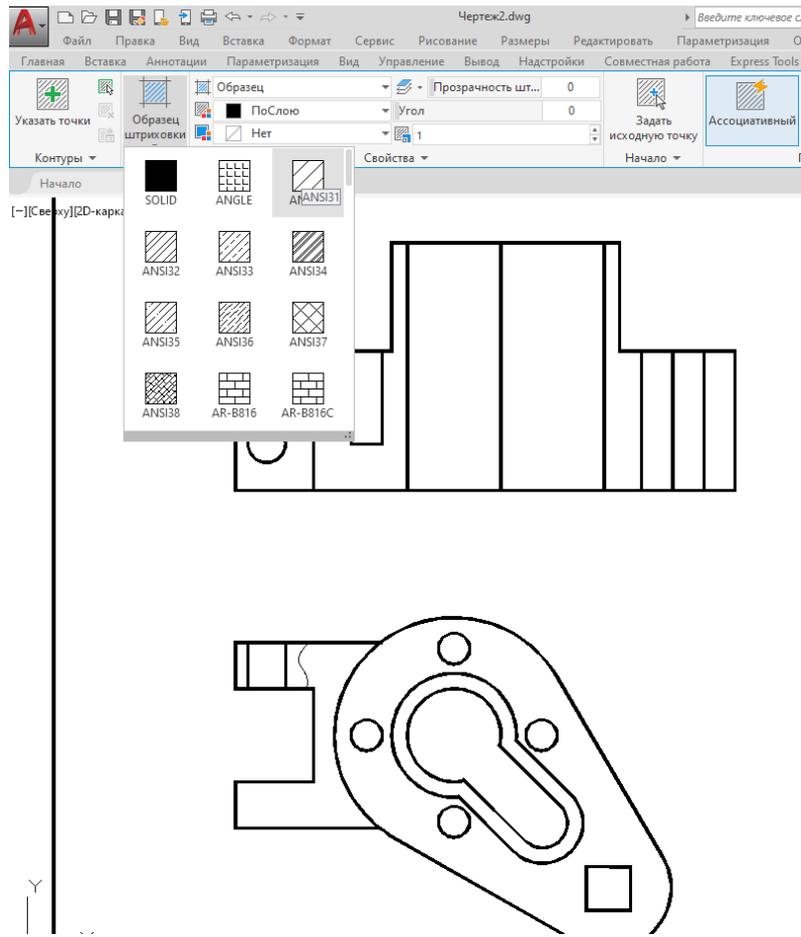


Рис. 2.33. Выполнение штриховки

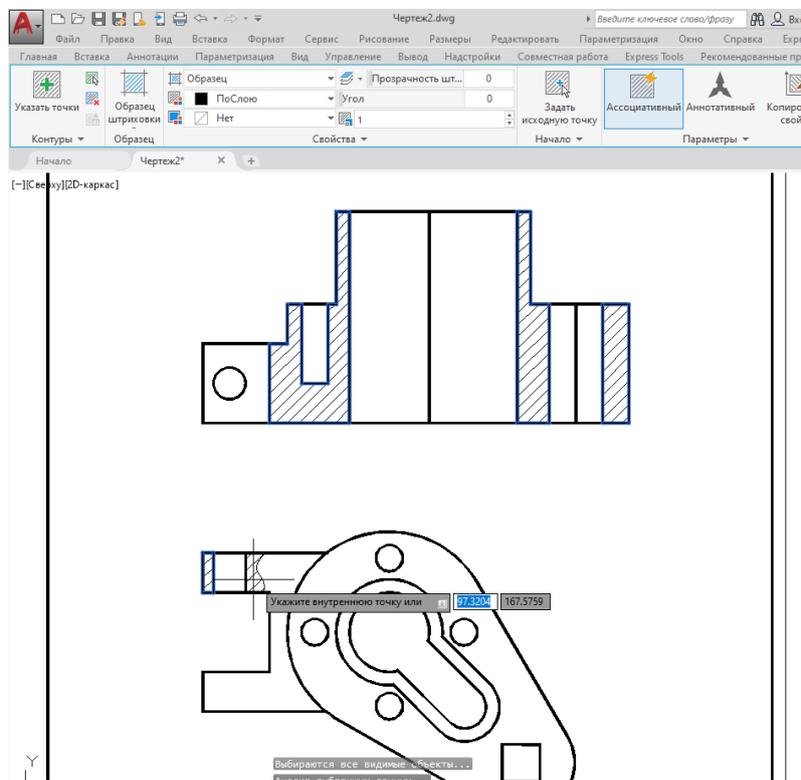


Рис. 2.34. Заштрихованные контуры

Включите слой **Оси** (рис. 2.35).

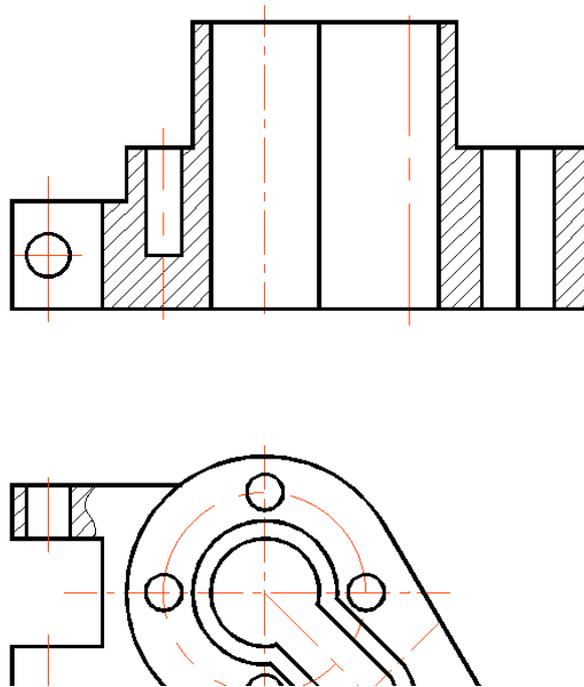
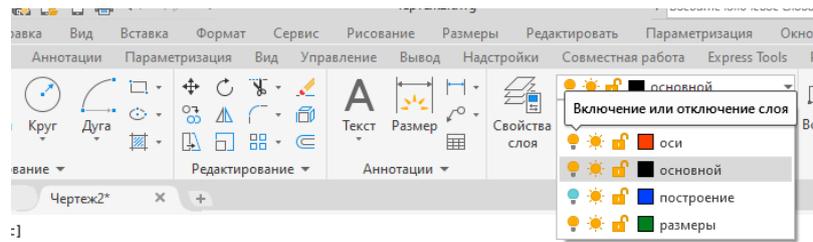


Рис. 2.35. Изображения чертежа детали с штриховкой

29. Нанесите размеры на чертеж детали.

Установите слой **Размеры**.

Панель для нанесения размеров приведена на рис. 2.36.

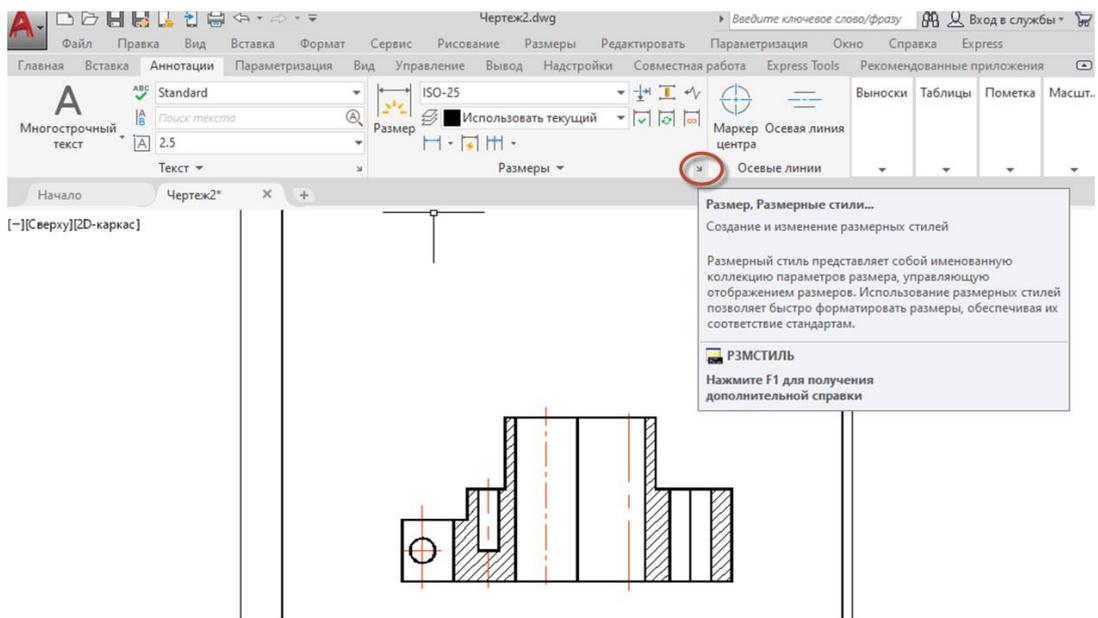


Рис. 2.36. Выносная панель для нанесения размеров

Размерный стиль для нанесения размеров настраивается в диалоговом окне **Диспетчер размерных стилей** (рис. 2.37).

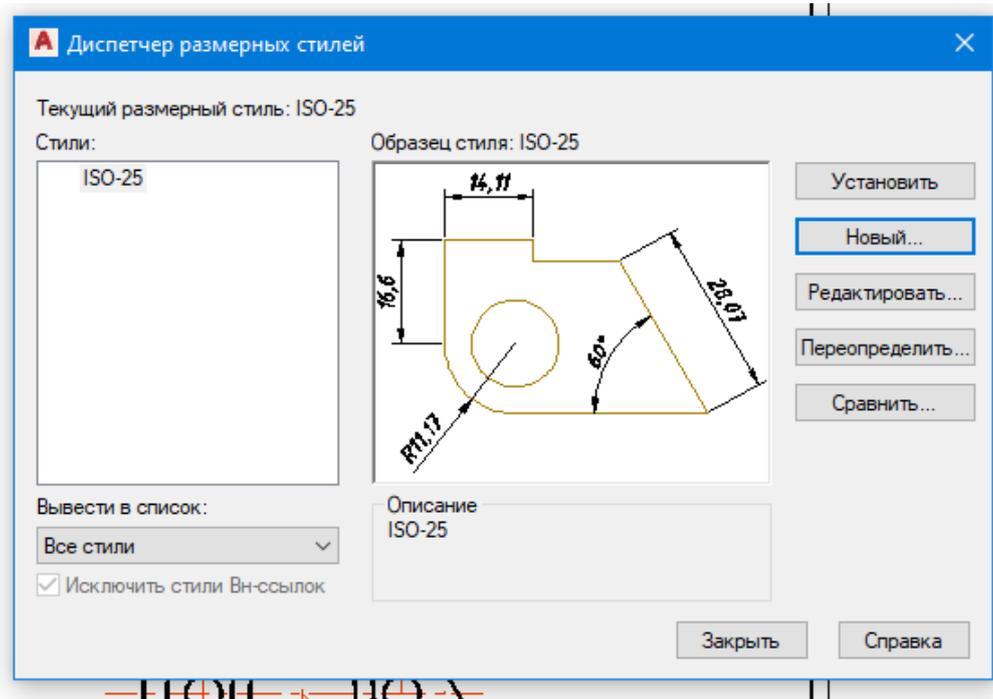


Рис. 2.37. Диалоговое окно **Диспетчер размерных стилей**

По умолчанию каждый чертеж всегда содержит два стиля, стиль **STANDART** (для неметрической системы единиц) и стиль **ISO-25** (для метрической системы единиц).

Создайте и настройте свой размерный стиль.

В вашем размерном стиле отмените отступ выносной линии от контура, скорректируйте величину стрелок и выступ выносной линии, измените тип шрифта, уменьшите точность проставляемого размерного числа.

Для настройки размерного стиля нажмите левой кнопкой мыши на кнопку  на вкладке **Анотация**, панель **Размеры** (рис. 2.36).

В открывшемся диалоговом окне **Диспетчер размерных стилей** (рис. 2.37) нажмите кнопку **Новый** ⇒ задайте имя нового стиля, например **Копия ISO-25** ⇒ **Далее** – в верхней части окна появятся вкладки, открывая которые можно настроить требуемые параметры (рис. 2.38).

Откройте вкладку **Линии**.

В окне **Выносные линии** задайте в окне **Удлинение за размерную** значение **2**; в окне **Отступ от объекта** – отступ равный **0**.

Во вкладке **Символы и стрелки** в окне **Размер стрелки** задайте значение размера стрелки **4** ⇒ **ОК**.

Изменяя параметры вкладки **Текст**, можно выбрать текстовый стиль или значение его высоты, а также изменить расположение текста по отношению к размерным и выносным линиям.

Откройте вкладку **Текст**.

Задайте **Стиль текста** (кнопка ) , указав в нем тип шрифта **ISOCPEUR**.

Установите в окне **Высота шрифта** значение **5**.

Установите в окне **Угол наклона** значение **15** (наклон относительно вертикальной линии).

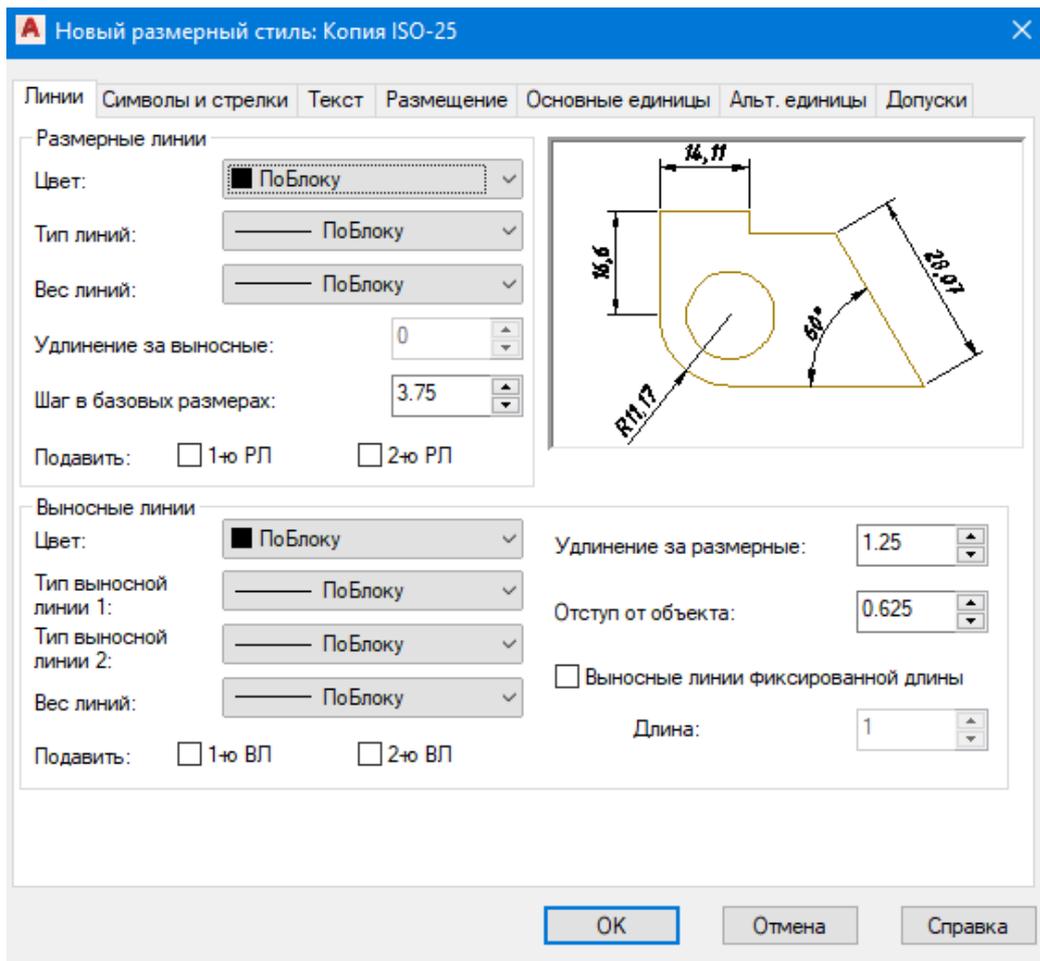


Рис. 2.38. Диспетчер размерных стилей

В окне **Отступ от размерной линии** установите значение **1.5**.

В окне **Ориентация текста** выберите **Согласно ISO** и нажмите кнопку **ОК**.

Откройте вкладку **Размещение**.

В окне **Параметры размещения** задайте **Текст всегда между выносными**.

В окне **Размещение текста** задайте **Строить выноску**.

В окне **Подгонка элементов** установите значения **Размещение текста вручную** и **Размерная линия между выносными**.

Откройте вкладку **Основные единицы**.

В окне **Точность** задайте значение **0**.

В окне **Округление** установите значение **0** и нажмите кнопку **ОК**.

Настройка вашего слоя закончена. Сделайте его рабочим, нажав кнопку **Установить** текущим ⇒ **ОК**.

Нанесите размеры, как показано на рис. 2.43.

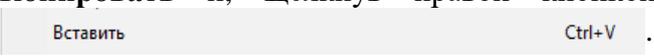
При нанесении линейных размеров используйте средства объектной привязки, которые помогают точно поставить размер на чертеже.

В AutoCAD символ диаметра  $\varnothing$  представлен в виде кода `%%C`, т. е. чтобы на чертеже была выполнена надпись  $\varnothing 30$ , нужно набрать на клавиатуре выражение `%%C` (шрифт английский в текстовой строке), затем размерное число **30**.

Символ квадрата  $\square$  представлен в виде кода `{\H1.08333x;\square}14`.

Чтобы на чертеже появился знак квадрата, нужно набрать с клавиатуры код или отредактировать размерное число. Для этого нужно дважды щёлкнуть левой кнопкой

мыши на численное значение размерного числа 14. В открывшейся вкладке **Текстовый стиль** на панели **Вставка** нажать кнопку **Обозначение**  (рис. 2.39), в открывшемся списке выбрать обозначение **Другое**. На экране появится **Таблица символов**. В таблице символов найти знак квадрата □, нажать кнопку **Выбрать**, затем кнопку **Копировать** и, щёлкнув правой кнопкой мыши, выбрать опцию **Вставить**

 .

На чертеже перед числом 14 появится знак квадрата.

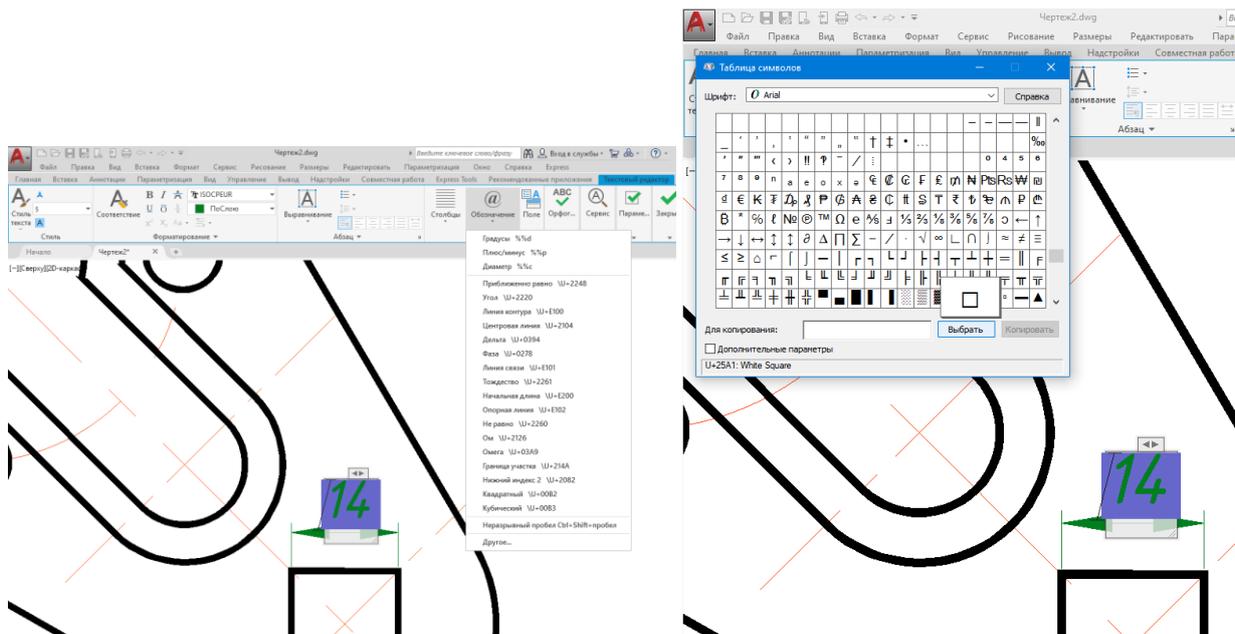
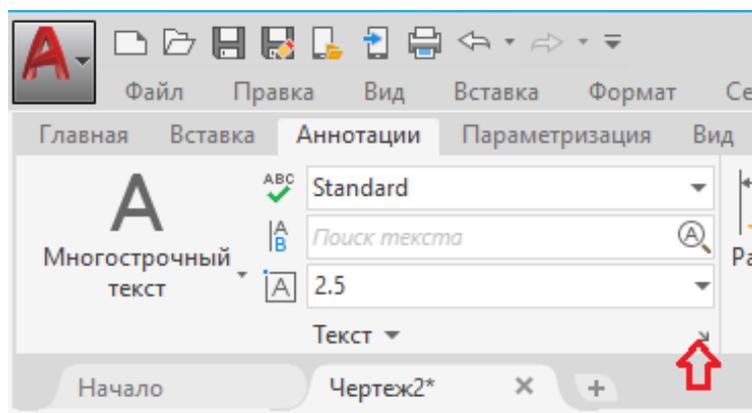


Рис. 2.39. Выбор символов

**30.** Для оформления чертежа заполните графы основной и дополнительной надписи чертежа.

Вызовите окно **Стили текста**, нажав кнопку  во вкладке **Аннотация** на панели **Текст**, и установите необходимые параметры шрифта (рис. 2.40).



Увеличьте фрагмент изображения графы основной надписи.

При заполнении строк используйте режим **Орто** , чтобы буквенные строчки были прямыми.

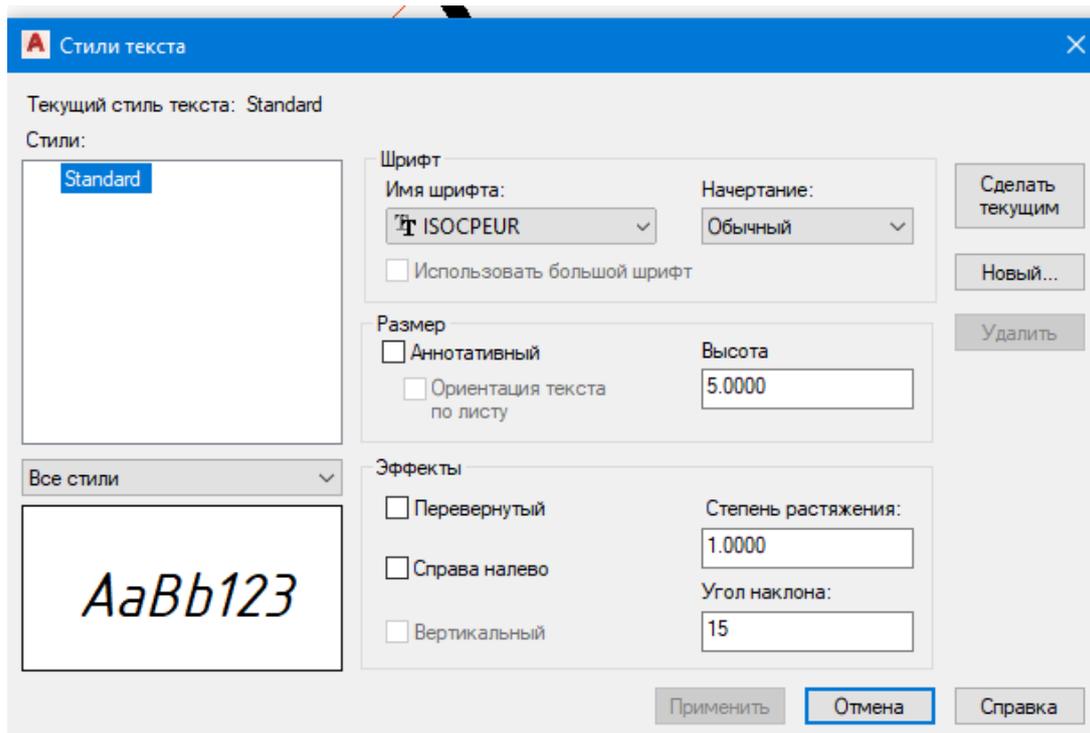
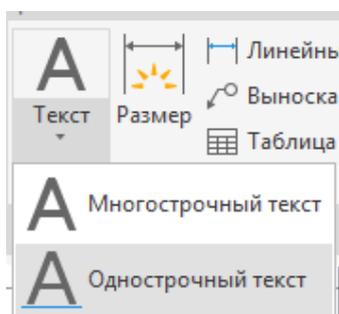


Рис. 2.40. Стили текста

Вызовите команду **Текст** (вкладка **Главная**, панель **Аннотации**) ⇒ **Однострочный**.



Заполните соответствующие строки.

Наименование детали – **Корпус**.

Обозначение детали – **КГГ2.731000.001**.

Материал – **Сталь 45 ГОСТ 1055–2013**.

Для заполнения дополнительной графы увеличьте необходимый фрагмент чертежа (рис. 2.41).

Вызовите команду **Текст** (вкладка **Главная**, панель **Аннотации**) ⇒ **Однострочный**.

При заполнении дополнительной графы не забывайте, что текстовая строка заполняется снизу вверх (бокком), при запросе *угол поворота текста* необходимо ввести значение **90**.

**31.** Обозначьте выполненный сложный ломаный разрез на чертеже.

Сложные разрезы на чертеже обозначаются при помощи линий следов секущих плоскостей, стрелок и букв. Линии следов и стрелки выполняют примитивом **Полилиния**, изменяя его толщину.

Вызовите команду **Полилиния**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**). Начертите линии следов (отрезки) длиной 10 мм и толщиной 0.8 мм, как на рис. 2.43.



Рис. 2.41. Надпись в дополнительной графе

Постройте стрелки, показывающие направление проецирования разреза.

Вызовите команду **Полилиния**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

От края построенных линий следов отступите по 2 мм и зафиксируйте первую точку полилинии (которая будет началом стрелки), щёлкнув левой кнопкой мыши по полю чертежа.

После вызова команды на экране появится запрос:

*Следующая точка [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:* выберите, щёлкнув правой кнопкой мыши, опцию **Ширина**.

*Начальная ширина <0.8000>:* введите значение **0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Конечная ширина <0.8000>:* введите значение **4** и нажмите клавишу **Enter**.

Длину стрелки сделайте 5 мм. После построения стрелки достройте линию стрелки, не прерывая команду **Полилиния**. Для этого нужно изменить толщину полилинии с 4 до 0 мм.

*Следующая точка [Дуга/Полуширина/длина/Отменить/Ширина]:* выберите опцию **Ширина**.

*Начальная ширина <0.8000>:* введите **0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Конечная ширина <0.8000>:* введите **0** и нажмите клавишу **Enter**.

Длина линии стрелки 5 мм (рис. 2.42).



Рис. 2.42. След секущей плоскости

Обозначьте разрез русскими буквами алфавита.

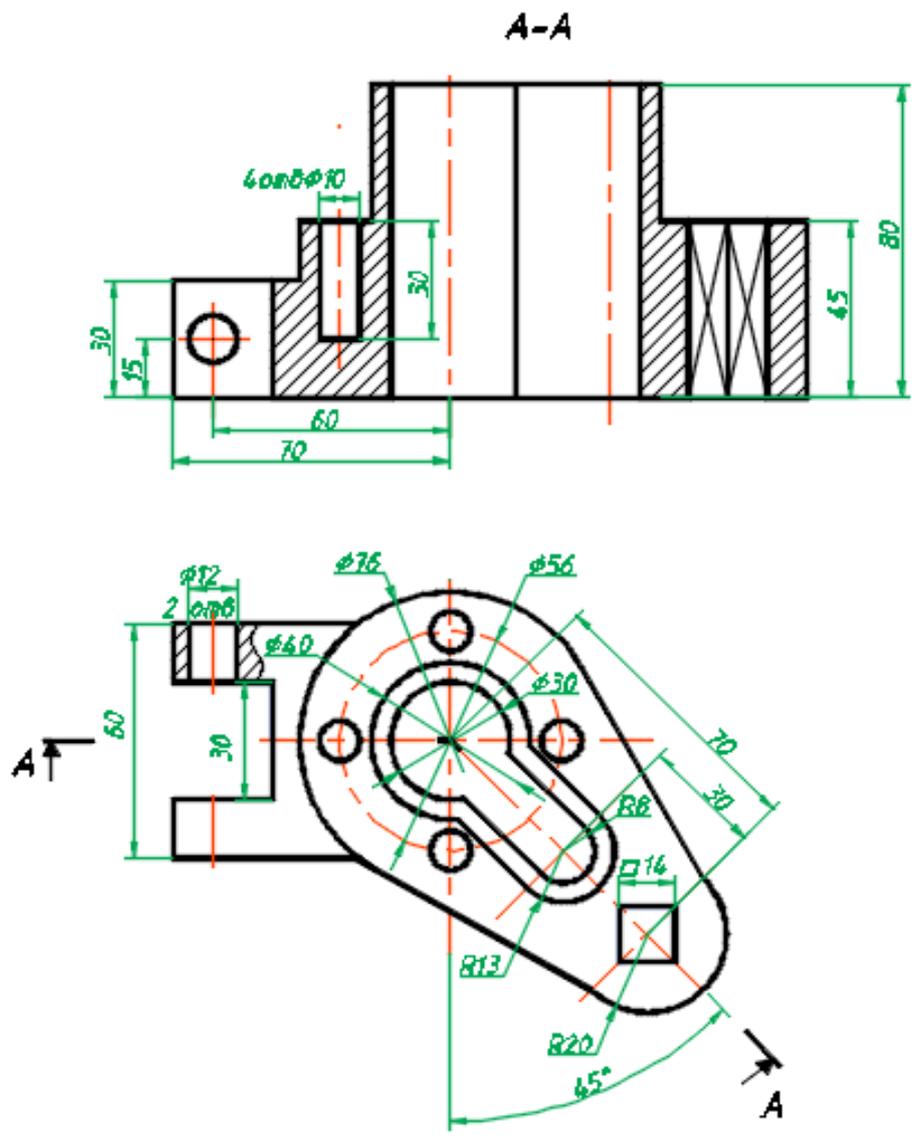
В результате проделанной работы должен получиться чертёж корпуса, как на рис. 2.43.

**32.** Сохраните выполненный чертёж и закончите работу с программой AutoCad.

Чертежи в AutoCAD сохраняются на диске в виде файлов с расширением dwg.

Если чертёж новый и сохраняется впервые, то при его сохранении нужно указать имя файла, а также где этот файл следует разместить – указать диск и папку.

КГГ2.731000.002



				<b>КГГ2.731000.002</b>		
Исполнитель	Исполнитель	Проверка	Согласовано	<b>Корпус</b>	Лист	Кол-во листов
Инженер	Инженер	Инженер	Инженер		1	1
				См. №45 ГОСТ 1050-2013		
				ТМЗ ИРП Формат А4		

Рис. 2.43. Чертеж корпуса

## Глава 3

# ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПОНОВКА ЧЕРТЕЖА

Целью данного раздела является знакомство с возможностями САПР AutoCAD по созданию и редактированию объемных твердотельных объектов в рабочем пространстве **3D-моделирование** и созданию рабочего чертежа в пространстве листа.

В результате выполнения работы будут освоены операции:

- по созданию твердотельных примитивов в рабочем пространстве **3D-моделирование**;
- по созданию видов в пространстве листа.

### 3.1. Создание твердотельной модели

В результате данной работы будет создана твердотельная модель гайки накидной (рис. 3.1).

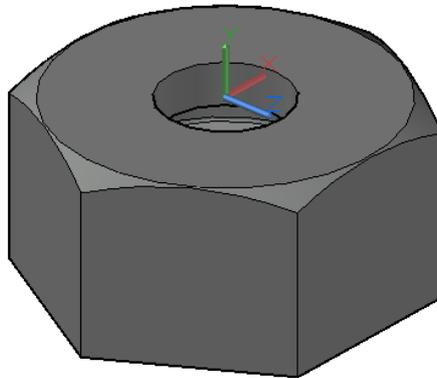


Рис. 3.1. Твердотельная модель гайки накидной

Порядок выполнения работы:

1. Загрузите программу **AutoCAD**, создайте файл и сохраните его в своей папке.
2. В появившемся рабочем окне системы AutoCAD в правом нижнем углу в строке состояния AutoCAD нажмите кнопку  и выберите рабочее пространство **3D-моделирование** (рис. 3.2).

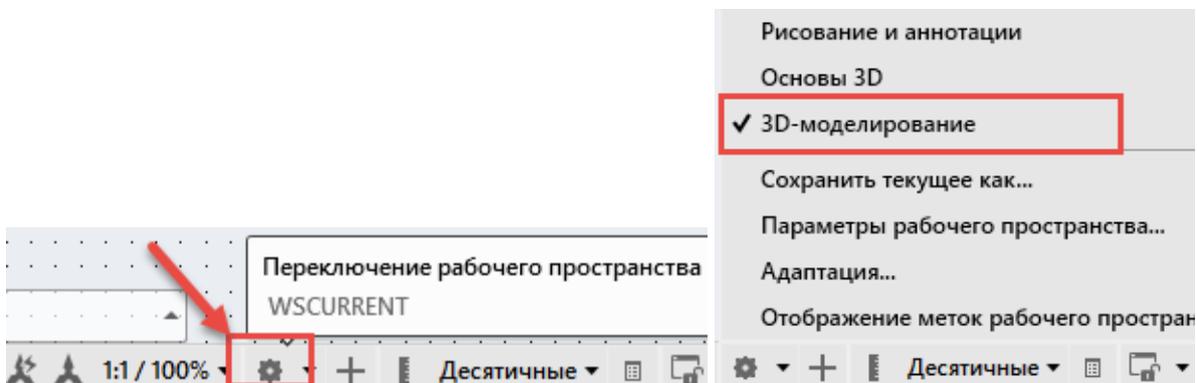


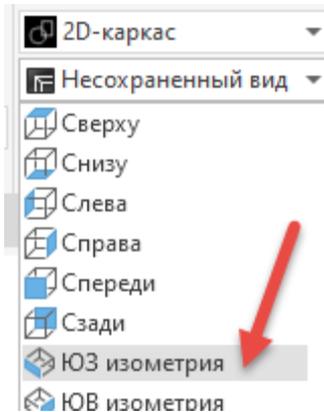
Рис. 3.2. Строка состояния AutoCAD  
и контекстное меню выбора рабочего пространства

### 3. Создайте внешний контур гайки.

Внешний контур гайки представляет собой результат пересечения цилиндра со снятой фаской и шестигранной призмы.

Для наглядности построения измените точку взгляда на рабочее пространство.

Вызовите команду **ЮЗ изометрия**  (вкладка **Главная**, панель **Вид**).



Для начала построения контура гайки вызовите команду **Цилиндр**  (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).

После вызова команды на экране появится запрос:

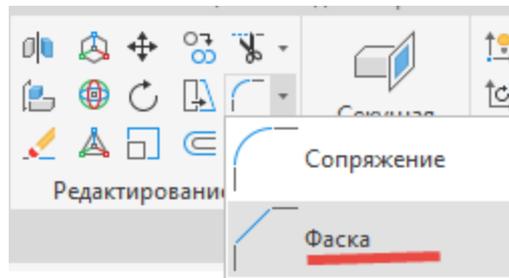
*Центр основания:* введите координаты центра **0,0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Радиус основания:* введите значение **36** и нажмите клавишу **Enter**.

*Высота цилиндра:* введите значение **34** и нажмите клавишу **Enter**.

Цилиндр построен.

Для снятия фаски с цилиндра вызовите команду **Фаска** (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**).



На экране появится запрос:

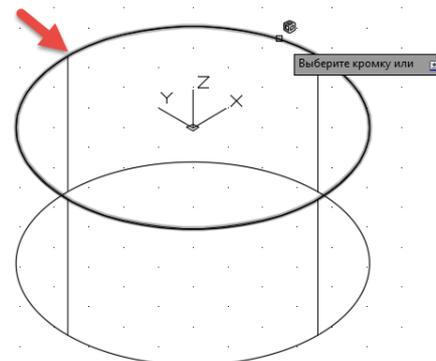
*Выберите первый отрезок:* наведите курсор мыши на окружность верхнего основания цилиндра и щёлкните левой кнопкой мыши.

*Задайте параметр выбора поверхности:* выберите **ОК (текущая)**.

*Задайте длину фаски базовой поверхности:* введите значение **5** и нажмите клавишу **Enter**.

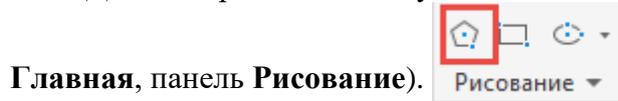
*Задайте длину фаски другой поверхности:* введите значение **3** и нажмите клавишу **Enter**.

*Выберите кромку:* укажите щелчком левой кнопки мыши вновь на окружность верхнего основания и нажмите клавишу **Enter**.



Фаска с цилиндра снята.

Для построения многоугольника вызовите команду **Многоугольник** (вкладка



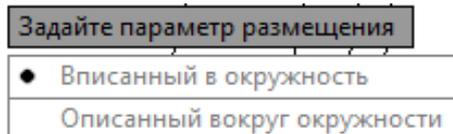
**Главная, панель Рисование).**

На экране появится запрос:

*Число сторон:* введите значение **6** и нажмите клавишу **Enter**.

*Укажите центр многоугольника или:* введите координаты **0,0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Задайте параметр размещения:* выберите опцию **Вписанный в окружность**.



*Радиус окружности:* введите значение **36** и нажмите клавишу **Enter**.

В результате построения получится шестиугольник (рис. 3.3).

Выдавите построенный шестиугольник для создания шестигранной призмы.

Вызовите команду **Выдавить** (вкладка **Главная, панель Моделирование**).

После вызова команды на экране появится запрос:

*Выберите объекты для выдавливания или:* укажите щелчком левой кнопки мыши на полученный шестиугольник и нажмите клавишу **Enter**.

*Высота выдавливания или:* введите значение **34** и нажмите клавишу **Enter** (рис. 3.4).

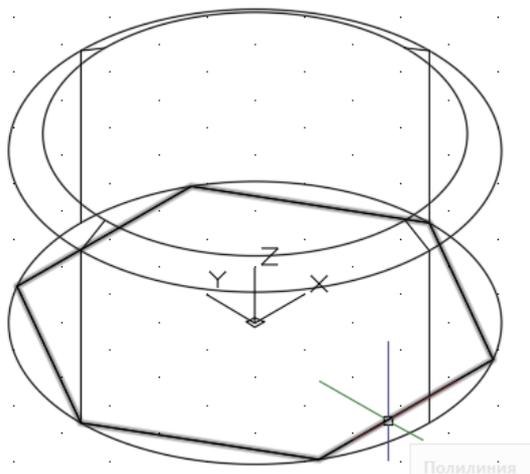


Рис. 3.3. Построение шестиугольника

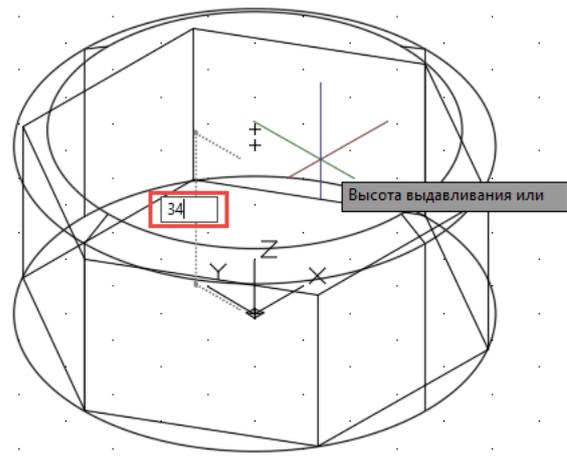
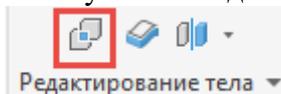


Рис. 3.4. Выдавливание шестиугольника

Направление выдавливания (вверх или вниз) при этом задается положением указателя мыши, покажите направление параллельно высоте цилиндра.

Для создания внешнего контура гайки нужно объединить цилиндр и призму.

Вызовите команду **Пересечение** (вкладка **Главная, панель Редактирование тела**).



На экране появится запрос:

*Выберите объекты:* при помощи щелчка левой кнопки мыши укажите цилиндр, затем шестигранную призму и нажмите клавишу **Enter**.

В результате выполненной команды получился шестигранник со снятой конической фаской (рис. 3.5).

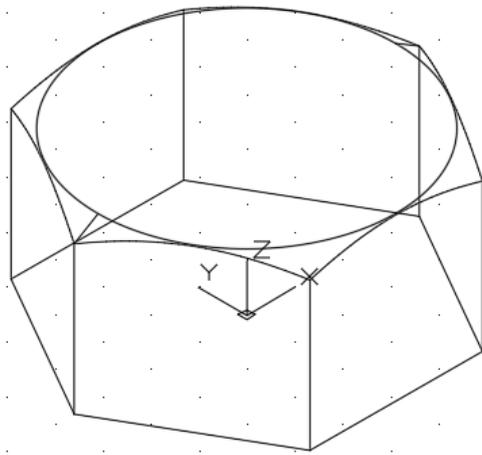


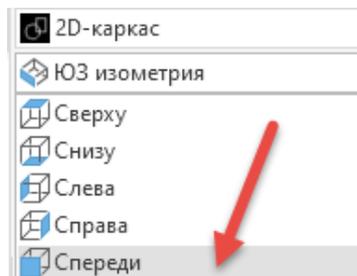
Рис. 3.5. Внешняя форма гайки

4. Создайте внутреннюю форму гайки.

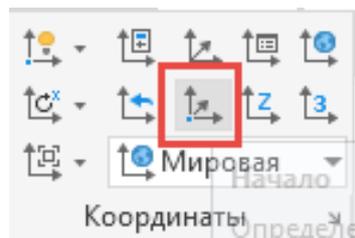
Её удобнее всего создать методом вращения контура.

Внутренний контур будем строить во фронтальной плоскости, поэтому меняем плоскость построений.

Вызовите команду **Спереди** (вкладка **Главная**, панель **Вид**).

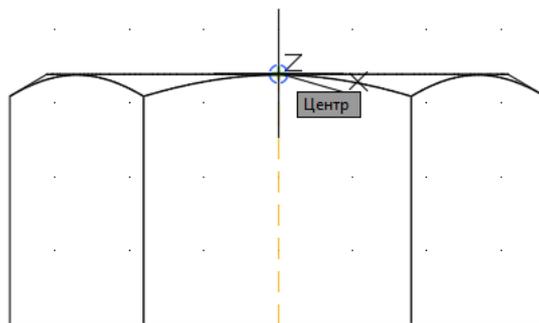


Если начало координат оказалось на нижнем основании гайки, перенесите его на верхнее основание, для этого вызовите команду **Начало** (вкладка **Главная**, панель **Координаты**).



На экране появится запрос:

*Новое начало координат:* с помощью привязки **Центр** укажите центр верхнего основания гайки.



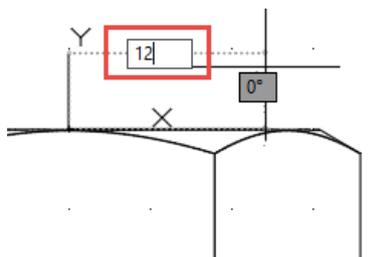
Включите режим **Орто** .

Для создания контура вращения вызовите команду **Полилиния**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

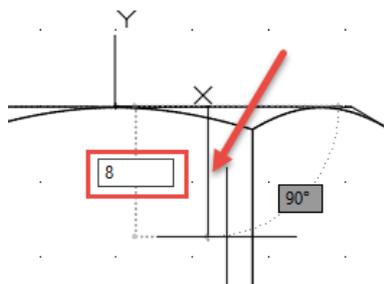
После вызова команды на экране появится запрос:

*Начальная точка или:* введите координаты **0,0** и нажмите клавишу **Enter**.

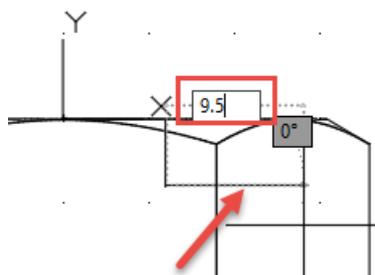
*Следующая точка или:* передвиньте указатель мыши так, чтобы появилась горизонтальная линия, направленная вправо, введите значение **12** и нажмите клавишу **Enter**.



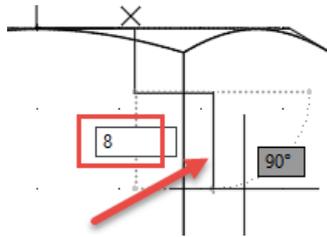
*Следующая точка или:* передвиньте указатель мыши так, чтобы на экране появилась вертикальная линия, направленная вниз, и введите значение **8** и нажмите клавишу **Enter**.



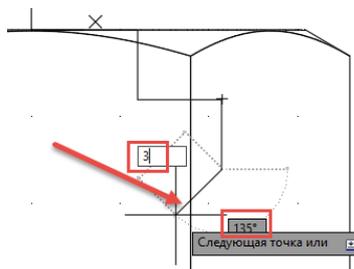
*Следующая точка или:* сместите указатель мыши так, чтобы появилась горизонтальная линия, направленная вправо, введите значение **9.5** и нажмите клавишу **Enter**.



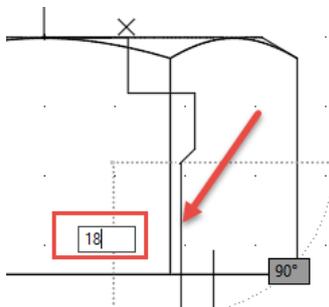
*Следующая точка или:* передвиньте указатель мыши так, чтобы появилась вертикальная линия, направленная вниз, введите значение **8** и нажмите клавишу **Enter**.



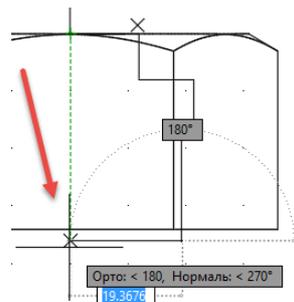
*Следующая точка или:* отключите щелчком левой кнопки мыши кнопку **Орто** , переместите курсор мыши до появления значения угла **135°**, введите значение **3** и нажмите клавишу **Enter**.



*Следующая точка или:* включите кнопку **Орто** , установите указатель мыши так, чтобы появилась вертикальная линия направленная вниз, введите значение **18** и нажмите клавишу **Enter**.



*Следующая точка или:* включите щелчком левой кнопки мыши кнопки **Привязка**  и **Отображение опорных линий привязки** , перемещайте курсор влево, пока не сработает объектное отслеживание от точки начала полилинии (появится зеленая пунктирная линия), щелкните левой кнопкой мыши в появившееся перекрестие.



*Следующая точка или:* выберите в контекстном меню опцию **Замкнуть**.

В результате выполненных команд будет получен замкнутый контур вращения, построенный полилинией (рис. 3.6).

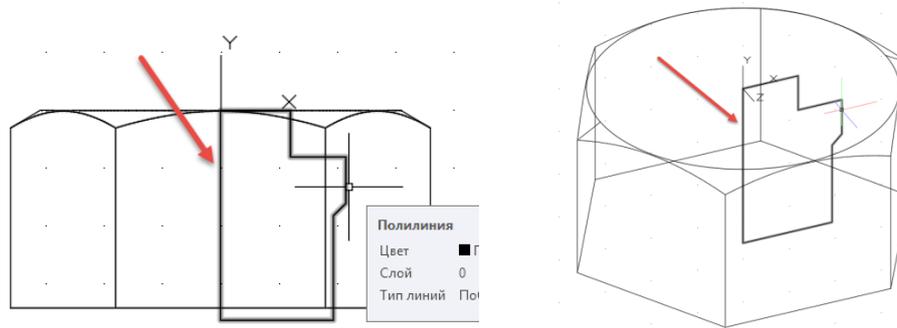
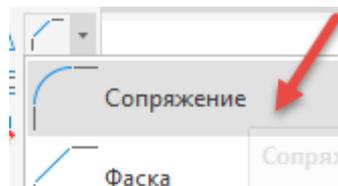


Рис. 3.6. Контур внутренней формы

5. Скруглите углы проточки построенного замкнутого контура.

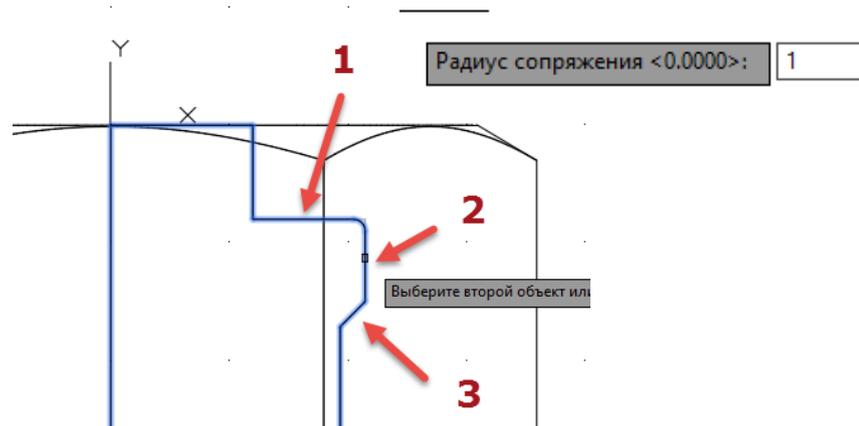
Вызовите команду **Сопряжение** (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**).



На экране появится запрос:

*Выберите первый объект или:* раскройте клавишу  в окне динамического ввода. Для этого нажмите на клавиатуре клавишу **Стрелка вниз** ↓. Из открывшегося списка опций выберите **Радиус** и введите значение радиуса **1** и нажмите клавишу **Enter**.

*Выберите первый объект или:* укажите щелчком левой кнопки мыши на горизонтальную сторону контура **1**.

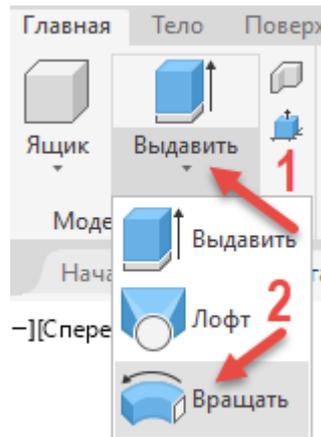


*Выберите второй объект:* укажите щелчком левой кнопки мыши на вертикальную сторону контура **2**.

В результате получится скругленный угол построенного контура.

Повторите команду сопряжения для сторон контура 2 и 3.

6. Выполните вращение полученного контура для создания объемного тела. Вызовите команду **Вращать** (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).



На экране появится запрос:

*Выберите объекты для вращения или:* щелкните левой кнопки мыши по полученному контуру нажмите клавишу **Enter**.

Необходимо указать точки оси, вокруг которой будет вращаться контур.

*Начальная точка оси вращения или:* используя объектную привязку **Конечная точка**  **Конточка**, щелкните левой кнопкой мыши на верхнюю точку 1 оси вращения (рис. 3.7).

*Конечная точка оси:* щелкните левой кнопкой мыши на нижнюю точку 2 оси вращения.

*Угол вращения или:* введите значение **360** и нажмите клавишу **Enter**.

В результате вращения получится фигура, представленная на рис. 3.8.

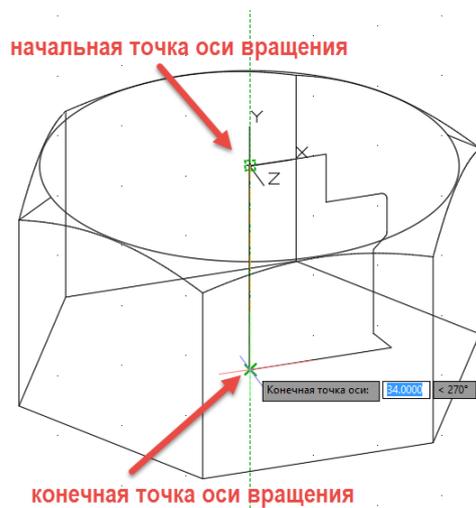


Рис. 3.7. Задание оси вращения контура

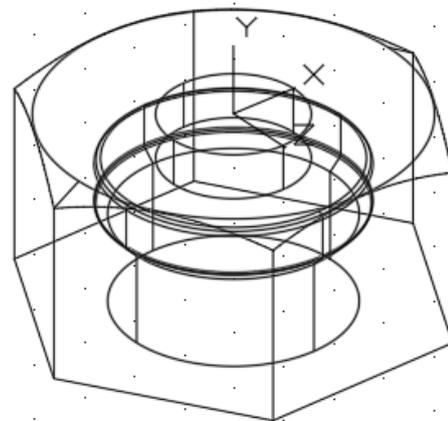


Рис. 3.8. Результат вращения

**7.** Вычтите внутренний контур из внешнего контура гайки для получения единой формы гайки с резьбовым отверстием.

Вызовите команду **Вычитание**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование тела**).

На экране появится запрос:

*Выберите объекты:* укажите щелчком левой кнопки мыши шестигранник и нажмите клавишу **Enter**.

*Выберите объекты:* укажите щелчком левой кнопки мыши внутренний контур гайки и нажмите клавишу **Enter**.

В результате оба твердотельных примитива превратились в один составной объект.

**8.** Создайте резьбовую фаску.

С помощью команды **Орбита**  на панели навигации (или комбинацией Shift + средняя кнопка мыши) поверните пространство так, чтоб видеть нижнюю часть гайки.

Вызовите команду **Фаска**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**).

На экране появится запрос:

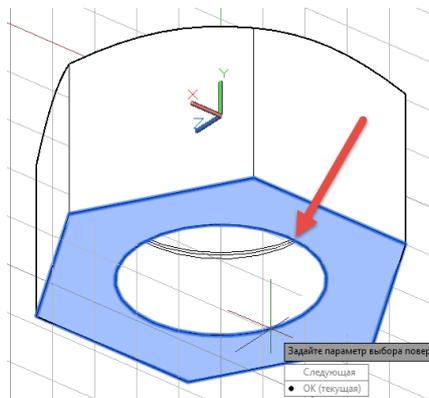
*Выберите первый отрезок:* укажите щелчком левой кнопки мыши на нижнюю окружность отверстия.

*Задайте параметр выбора поверхности:* выберите **ОК (текущая)**.

*Задайте длину фаски базовой поверхности:* введите значение **3** и нажмите клавишу **Enter**.

*Задайте длину фаски другой поверхности:* введите значение **3** и нажмите клавишу **Enter**.

*Выберите кромку:* укажите щелчком левой кнопки мыши вновь на окружность отверстия и нажмите клавишу **Enter**.



Фаска создана.

**9.** Поменяйте визуальный стиль, чтобы скрыть невидимые линии.

Вызовите команду **Скрытие линий** (вкладка **Главная**, панель **Вид**) в раскрывшемся списке кнопки  **2D-каркас** (рис. 3.9) и щёлкните левой кнопкой мыши по ней.

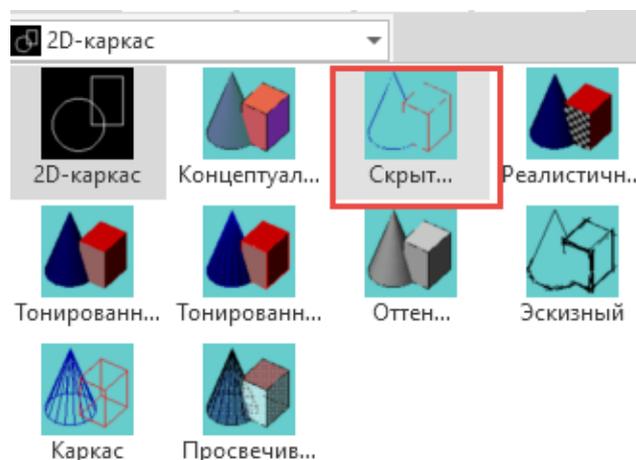


Рис. 3.9. Список для выбора визуального стиля модели

В результате получится изображение гайки, как на рис. 3.10.

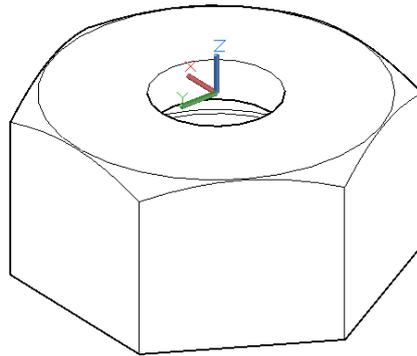


Рис. 3.10. Изображение в визуальном стиле Скрытие линий

### 3.2. Создание рабочего чертежа по твердотельной модели

Для создания рабочего чертежа гайки (рис. 3.11) в пространстве листа воспользуемся уже построенной нами моделью. Чертеж гайки должен содержать вид сверху, вид спереди, совмещенный с разрезом, выносной элемент для внутренней резьбовой проточки и изометрическую проекцию.

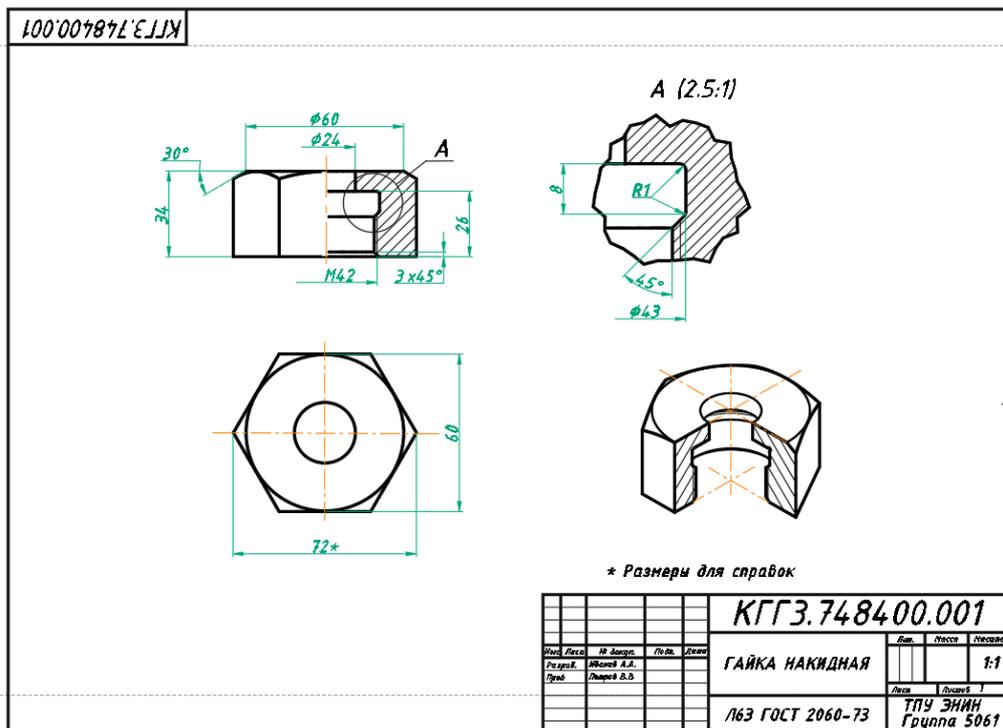
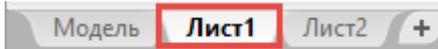


Рис. 3.11. Рабочий чертеж

Порядок выполнения работы:

1. Перейдите на вкладку **Лист1**



2. В контекстном меню, вызванном правой кнопкой мыши, вкладки **Лист1** (рис. 3.12) выберите строку **Диспетчер параметров листов**. В открывшемся окне нажмите кнопку **Редактировать** (рис. 3.13), установите формат листа **420×297**, ориентация чертежа **альбомная** (рис. 3.14).

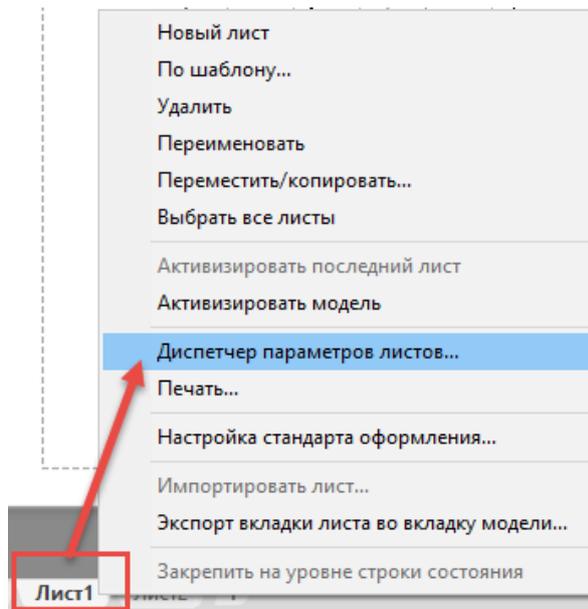


Рис. 3.12. Контекстное меню вкладки Лист

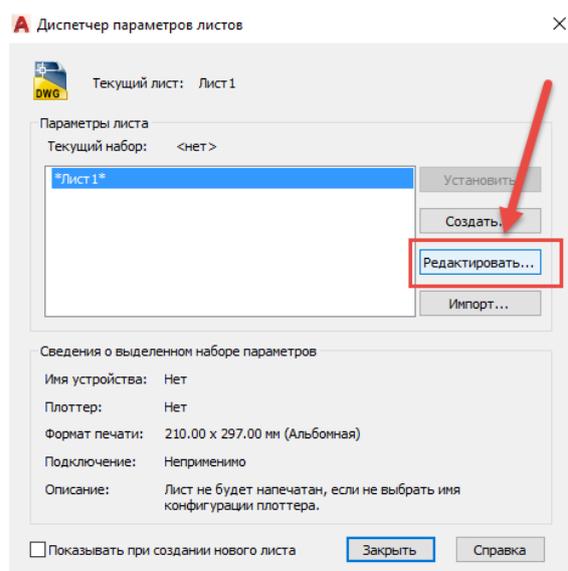


Рис. 3.13. Диалоговое окно Диспетчер параметров листов

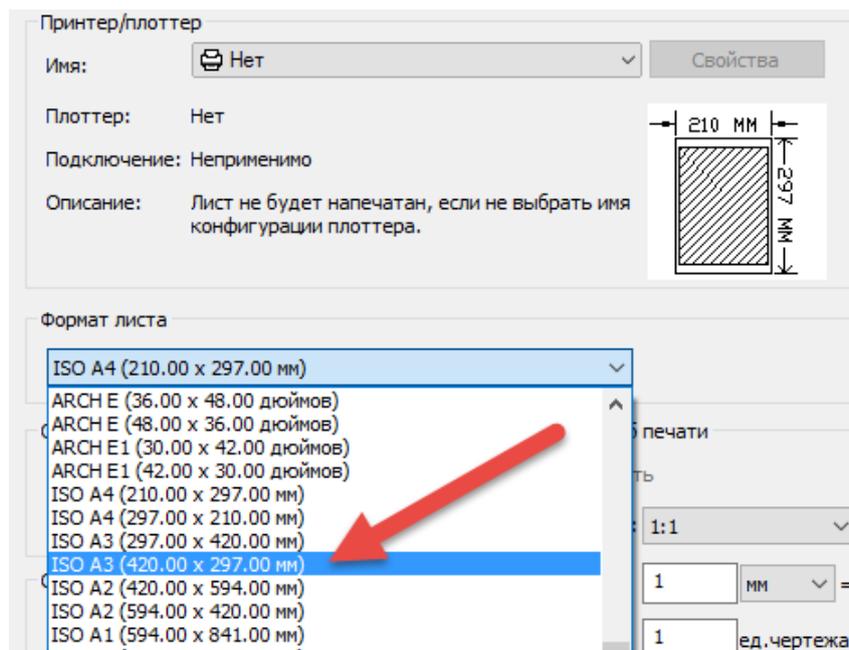
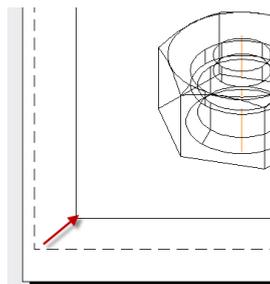


Рис. 3.14. Выбор формата листа

3. Выделите видовой экран, который программа создала по умолчанию, и нажмите клавишу **Delete**.



4. Создайте новый слой, присвойте имя **Основная надпись** и сделайте его текущим.
5. Для оформления чертежа вставьте рамку.

Вызовите команду **Присоединить**  (вкладка **Вставка**, панель **Ссылка**).

В открывшемся окне **Выбора файла ссылки** выберите шаблон горизонтального формата **A3-h** ⇒ **Открыть** ⇒ **ОК**. Программа вернет Вас в пространство листа, и по мере перемещения курсора на экране будет перемещаться вставляемый формат. Установите формат, совмещая его внешние границы с границами листа.



6. Создайте вид сверху.  
Для этого нужно выбрать базовый вид гайки.

Вызовите команду **Из пространства модели**  из выпадающего списка команды **Базовый** (вкладка **Лист**, панель **Создать вид**), рис. 3.15.

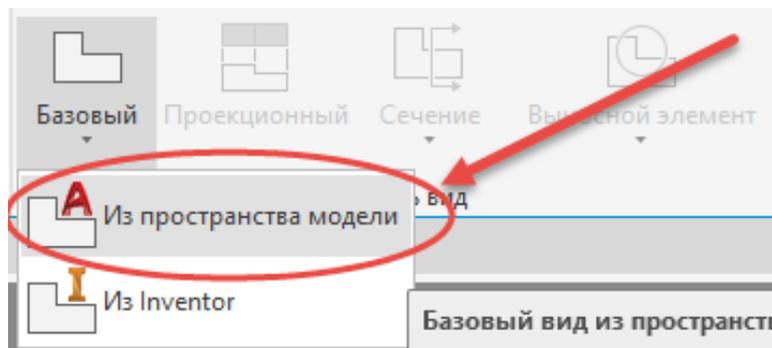


Рис. 3.15. Выбор базового вида

На экране появится запрос:

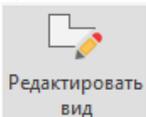
*Положение базового вида или:* воспользовавшись контекстным меню (вызванным щелчком правой кнопки мыши), из списка опций выберите **Направление** (рис. 3.16).

*Выберите ориентацию:* выберите **Сверху** и щелчком левой кнопкой мыши укажите положение вида сверху на листе (нижний левый угол), далее выберите **Выход** и для завершения команды щелкните правой кнопкой мыши.

На листе появится вид гайки сверху.

7. Отредактируйте изображение вида сверху.

Нам не нужны линии невидимого контура, необходимо их скрыть.

Вызовите команду **Редактировать вид**  (вкладка **Лист**, панель **Изменить вид**).

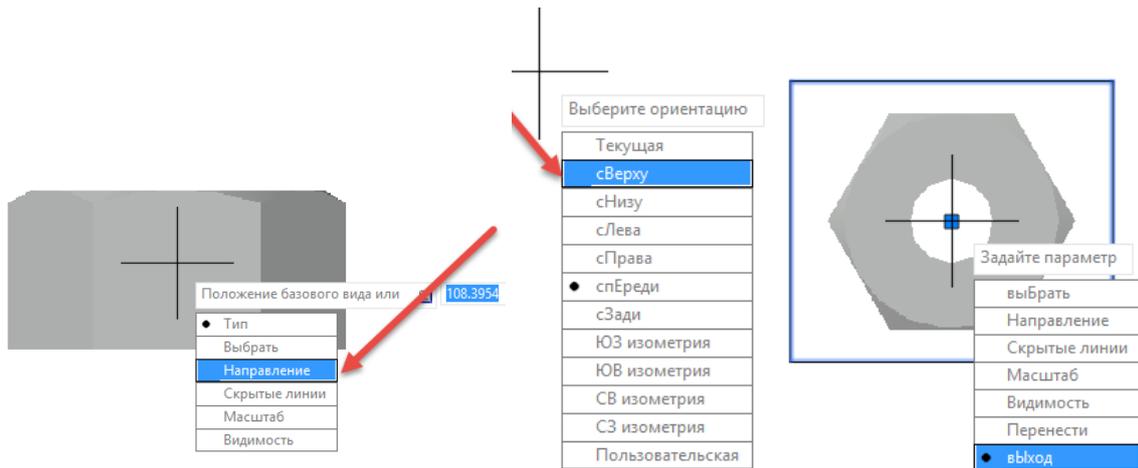


Рис. 3.16. Создание вида сверху

После вызова команды на экране появится запрос:

*Выберите вид:* щелчком левой кнопки мыши укажите вид сверху.

*Задайте параметр:* в списке выберите **Скрытые линии**.

*Выберите стиль:* в списке выберите **Видимые линии**, а затем **Выход** (рис. 3.17).

В результате на виде сверху останутся только видимые линии контура.

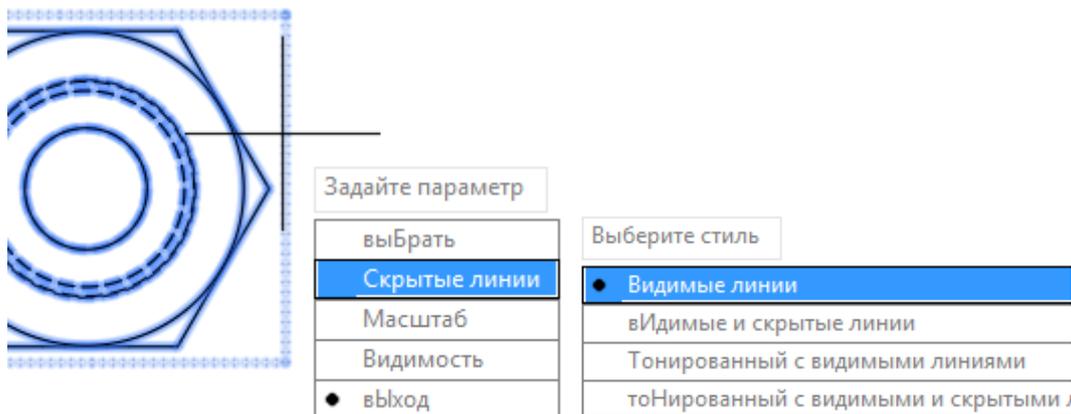
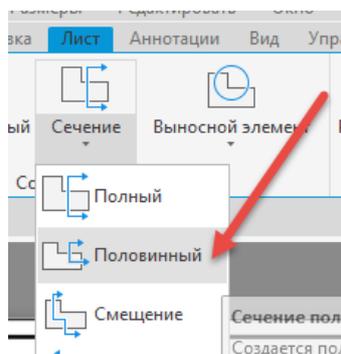


Рис. 3.17. Выбор стиля отображения модели

8. Для выявления внутренней формы гайки выполните простой фронтальный разрез, совмещенный с видом.

Вызовите команду **Половинный**  из выпадающего списка команды **Сечение** (вкладка **Лист**, панель **Создать вид**).



На экране появится запрос:

*Выберите родительский вид:* выберите вид сверху щелкнув левой кнопкой мыши.

*Укажите начальную точку или:* при помощи мыши и объектной привязки (середины, центр, пересечение) укажите 3 точки на виде сверху, как на рис. 3.18, щелкнув левой кнопкой мыши по указанным точкам.

*Укажите местоположение сечения или:* щелчком левой кнопки мыши укажите положение разреза над видом сверху.

*Задайте параметр:* выберите параметр **Выход**.

В результате на главном виде у Вас появится изображение разреза, совмещенного с видом.

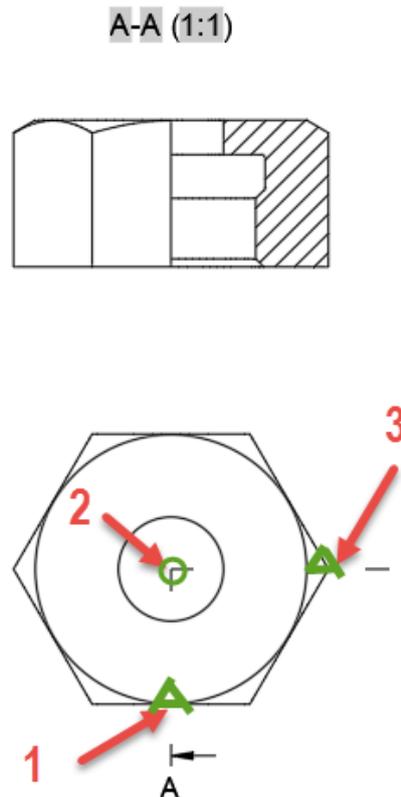


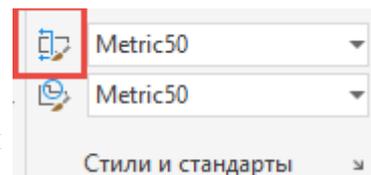
Рис. 3.18. Построение фронтального разреза

#### 9. Измените стиль сечения.

Изменения стиля сечения необходимы, так как вы выполнили простой разрез, который на чертеже не обозначается. При выполнении сложных разрезов настройки стиля сечения необходимо поменять в соответствии с правилами обозначения разрезов на чертеже.

Можно изменить существующий стиль сечения, а можно создать свой.

Создайте свой стиль.



Для этого вызовите команду **Стиль сечения**

**Лист**, панель **Стили и стандарты**).

В появившемся окне **Диспетчера стилей сечения** (рис. 3.19) выберите **Новый**, введите новое имя стиля и нажмите кнопку **Продолжить**.

В открывшемся окне **Новый стиль сечения: 1** во вкладке **Идентификатор** и стрелки в разделе **Стрелки направления** при помощи щелчка левой клавишей мыши снимите галочку возле поля **Показывать стрелки направления** (при этом галочка исчезнет), рис. 3.20.

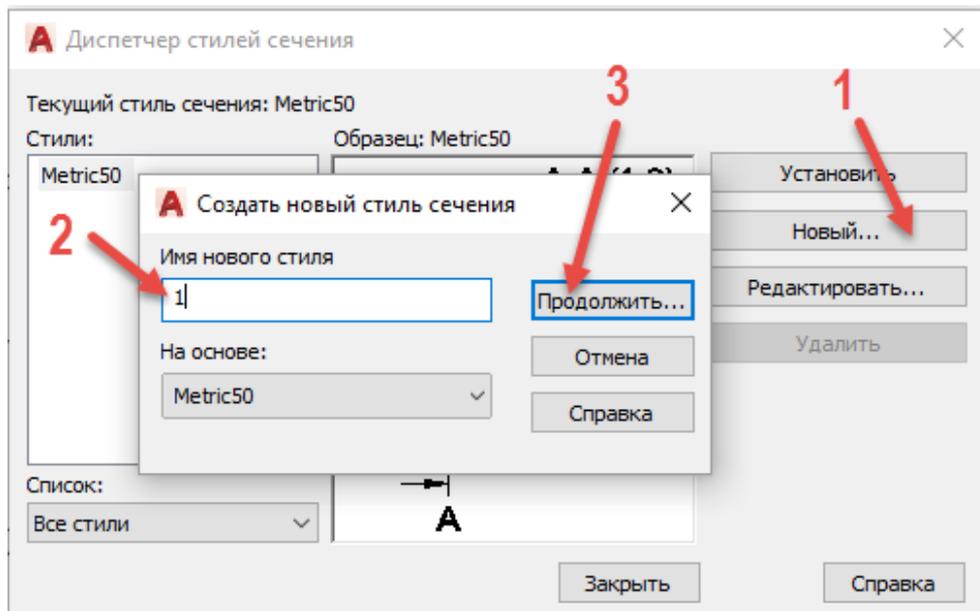


Рис. 3.19. Окно Диспетчер стилей сечения

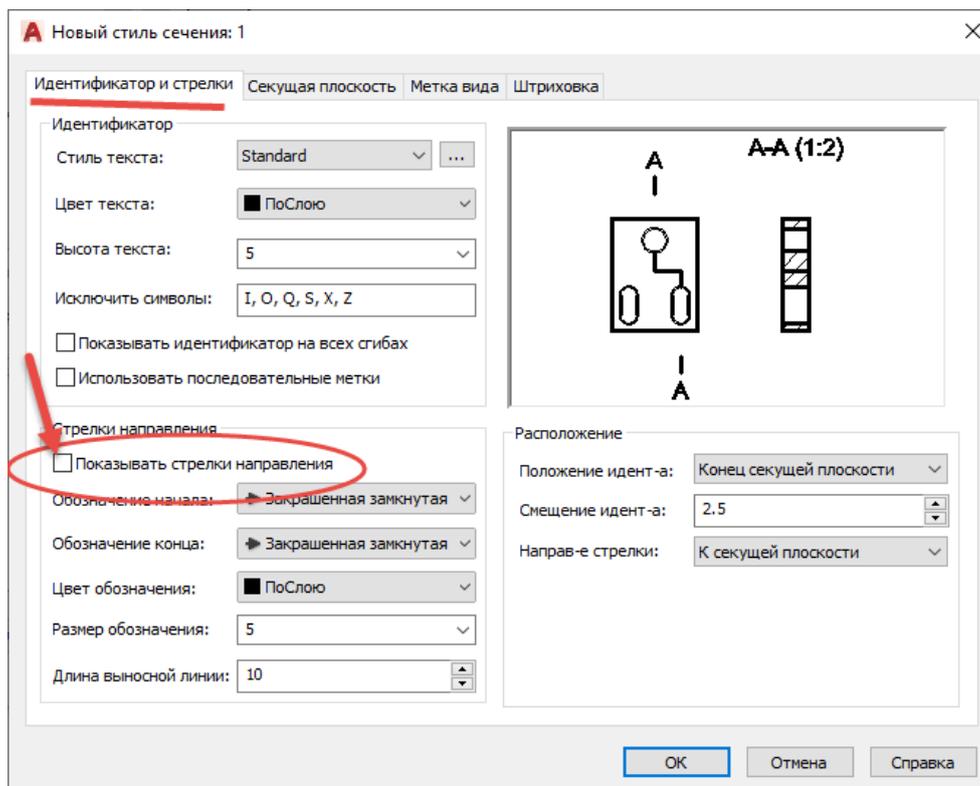


Рис. 3.20. Вкладка Идентификатор и стрелки

Во вкладке **Секущая плоскость** в разделе **Линии конца и сгиба** уберите галочку возле поля **Показывать линии конца и сгиба**. Во вкладке **Метка вида** в разделе **Метка** уберите галочку возле поля **Показать метку вида** (рис. 3.21).

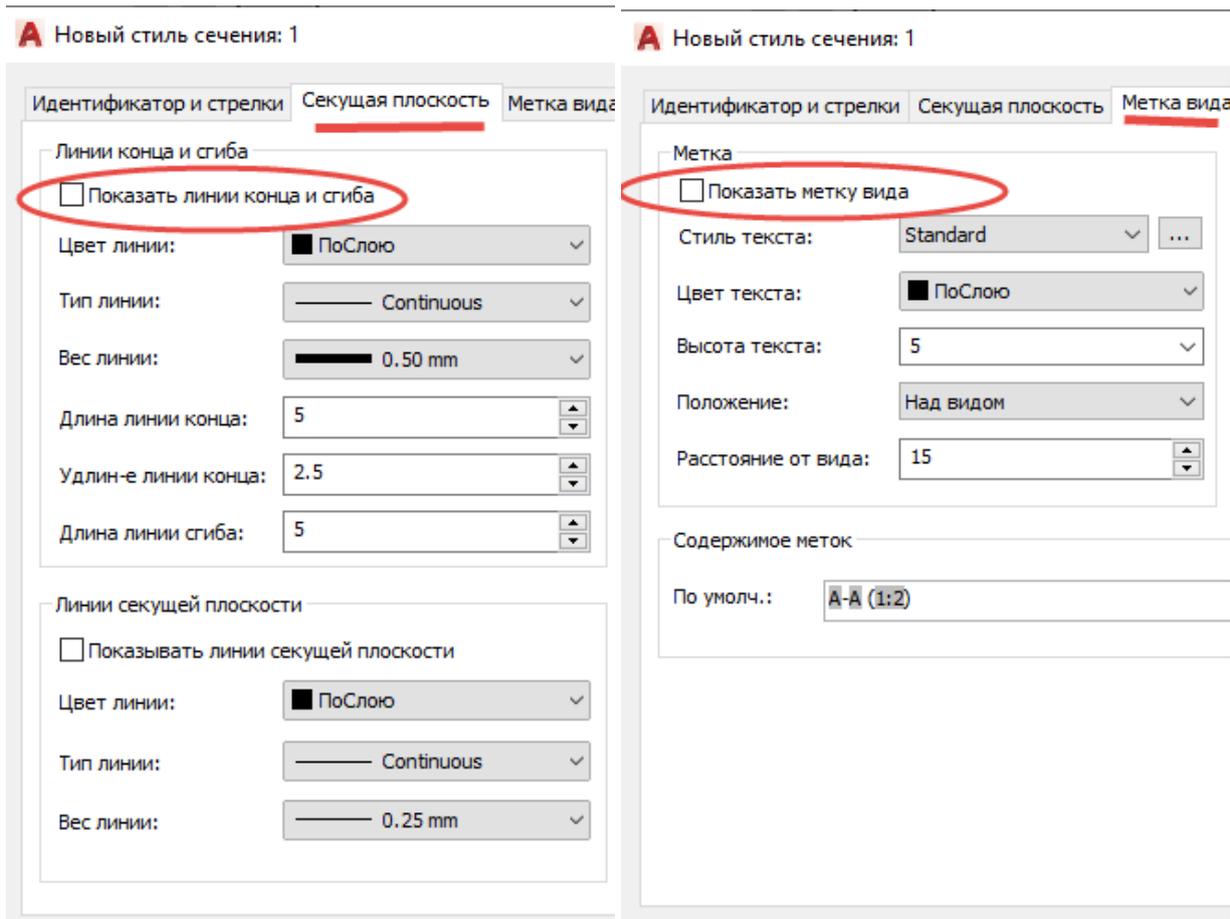
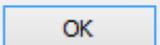
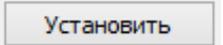
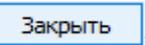
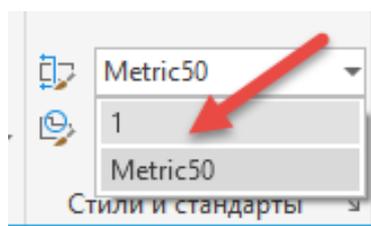


Рис. 3.21. Создание нового стиля сечения

Затем по очереди нажмите кнопки  ⇒  ⇒ .

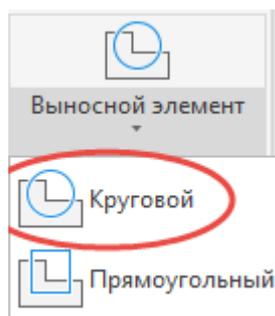
10. Для того чтобы созданный разрез подчинялся новому стилю, выделите щелчком мыши линию сечения на чертеже и в выпадающем списке стилей сечения на панели **Стили и сечения** выберите стиль **1**.



11. Чтобы на виде сверху исчез с чертежа идентификатор вида **A**, создайте новый слой с любым названием и перенесите идентификатор со слоя **MD\_Аннотация** (он создается автоматически) на новый созданный слой, который потом можно отключить. Либо можно с помощью мыши перенести идентификатор за пределы формата.

12. Создайте выносной элемент для проточки гайки.

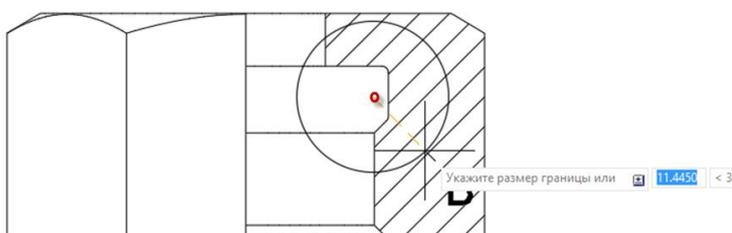
Вызовите команду **Выносной элемент**  (вкладка **Лист**, панель **Создать вид**). Из списка выберите **Круговой**.



На экране появится запрос:

*Выберите родительский вид:* щёлкните левой кнопкой мыши на главный вид чертежа гайки.

*Укажите центральную точку или:* при помощи мыши укажите точку в области проточки на разрезе.



*Укажите размеры границы или:* при помощи мыши выделите область создаваемого выносного элемента.

*Укажите местоположение выносного элемента:* укажите на свободное поле чертежа, где будет расположен выносной элемент (рис. 3.22). Нажмите кнопку **Выход**.

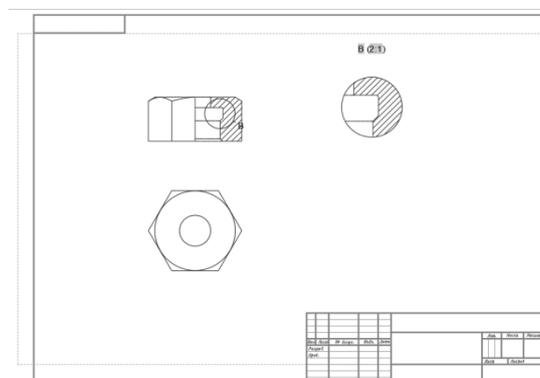
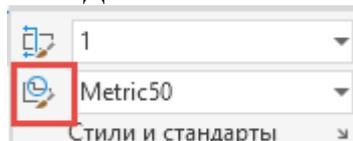


Рис. 3.22. Построение выносного элемента проточки

### 13. Измените стиль выносного элемента.

Можно изменить существующий стиль сечения, а можно создать свой. Измените существующий стиль сечения.

Для этого вызовите команду **Стиль выносного элемента**



(вкладка **Лист**, панель **Стили и стандарты**).

В появившемся окне **Диспетчера стилей выносного элемента** (рис. 3.23) выберите **Редактировать**.

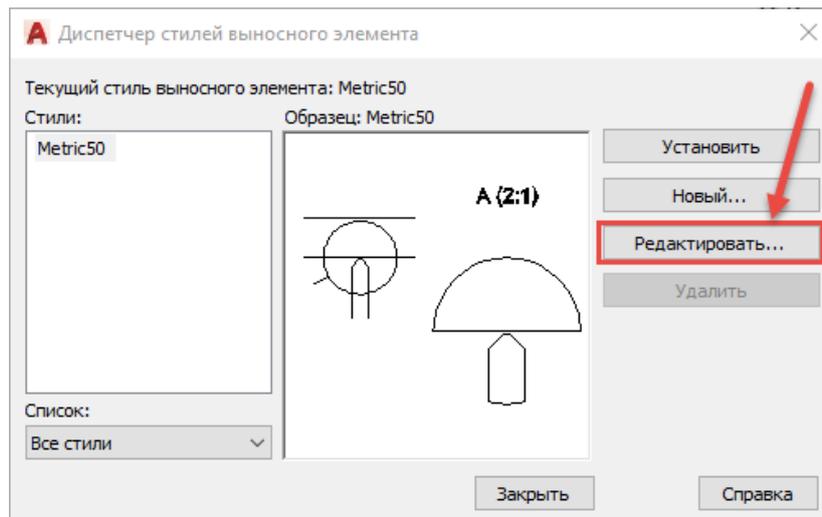
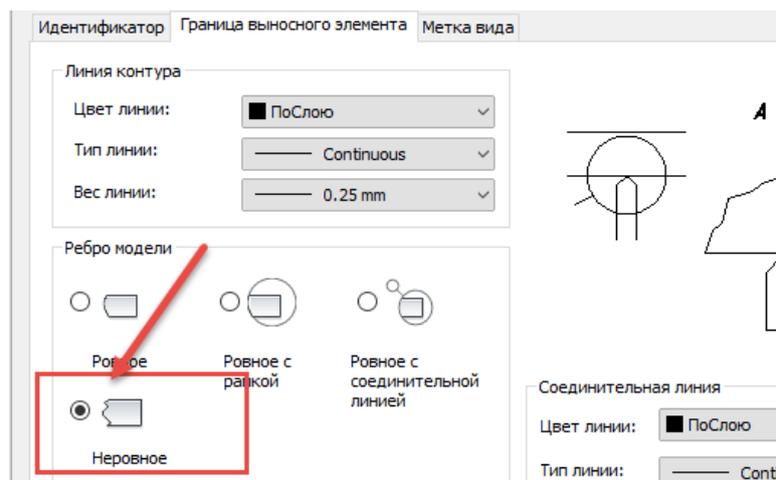


Рис. 3.23. Окно Диспетчер стилей выносного элемента

Откроется окно изменения стиля. Во вкладке **Идентификатор** поменяйте стиль текста на **ISOCPEUR**, высота **7**, угол наклона **15**.

Во вкладке **Граница выносного элемента** ⇒ **Ребро модели** поставьте переключатель в положение **Неровное**.



Во вкладке **Метка вида** установите значение высоты текста **7**.

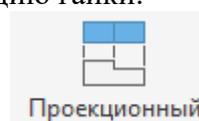
**ОК** ⇒ **Закреть**.

Двойной щелчок левой кнопки мыши по тексту метки позволяет изменить букву.



**14.** Создайте изометрическую проекцию гайки.

Вызовите команду **Проекционный**



(вкладка **Лист**, панель **Со-**

**здать вид**).



16. При необходимости отредактируйте угол наклона штриховки в аксонометрическом вырезе (двойной щелчок левой кнопкой мыши на штриховке открывает редактор штриховки). Угол наклона штриховки левой части выреза  $15^\circ$ , а правой – минус  $105^\circ$ .

17. Постройте линии резьбы на чертеже.

Гайка – это резьбовое изделие, имеющее отверстие с резьбой для её навинчивания. При создании модели в программе AutoCad резьба не выполняется, поэтому необходимо построить линии, условно обозначающие резьбу на разрезе, выносном элементе и изометрии гайки.

Для построения линий резьбы используйте команду **Отрезок**, включите слой **Основная надпись**. Постройте линии резьбы на соответствующих изображениях (рис. 3.27).

18. Измените толщину контурных линий на чертеже.

Для изменения толщины линий в диалоговом окне **Диспетчер свойств слоев** для слоя **MD\_Видимые** установите вес линий, равный **0.8** мм (рис. 3.26). Для этого щёлкните левой кнопкой мыши на линию в столбике **Вес линий** в строчке слоя **MD\_Видимые** и в открывшемся списке выберите значение **0.8** мм.

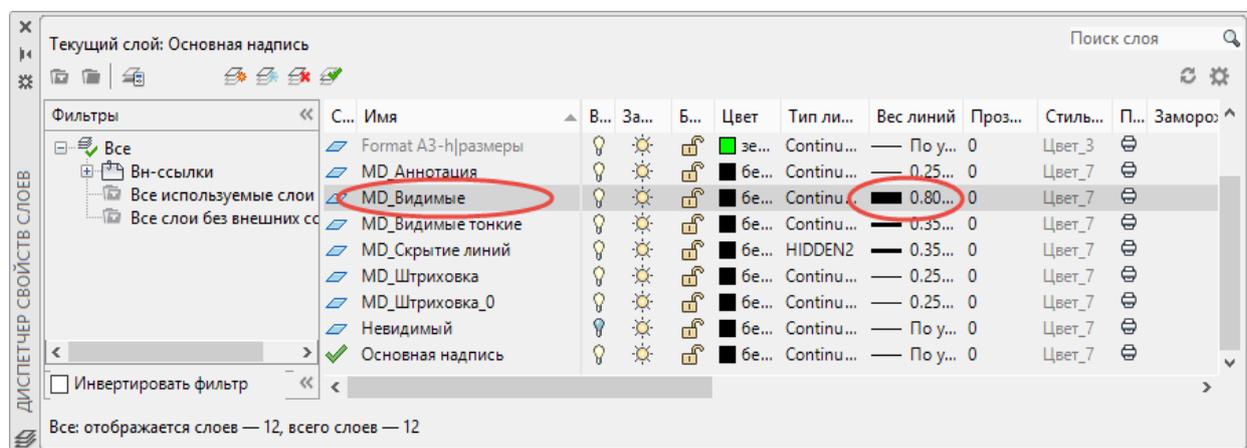


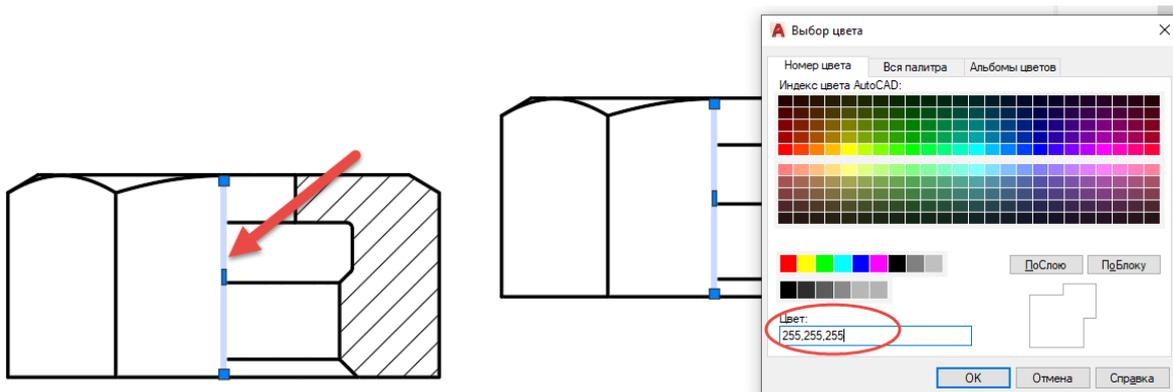
Рис. 3.26. Окно Диспетчер свойств слоев

19. Для того чтобы выполненные изменения стали нам видны, в строке состояния нажмите кнопку **Отображение / скрытие веса линий**



Если эта кнопка не отображается в строке состояния, то нажмите на самую последнюю кнопку в строке состояния, которая называется **Адаптация** и поставьте галочку напротив строки  **Толщина линий**.

20. Согласно правилам ГОСТа вид с разрезом на главном изображении должны разделяться осевой линией. Чтобы скрыть контурную линию между видом и разрезом, созданную автоматически, постройте поверх нее полилинию толщиной 1 мм и в ее свойствах задайте цвет – белый. У белого цвета номер 255, 255, 255. Окно свойств вызывается из контекстного меню выделенного объекта или сочетанием клавиш **Ctrl + 1** на клавиатуре.



Линия, разделяющая вид и разрез, будет скрыта, на её месте нужно будет построить осевую линию.

21. Постройте осевые линии на чертеже.

Создайте новый слой **Оси**. В настройках слоя выберите **Тип линии** – осевая, **Цвет** – оранжевый. Сделайте этот слой текущим.

С помощью команды **Отрезок** проведите центровые и осевые линии (рис. 3.27).

22. Нанесите размеры гайки на чертёж.

Создайте новый слой **Размерный**. В настройках слоя выберите **Цвет линии** – зеленый, сделайте этот слой текущим.

Создайте свой размерный стиль, в соответствии с ГОСТом, нанесите размеры (рис. 3.27).

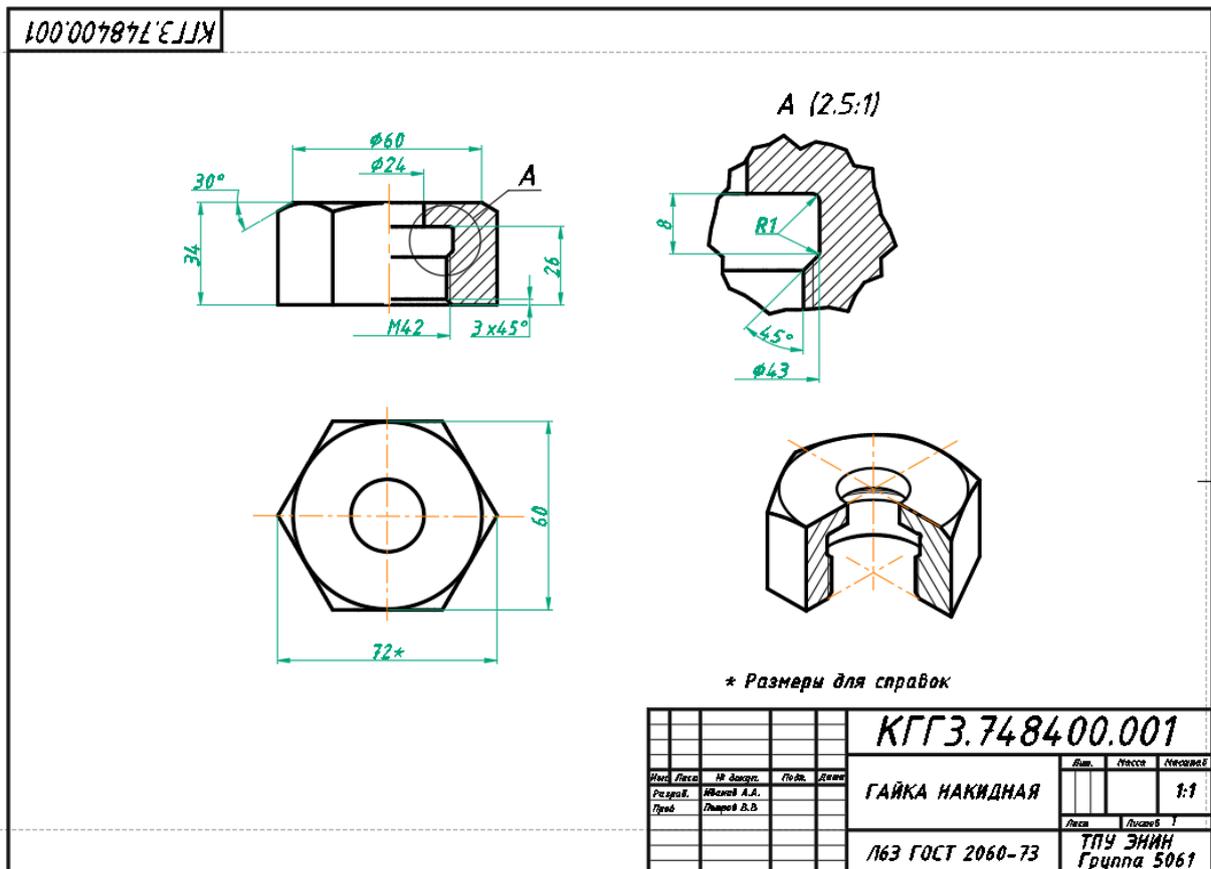


Рис. 3.27. Рабочий чертёж

**23.** Заполните графы основной и дополнительной надписей на слое **Основная надпись**.

В результате проделанной работы у Вас должен получиться рабочий чертеж гайки, как на рис. 3.27.

**24.** Для завершения работы с программой AutoCad сохраните свой чертеж и щелкните на кнопку **Заккрыть**  в правом верхнем углу экрана.

**25.** Для завершения работы с Windows нажмите на кнопку **Пуск**, расположенную в левом нижнем углу экрана. Выберите пункт **Завершение работы**.

# Глава 4

## СЛОЖНОЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПОНОВКА ЧЕРТЕЖА

### 4.1. Создание модели изделия

Целью данного раздела является создание сложной твердотельной модели, состоящей из различных поверхностей.

Модель детали, которую вы будете создавать (рис. 4.1), состоит из основания сложной формы, усеченной сферы с плоскими срезами и цилиндра с конической фаской. По профильной плоскости основания проходит паз типа «ласточкин хвост». С правой стороны расположено 2 «ушка» с цилиндрическими отверстиями, а с другой стороны выполнены цилиндрические отверстия в пазах сложной формы. В детали выполнены 2 сквозных цилиндрических отверстия.

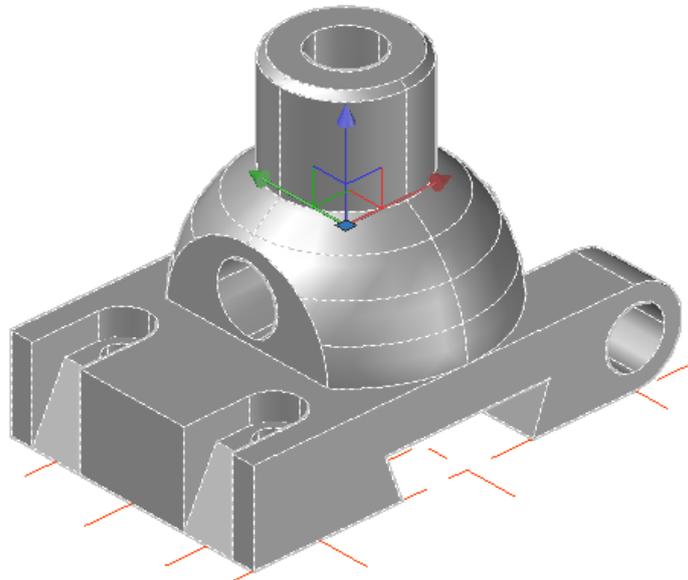


Рис. 4.1. Объемная твердотельная модель детали

Порядок выполнения работы:

1. Для начала работы загрузите программу **AutoCAD**, создайте файл и сохраните его в своей папке.
2. Переключите рабочее пространство на **3D-моделирование** (рис. 4.2).

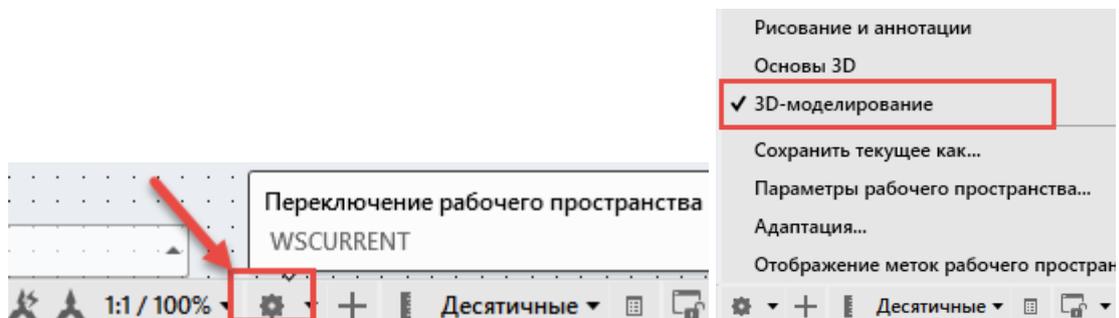


Рис. 4.2. Строка состояния AutoCAD  
и контекстное меню выбора рабочего пространства

3. Создание модели детали начинается с выполнения разметки для неё.

Создайте новый слой **Разметка**. В настройках слоя выберите **Тип линии** – осевая, **Цвет** – оранжевый.

Сделайте слой **Разметка** текущим.

Постройте оси в плоскости основания модели согласно рис. 4.3, пересечение осей определяет опорные точки элементов детали. Для построения используйте команду **Отрезок** ; для создания параллельных отрезков на заданном расстоянии удобно использовать команду **Смещение**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**).

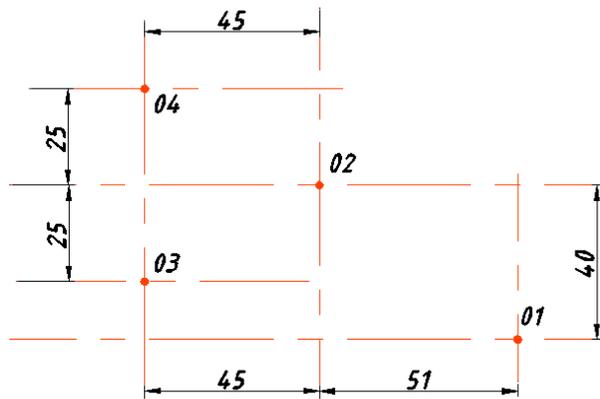


Рис. 4.3. Горизонтальная разметка детали

Для построения основания нужно создать контур, выдавить его на глубину детали, затем вычитанием создать в нем отверстия.

4. Установите текущим слой **0**.

5. Измените плоскость построений.

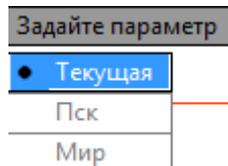
Выберите ПСК (пользовательская система координат) **Спереди**  (вкладка **Главная**, панель **Координаты**).

Вызовите команду **Начало**  (вкладка **Главная**, панель **Координаты**).

Используя привязку, укажите точку **01** (рис. 4.3).

В командной строке или непосредственно в графическом поле наберите с клавиатуры команду **План**.

На запрос системы *задайте параметр* выберите **Текущая**.



6. Постройте контур для выдавливания (рис. 4.4).

Отключите режим **Орто** , убедитесь, что выбран режим рисования в относительных координатах.

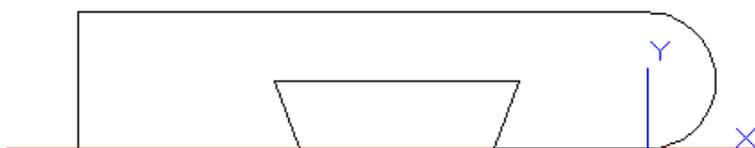
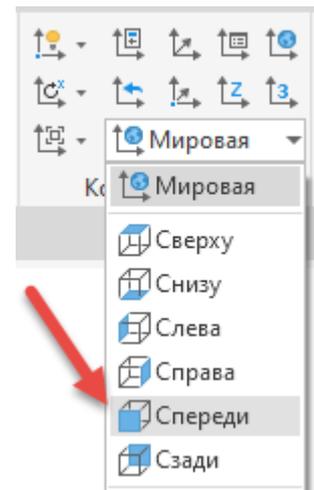


Рис. 4.4. Контур выдавливания для создания основания



Вызовите команду **Полилиния**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

На экране появится запрос:

*Начальная точка:* введите с клавиатуры координаты **0, 0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка:* щелкните правой кнопкой мыши и выберите опцию **Дуга**.

*Конечная точка дуги или:* задайте с клавиатуры координаты **0, 28** и нажмите клавишу **Enter**.

*Конечная точка дуги или:* щелкните правой кнопкой мыши и выберите опцию **Линейный**.

*Следующая точка или:* введите значение координат (минус) **-116, 0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* введите значение координат **0, -28** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* введите значение координат **45, 0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* введите значение координат **-5, 14** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* введите значение координат **50, 0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* введите значение координат **-5, -14** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* щелкните правой кнопкой мыши и выберите опцию **Закнопить**.

Контур для выдавливания закончен.

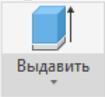
7. Для дальнейших трехмерных построений установите изометрический вид проекции.

Вызовите команду **ЮЗ изометрия**  (вкладка **Главная**, панель **Вид**).

Изменится внешний вид графического экрана, пиктограмма осей развернется так, что

угол между осями X и Y будет виден уже не прямым, а равным  $120^\circ$  .

8. Выдавите построенный контур (рис. 4.5).

Вызовите команду **Выдавить**  (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).

После вызова команды на экране появится запрос:

*Выберите объекты для выдавливания или:* щелкните левой кнопкой мыши по полученному контуру нажмите клавишу **Enter**.

*Высота выдавливания:* перемещайте указатель мыши влево в сторону разметки, задавая таким образом направление выдавливания (рис. 4.5), введите **80** и нажмите клавишу **Enter**.

В результате получится часть нижнего основания детали (рис. 4.5).

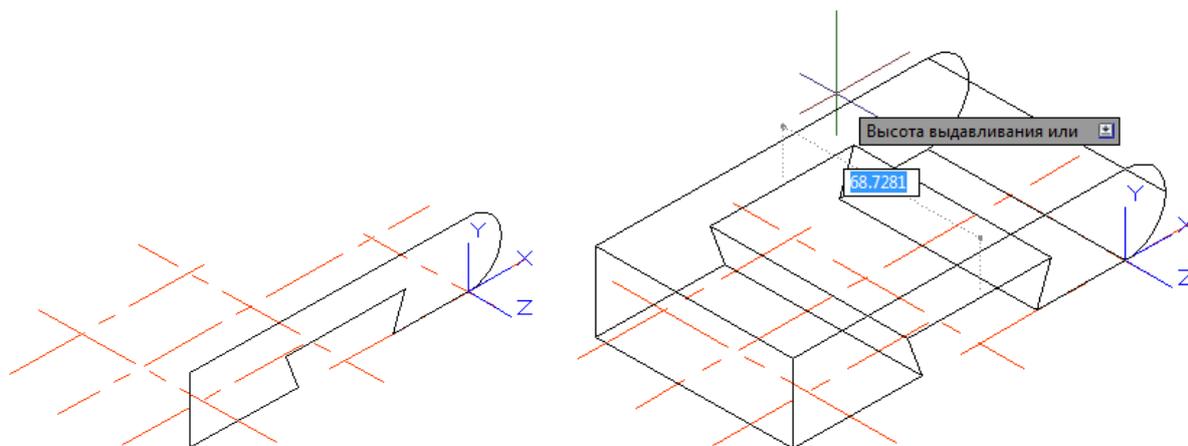


Рис. 4.5. Выдавливание контура

9. Постройте цилиндр, образующий отверстие, и вычтите его из полученного основания (рис. 4.6).

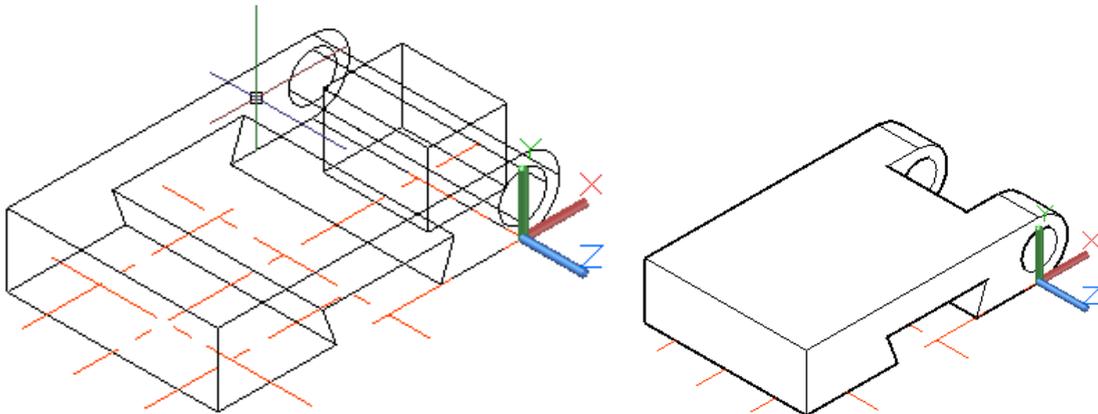


Рис. 4.6. Вычитание цилиндра и ящика

Вызовите команду **Цилиндр**  **Цилиндр** (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).

На экране появится запрос:

*Центр основания или:* введите координаты **0, 14** и нажмите клавишу **Enter**.

*Радиус основания или:* введите значение **9** и нажмите клавишу **Enter**.

*Высота или:* перемещайте указатель мыши влево в сторону модели, задавая таким образом направление высоты цилиндра, введите значение **80** и нажмите клавишу **Enter**.

Цилиндр, образующий отверстие, построен. Вычтите его из основания для получения отверстия, используя команду **Вычитание**.

Вызовите команду **Вычитание**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование тела**).

На экране появится запрос:

*Выберите объекты:* щёлкните левой кнопкой мыши на основание, нажмите клавишу **Enter**.

*Выберите объекты:* щёлкните левой кнопкой мыши на цилиндр, нажмите клавишу **Enter**.

10. Чтобы получить призматический паз, создайте ящик и вычтите его из основания (рис. 4.6).

Вызовите команду **Ящик**  **Ящик** (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).

На экране появится запрос:

*Первый угол или:* введите координаты **-16, 0, -20** и нажмите клавишу **Enter**.

*Другой угол или:* щелчком правой кнопки мыши выберите опцию **Длина**.

Для построения ящика нужно показать направление и задать координаты.

Включив режим **Орто** , переместите указатель мыши вдоль направления оси X, введите значение **30** и нажмите клавишу **Enter**.

Затем переместите курсор мыши вдоль направления оси Y, введите значение **28**, нажмите клавишу **Enter**.

*Высота или:* переместите курсор мыши вдоль отрицательного направления оси Z, введите значение **40**, нажмите клавишу **Enter**.

В результате будет построен ящик, как на рис. 4.6.

Вычтите полученный ящик из основания, используя команду **Вычитание**.

Вызовите команду **Вычитание**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование тела**).

На экране появится запрос:

*Выберите объекты:* щёлкните левой кнопкой мыши на основание, нажмите клавишу **Enter**.

*Выберите объекты:* щёлкните левой кнопкой мыши на построенный ящик, нажмите клавишу **Enter**.

Призматический паз построен.

Чтобы построить пазы с отверстиями с другой стороны основания, создайте цилиндры, образующие отверстия, контуры для выдавливания, выдавите их и вычтите из модели.

**11.** Выберите плоскость для построения.

Выберите ПСК **Мировая**  **Мировая** (вкладка **Главная**, панель **Координаты**).

**12.** Постройте цилиндры, образующие отверстия.

Вызовите команду **Цилиндр**  **Цилиндр** (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).

На экране появится запрос:

*Центр основания или:* щёлкните мышью точку **04** разметки.

*Радиус основания или:* введите значение **5**, нажмите клавишу **Enter**.

*Высота или:* переместите указатель мыши вверх, тем самым показывая направление высоты цилиндра, введите значение **28** и нажмите клавишу **Enter**.

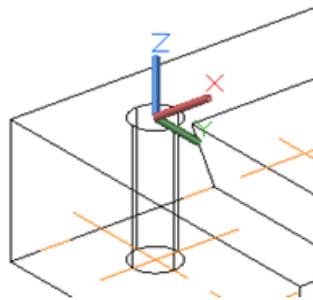
**13.** Перенесите начало координат.

Вызовите команду **Начало**  (вкладка **Главная**, панель **Координаты**).

На экране появится запрос:

*Новое начало координат:* с помощью привязки **Центр**  **Центр** укажите щелчком мыши центр верхнего основания только что построенного цилиндра.

Для того чтобы новая ПСК не привязывалась к случайным граням, команда **Динамическая ПСК** должна быть отключена (клавиша **F6**).



**14.** Создайте контур для выдавливания (рис. 4.7).

Вызовите команду **Полилиния**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

На экране появится запрос:

*Начальная точка:* введите координаты **0, -8**, нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка:* щелчком правой кнопки мыши выберите опцию **Дуга**.

*Конечная точка дуги или:* введите координаты **0, 16** и нажмите клавишу **Enter**.

*Конечная точка дуги или:* щелчком правой кнопки мыши выберите **Линейный**.

*Следующая точка или:* введите координаты **-20, 0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* введите координаты **0, -16** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* щелчком правой кнопки мыши выберите **Замкнуть**.

Получится контур для выдавливания, как на рис. 4.7.

Выдавите полученный контур, используя команду **Выдавить**, на 8 мм вниз.



Вызовите команду **Выдавить** (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).

На экране появится запрос:

*Выберите объекты для выдавливания или:* щёлкните левой кнопкой мыши по полученному контуру (рис. 4.7), нажмите клавишу **Enter**.

*Высота выдавливания или:* переместите указатель мыши вниз в сторону разметки, тем самым задавая направление выдавливания, введите значение **8** и нажмите клавишу **Enter**.

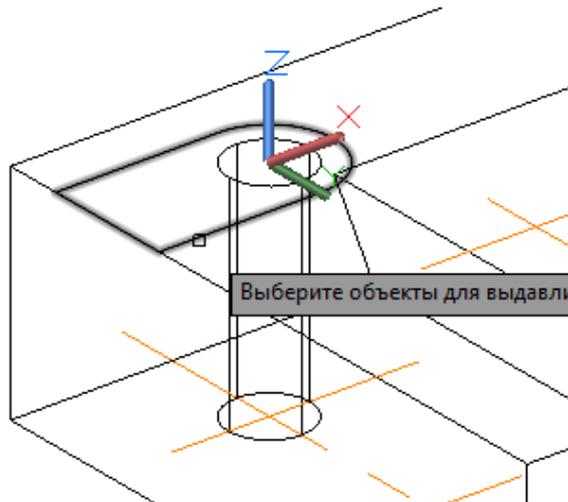


Рис. 4.7. Контур для выдавливания

**15.** Для создания следующего контура поменяйте плоскость построения и точку отсчета координат.

Выберите ПСК **Спереди** (вкладка **Главная**, панель **Координаты**).

Вызовите команду **Начало** (вкладка **Главная**, панель **Координаты**).

На экране появится запрос:

*Новое начало координат:* с помощью привязки **Конечная точка** **Конточка** укажите точку, показанную на рис. 4.8.

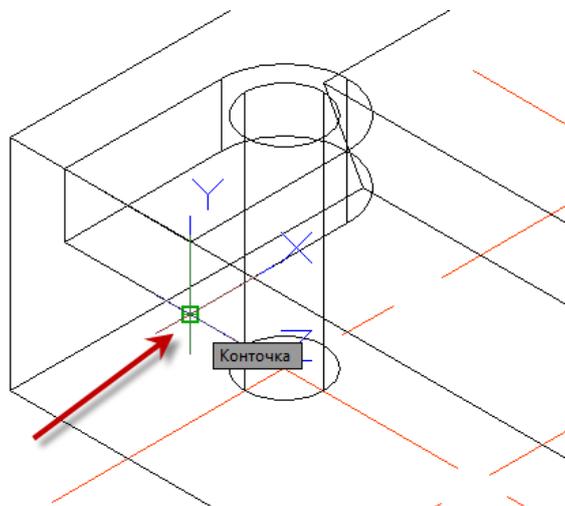
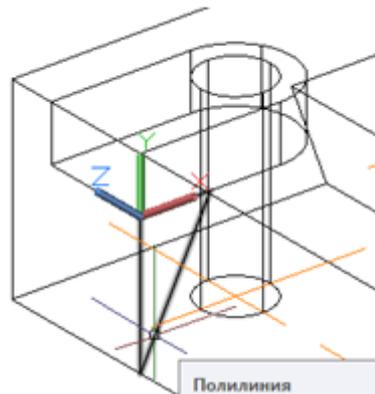


Рис. 4.8. Новое начало координат

16. Постройте нижнюю часть контура для выдавливания и выдавите его.



Вызовите команду **Полилиния**  (вкладка **Главная**, панель **Рисование**).

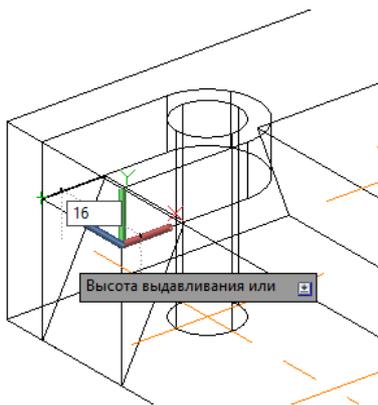
На экране появится запрос:

*Начальная точка:* введите координаты **0, 0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* введите координаты **10, 0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* введите координаты **-10, -20** и нажмите клавишу **Enter**.

*Следующая точка или:* выберите опцию **Замкнуть**.



Вызовите команду **Выдавить**  (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).

На экране появится запрос:

*Выберите объекты для выдавливания или:* щёлкните левой кнопкой мыши на полученный контур, нажмите клавишу **Enter**.

*Высота выдавливания или:* переместите указатель мыши влево, тем самым показывая направление для выдавливания, введите значение **16**, нажмите клавишу **Enter**.

17. Создайте копии полученных объектов для второго паза, используя команду **3D-зеркало**.

Вызовите команду **3D-зеркало**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**).

На экране появится запрос:

*Выберите объекты:* укажите (щёлкните) мышкой все три построенных объекта (цилиндр и 2 выдавленных контура) и нажмите клавишу **Enter**.

*Первая точка плоскости отражения или:* с помощью привязки укажите любую точку центральной осевой линии на которой лежит точка 02 (см. рис. 4.3).

*Вторая точка плоскости отражения:* укажите любую другую точку этой осевой линии.

*Третья точка плоскости отражения:* включив режим **Орто**  (**F8**) и отключив **Привязку**  (**F3**), укажите мышкой направление вверх, определяя плоскость отражения, и щёлкните левой кнопкой мыши по графическому полю.

*Удалить исходные объекты:* выберите **Нет**, нажмите клавишу **Enter**.

В результате на чертеже появятся объекты для второго паза.

18. Вычтите построенные объекты из основания для получения пазов.

Вызовите команду **Вычитание**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование тела**).

На экране появится запрос:  
*Выберите объекты:* укажите курсором мыши основание, нажмите клавишу **Enter**.

*Выберите объекты:* укажите курсором мыши объекты, образующие паз, нажмите клавишу **Enter**.

Основание готово (рис. 4.9).

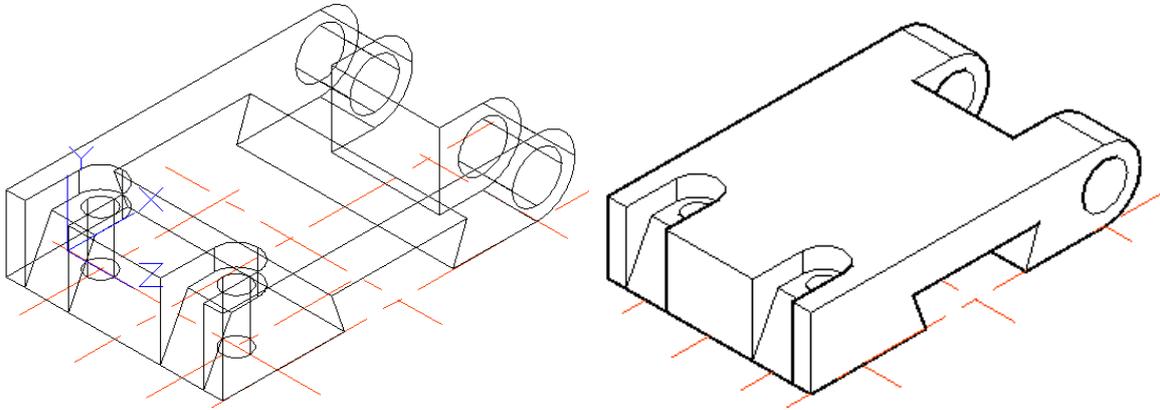


Рис. 4.9. Основание

**19.** Создайте верхнюю часть детали.

Чтобы построить верхнюю часть детали, нужно создать цилиндр и сферу, объединить их, а затем с помощью команды **Пересечение** с призмой получить необходимую форму.

Поменяйте плоскость построения и точку отсчета координат.

Выберите ПСК **Мировая**  Мировая (вкладка **Главная**, панель **Координаты**).

Перенесите начало координат.

Вызовите команду **Начало**  (вкладка **Главная**, панель **Координаты**).

На экране появится запрос:

*Новое начало координат:* с помощью привязки **Пересечение**  **Пересечение** укажите точку 02 разметки (рис. 4.10).

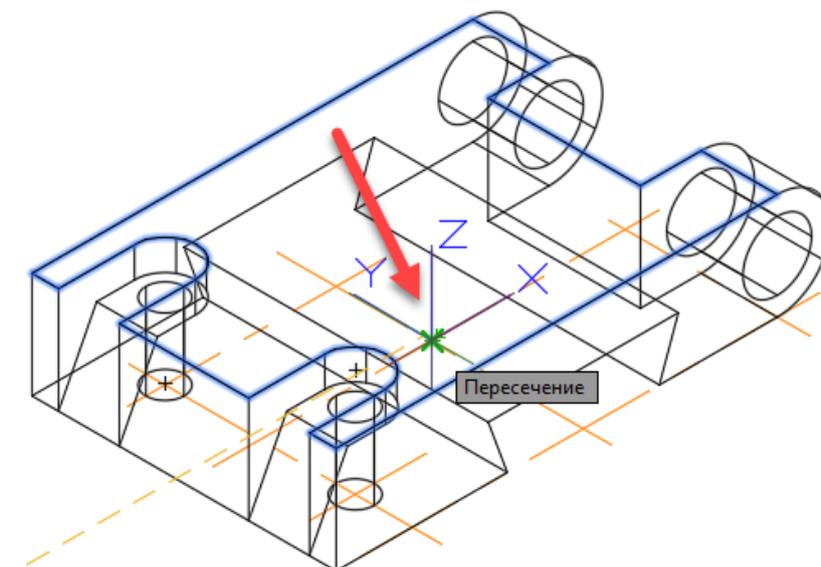
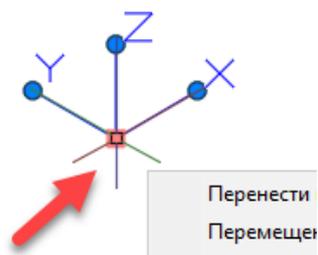


Рис. 4.10. Новое начало координат

Перенести начало координат можно и с помощью мыши. Для этого выделите знак ПСК, схватитесь мышью за центральную синюю ручку и, воспользовавшись объектной привязкой, укажите новое положение.



20. Постройте сферическую часть детали (рис. 4.11).

Вызовите команду **Сфера**  **Сфера** (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).

На экране появится запрос:

*Центр или:* введите координаты **0, 0, 28** и нажмите клавишу **Enter**.

*Радиус или:* введите значение **40** и нажмите клавишу **Enter**.

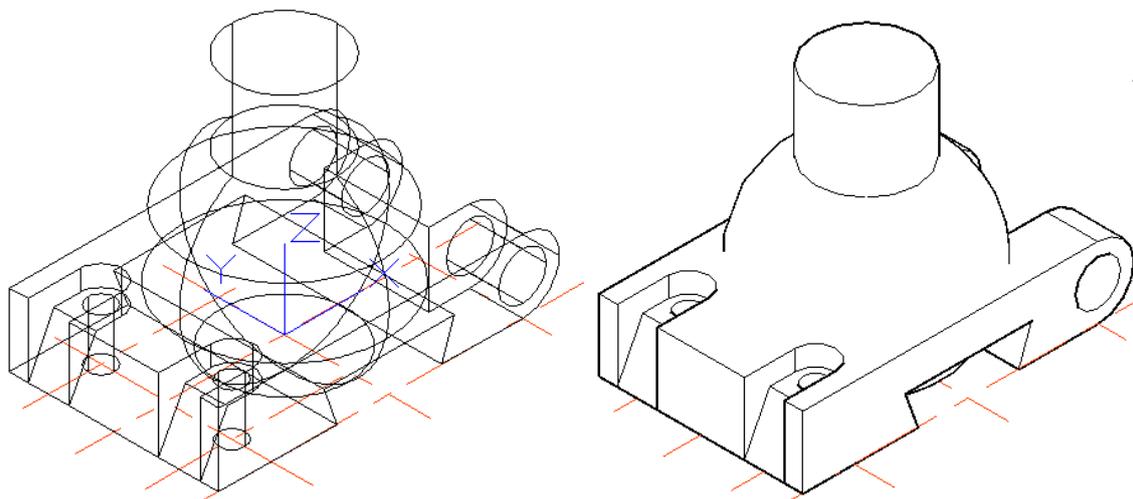


Рис. 4.11. Создание сферы и цилиндра

21. Постройте цилиндрическую часть детали (рис. 4.11).

Вызовите команду **Цилиндр**  **Цилиндр** (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).

На экране появится запрос:

*Центр основания или:* введите координаты **0, 0, 94** и нажмите **Enter**.

*Радиус основания или:* введите значение **20** и нажмите **Enter**.

*Высота или:* переместите указатель мыши вниз, тем самым задавая направление, введите значение **80** и нажмите клавишу **Enter**.

22. Объедините сферу и цилиндр.

Вызовите команду **Объединение**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование тела**).

На экране появится запрос:

*Выберите объекты:* щёлкните левой кнопкой мыши на сферу и цилиндр, нажмите клавишу **Enter**.

23. Постройте призму (рис. 4.12).

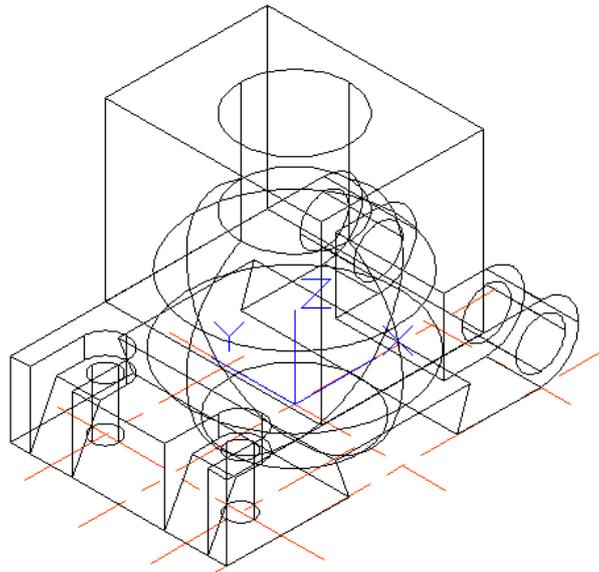


Рис. 4.12. Создание ящика

Вызовите команду **Ящик**  **Ящик** (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).

На экране появится запрос:

*Первый угол или:* введите координаты **-30, -40, 28** и нажмите клавишу **Enter**.

*Другой угол или:* выберите опцию **Длина**.

Включив режим **Орто** , переместите указатель мыши вдоль направления оси X, введите значение **60** и нажмите клавишу **Enter**.

Переместите указатель мыши вдоль направления оси Y, введите значение **80**, нажмите клавишу **Enter**.

*Высота или:* переместите указатель мыши вверх вдоль направления оси Z, введите значение **80**, нажмите клавишу **Enter**.

24. Закончите создание верхней части детали.

Вызовите команду **Пересечение**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование тела**).

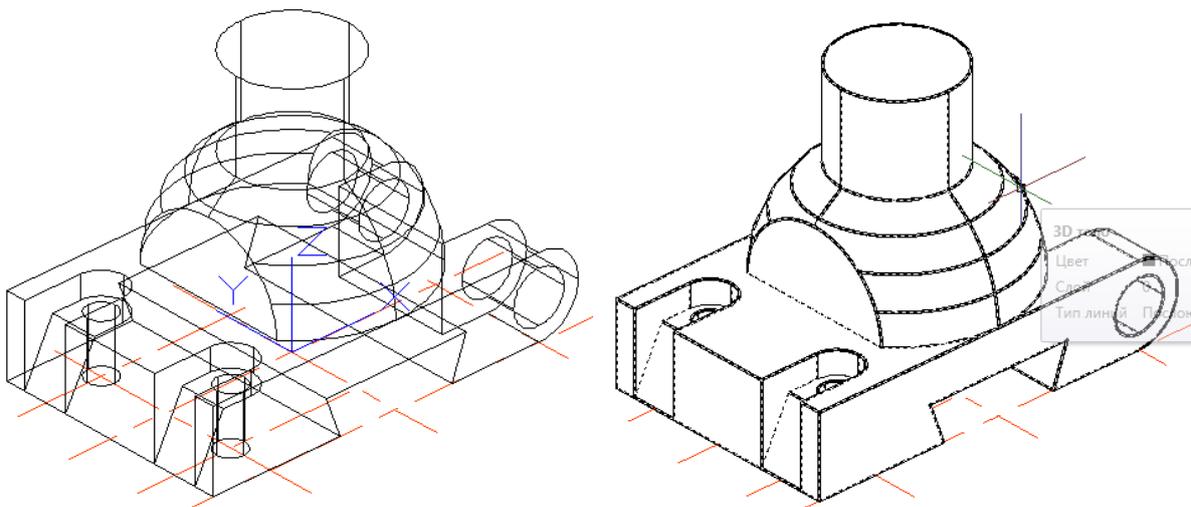


Рис. 4.13. Результат выполнения команд **Пересечение** и **Объединение**

На экране появится запрос:

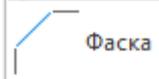
*Выберите объекты:* щёлкните левой кнопкой мыши на ящик и объединенные сферу с цилиндром, нажмите клавишу **Enter**.

Вызовите команду **Объединение**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование тела**).

На экране появится запрос:

*Выберите объекты:* щёлкните левой кнопкой мыши на основание и верхнюю часть детали, нажмите клавишу **Enter**.

**25.** Снимите фаску с цилиндрической части детали.

Вызовите команду **Фаска**  (вкладка **Главная**, панель **Редактирование**).

На экране появится запрос:

*Выберите первый отрезок или:* щёлкните левой кнопкой мыши на окружность верхнего основания цилиндра (рис. 4.14), нажмите клавишу **Enter**.

*Задайте параметр выбора поверхности:* выберите **OK (текущая)**.

*Задайте длину фаски базовой поверхности или:* введите значение **2** и нажмите клавишу **Enter**.

*Задайте длину фаски другой поверхности или:* введите значение **2** и нажмите клавишу **Enter**.

*Выберите кромку или:* щёлкните левой кнопкой мыши по окружности верхнего основания, нажмите клавишу **Enter**.

В результате фаска снята.

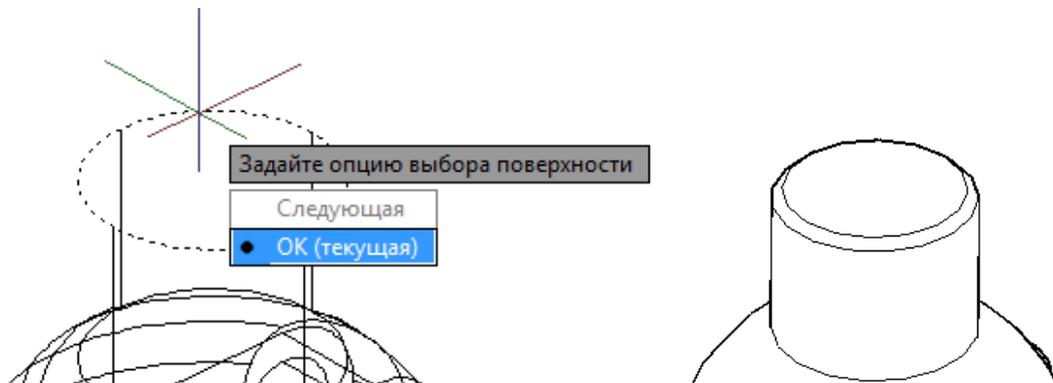
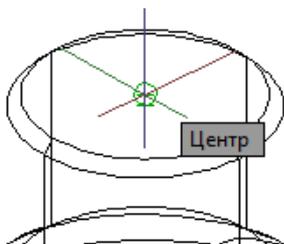


Рис. 4.14. Снятие фаски

**26.** Создайте цилиндрические отверстия в детали.

Для создания отверстий используйте команду **Цилиндр**.

Вызовите команду **Цилиндр**  (вкладка **Главная**, панель **Моделирование**).



На экране появится запрос:

*Центр основания или:* с помощью привязки **Центр** укажите мышью центр верхнего основания внешнего цилиндра.

*Радиус основания или:* введите значение **10**, нажмите клавишу **Enter**.

*Высота или:* переместите указатель мыши вниз, задавая направление, введите значение **80** и нажмите клавишу **Enter**.

27. Для создания горизонтального цилиндра необходимо изменить плоскость построений.

Выберите ПСК Слева  Слева (вкладка Главная, панель Координаты).

Вызовите команду Начало  (вкладка Главная, панель Координаты).

На экране появится запрос:

*Новое начало координат:* с помощью привязки Середина  Середина укажите щелчком мыши точку, показанную на рис. 4.15 (середину нижнего ребра среза сферы).

28. Постройте горизонтальный цилиндр.

Вызовите команду Цилиндр  Цилиндр (вкладка Главная, панель Моделирование).

На экране появится запрос:

*Центр основания или:* введите координаты **0, 12, 0** и нажмите клавишу **Enter**.

*Радиус основания или:* введите значение **10** и нажмите клавишу **Enter**.

*Высота или:* переместите указатель мыши вправо и введите значение **60**, нажмите клавишу **Enter**.

29. Вычтите построенные цилиндры из модели детали.

Вызовите команду Вычитание  (вкладка Главная, панель Редактирование тела).

На экране появится запрос:

*Выберите объекты:* щёлкните по модели, нажмите клавишу **Enter**.

*Выберите объекты:* щёлкните на 2 построенных цилиндра, нажмите клавишу **Enter**.

30. Отключите слой Разметка.

Модель готова (рис. 4.16).

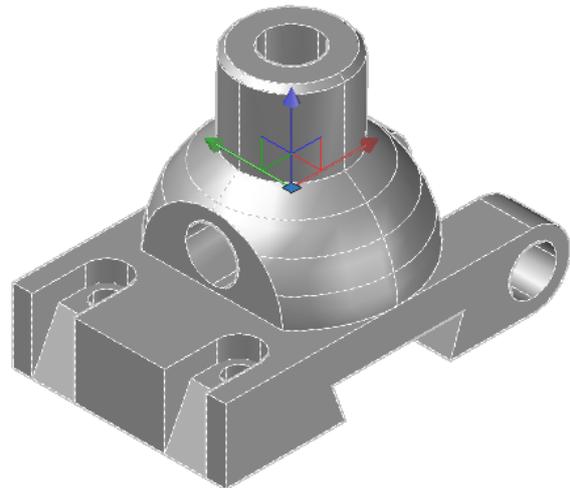
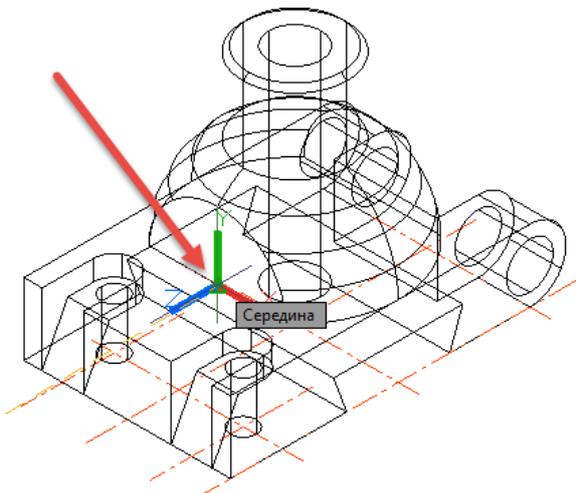


Рис. 4.15. Новая ПСК Рис. 4.16. Модель готова

## 4.2. Создание чертежа по твердотельной модели

Для выполнения работы воспользуйтесь уже построенной моделью. Чертеж этой детали должен содержать вид сверху с местным разрезом для вскрытия отверстий в ушках, фронтальный ступенчатый разрез (двумя плоскостями), вид слева, совмещенный с разрезом, а также аксонометрию (рис. 4.17).

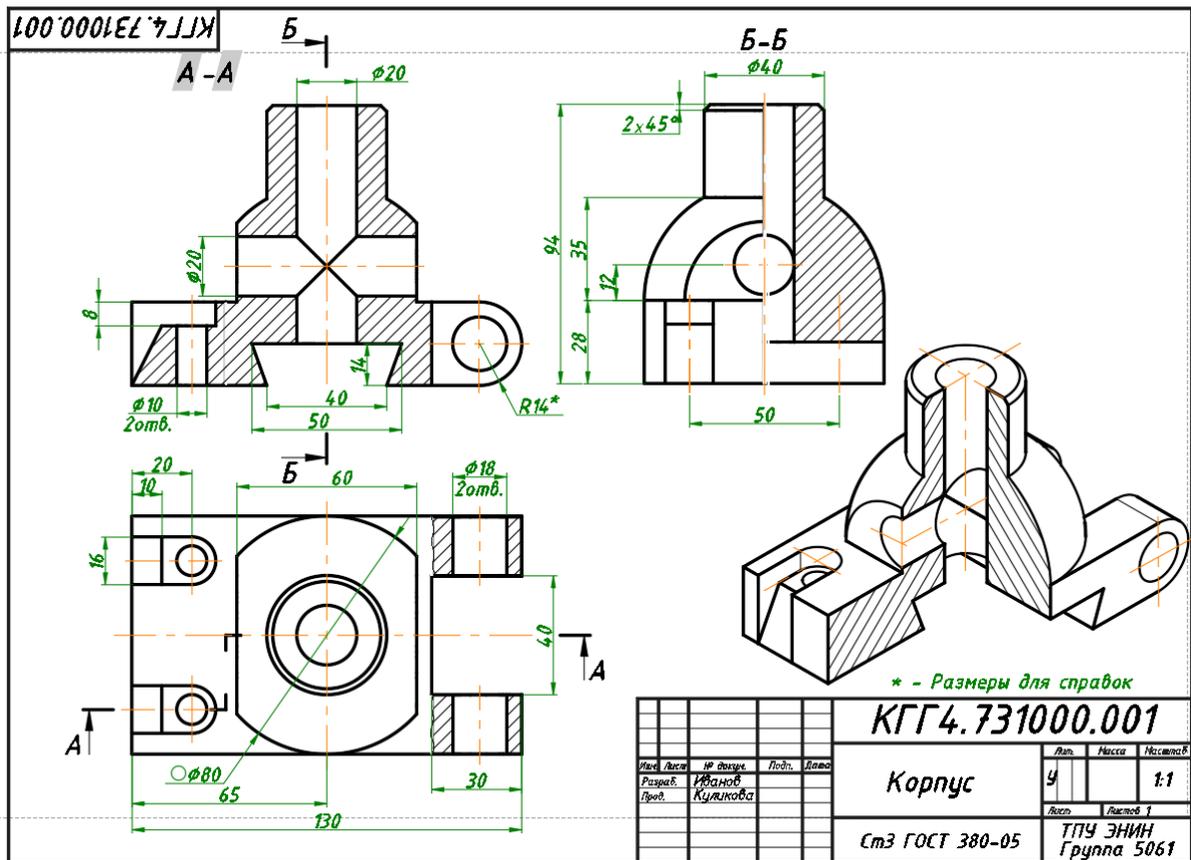


Рис. 4.17. Готовый чертеж

Порядок выполнения работы:

1. Для создания чертежа детали перейдите на вкладку **Лист1** (рис. 4.18). В контекстном меню вкладки **Лист** выберите строчку **Диспетчер параметров листов** (рис. 4.19). В открывшемся окне нажмите кнопку **Редактировать** (рис. 4.20), установите формат листа А3(420×297).

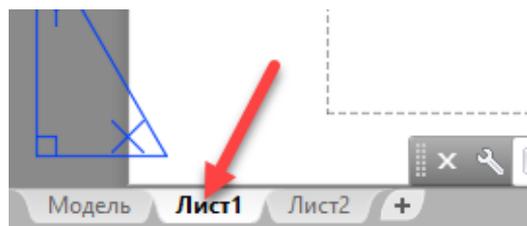
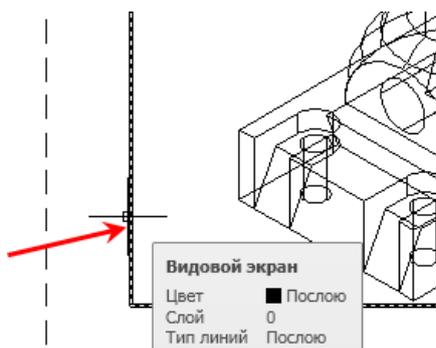


Рис. 4.18. Установка пространства листа



2. Выделите видовой экран, который программа создала по умолчанию, и нажмите клавишу **Delete**.
3. Создайте новый слой, присвойте ему имя **Основная надпись** и сделайте его текущим.
4. Для оформления чертежа вставьте шаблон рамки чертежа, используя команду **Присоединить**.

Вызовите команду **Присоединить** (вкладка **Вставка**, панель **Ссылка**).



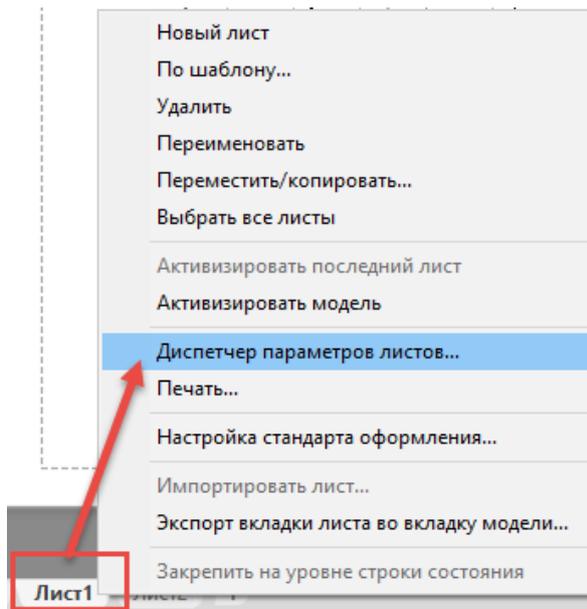


Рис. 4.19. Контекстное меню вкладки **Лист**

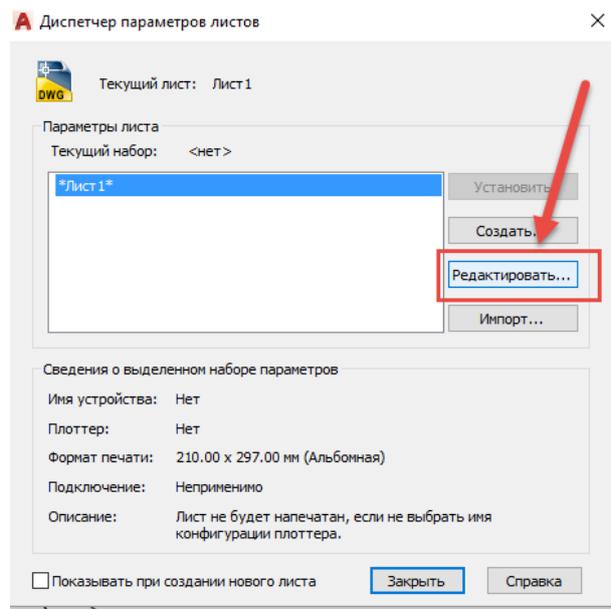


Рис. 4.20. Диалоговое окно Диспетчер наборов параметров листов

Откроется окно **Выбора файла ссылки**. Выберите шаблон горизонтального формата **A3-h** ⇒ **Открыть** ⇒ **ОК**. Программа вернет Вас в пространство листа, и по мере перемещения курсора на экране будет перемещаться вставляемый формат. Установите формат, совмещая его внешние границы с границами листа.



#### 5. Создайте вид сверху.

Для этого нужно выбрать базовый вид модели.

Вызовите команду **Из пространства модели**  **Из пространства модели** из выпадающего списка команды **Базовый** (вкладка **Лист**, панель **Создать вид**), рис. 4.21.

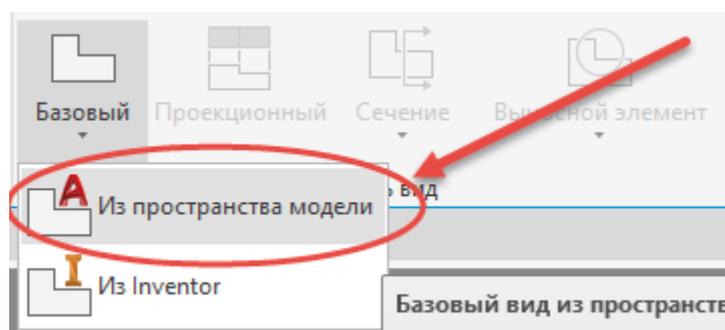


Рис. 4.21. Выбор базового вида

На экране появится запрос:

*Положение базового вида или:* воспользовавшись контекстным меню, из списка опций выберите **Направление** (рис. 4.22).

*Выберите ориентацию:* выберите **Сверху** и щелчком левой кнопкой мыши укажите положение вида сверху на листе (нижний левый угол). Далее выберите **Выход** и для завершения команды щелкните правой кнопкой мыши.

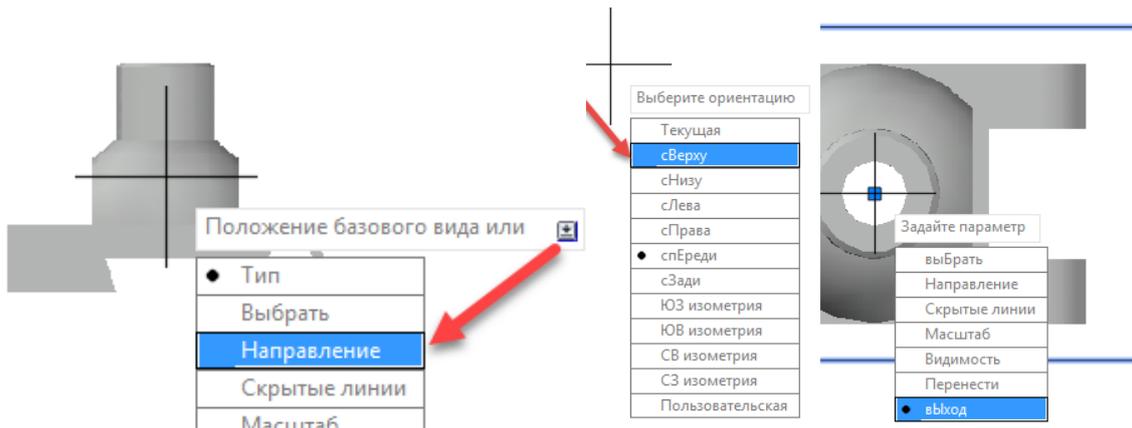


Рис. 4.22. Создание вида сверху

6. Отредактируйте изображение вида сверху.

На чертеже не нужны линии невидимого контура.

Вызовите команду **Редактировать вид** (вкладка **Лист**, панель **Изменить вид**).



**нить вид**).

На экране появится запрос:

*Выберите вид:* щелчком левой кнопки мыши укажите вид сверху.

*Задайте параметр:* в списке выберите **Скрытые линии**, затем **Видимые линии**.

**Выход** (рис. 4.23).

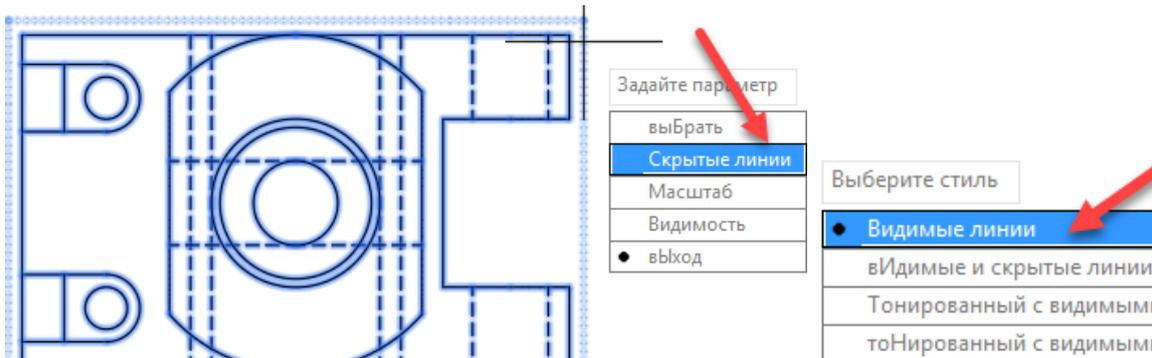
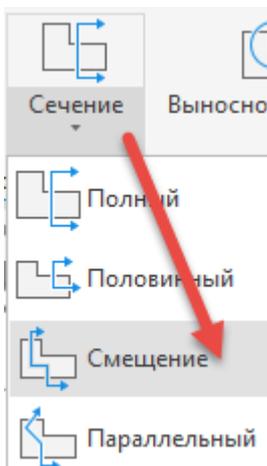


Рис. 4.23. Выбор стиля отображения модели

В результате на виде сверху остались только видимые линии контура.

7. Выполните фронтальный ступенчатый разрез.

Вызовите команду **Смещение** из выпадающего списка команды **Сечение** (вкладка **Лист**, панель **Создать вид**).



На экране появится запрос:

*Выберите родительский вид:* при помощи мыши выберите вид сверху.

*Укажите начальную точку или:* при помощи мыши и объектной привязки (середина, центр) укажите последовательно на виде сверху 4 точки, соответствующие следам секущих плоскостей, как на рис. 4.24.

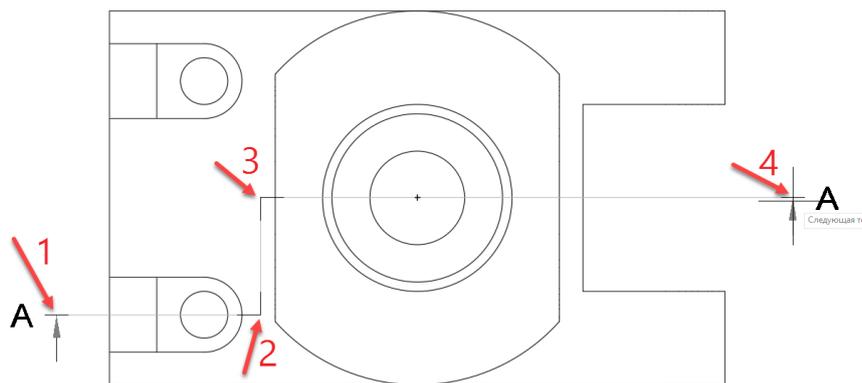


Рис. 4.24. Задание точек секущих плоскостей

**Укажите следующую точку или:** выберите в контекстном меню **Готово** и нажмите на клавиатуре клавишу **Enter**.

**Укажите местоположение сечения или:** при помощи мыши укажите положение разреза над видом сверху (рис. 4.25).

**Задайте параметр:** нажмите **Выход**.

В результате на главном виде у Вас появится изображение ступенчатого разреза (рис. 4.25).

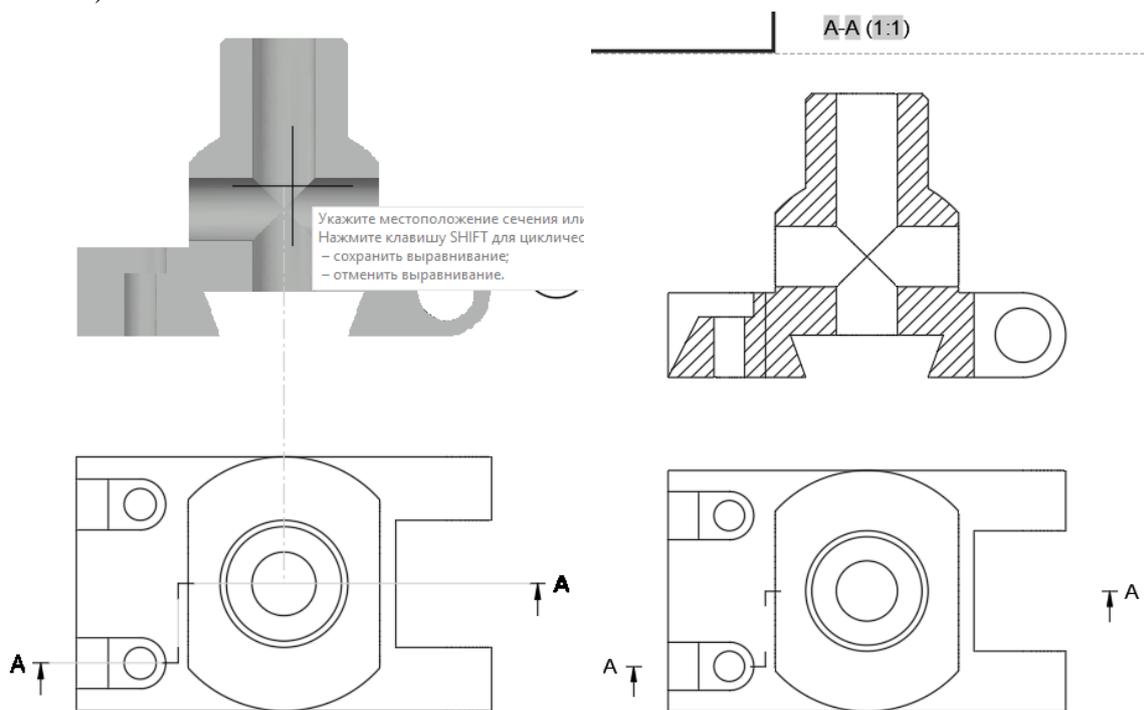
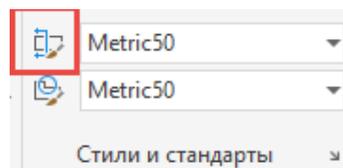


Рис. 4.25. Построение фронтального ступенчатого разреза

### 8. Измените стиль сечения.

Можно изменить существующий стиль сечения, а можно создать свой. Создайте свой стиль.

Для этого вызовите команду **Стиль сечения Лист**, панель **Стили и стандарты**).



(вкладка

В появившемся окне **Диспетчера стилей сечения** (рис. 4.26) выберите **Новый**, введите новое имя стиля **1**, нажмите **Продолжить**.

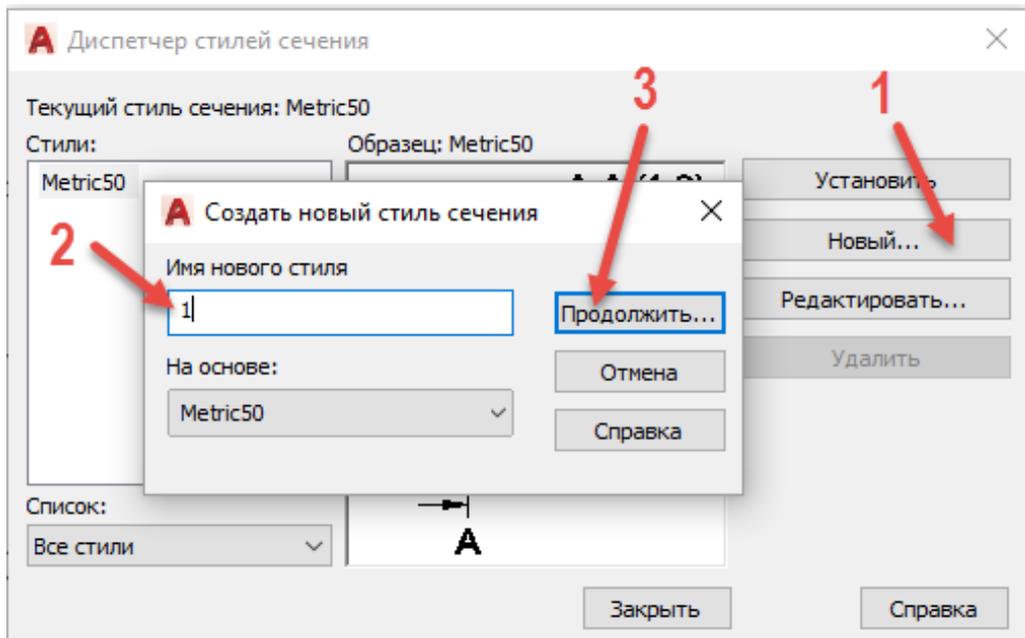


Рис. 4.26. Окно Диспетчер стилей сечения

Откроется окно **Новый стиль сечения:1** (рис. 4.27).

Во вкладке **Идентификатор и стрелки** выберите стиль текста в соответствии с ГОСТом, задайте размер стрелки **7**, длина выносной линии **15**, положение идентификатора (буквы) – снаружи от стрелки.

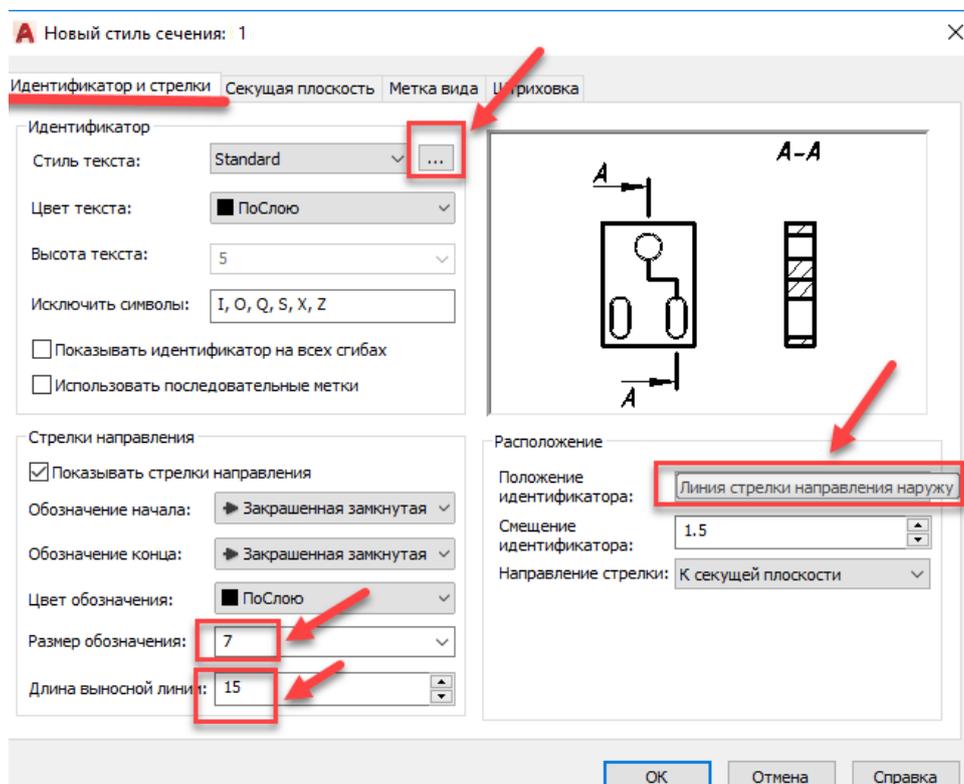


Рис. 4.27. Вкладка Идентификатор и стрелки

Во вкладке **Секущая плоскость** в разделе **Линии конца и сгиба** задайте вес линии следа **1** и ее размеры, как на рис. 4.28.

Во вкладке **Метка вида** задайте стиль текста такой же, как для идентификатора (ISOCPEUR, высота 7), в разделе **Содержимое меток** сотрите обозначение масштаба (рис. 4.28).

**A** Новый стиль сечения 1

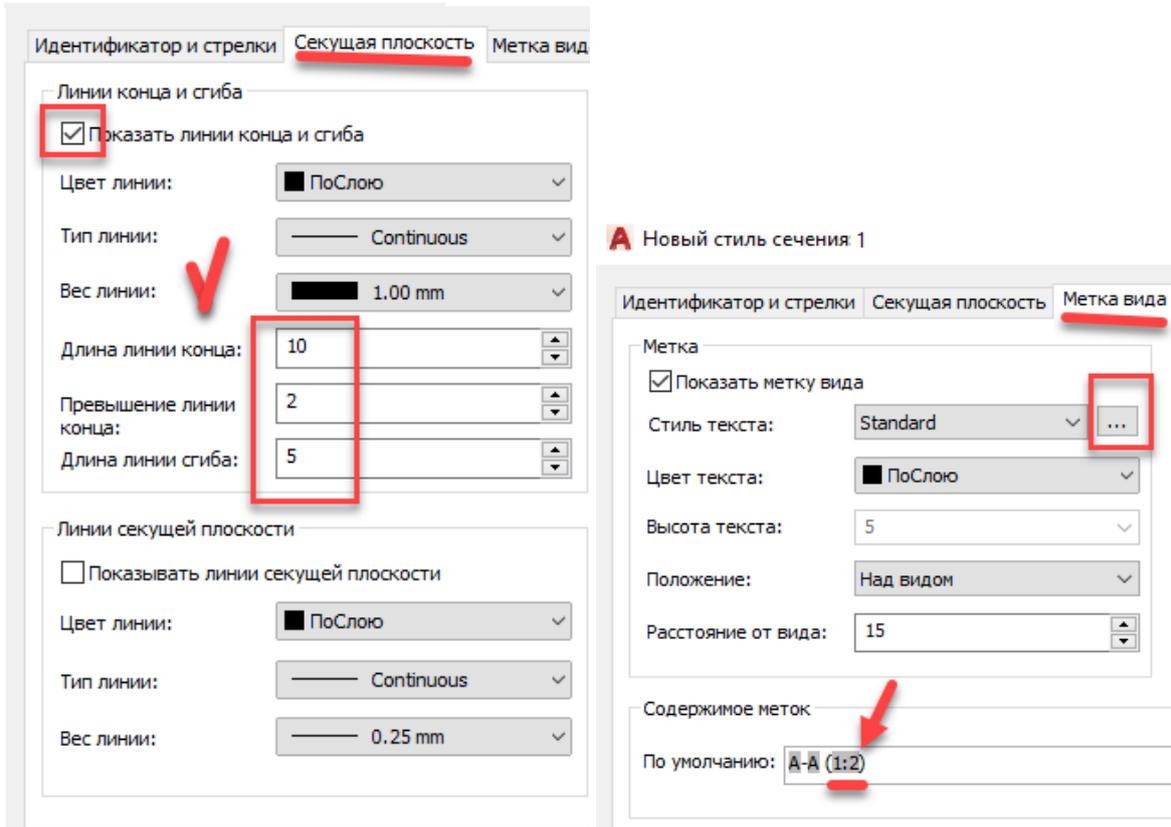
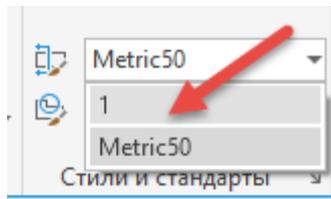


Рис. 4.28. Вкладки *Секущая плоскость* и *Метка вида*

Нажмите по очереди кнопки **OK** ⇒ **Установить** ⇒ **X**

Для того чтобы созданный разрез подчинялся новому стилю, выделите щелчком мыши линию сечения и в выпадающем списке стилей сечения на палитре **Стили и сечения** выберите стиль **1**.



**9.** Для того чтобы увидеть на чертеже изменения веса линий, в строке состояния внизу рабочего экрана нажмите кнопку **Отображение / скрытие веса линий**.



Если эта кнопка не отображается в строке состояния, то нажмите на самую последнюю кнопку в строке состояния, которая называется **Адаптация** , и поставьте галочку напротив строки  **Толщина линий**.

**10.** Создайте вид слева с профильным разрезом.

Вызовите команду **Половинный**  из выпадающего списка команды **Сечение** (вкладка **Лист**, панель **Создать вид**).

На экране появится запрос:

*Выберите родительский вид:* при помощи мыши выберите вид сверху.

*Укажите начальную точку или:* при помощи мыши и объектной привязки (середина, центр) укажите 3 точки на виде сверху, как на рис. 4.29.

*Укажите местоположение сечения или:* при помощи мыши укажите положение разреза справа от вида сверху.

*Задайте параметр:* нажмите **Выход**.

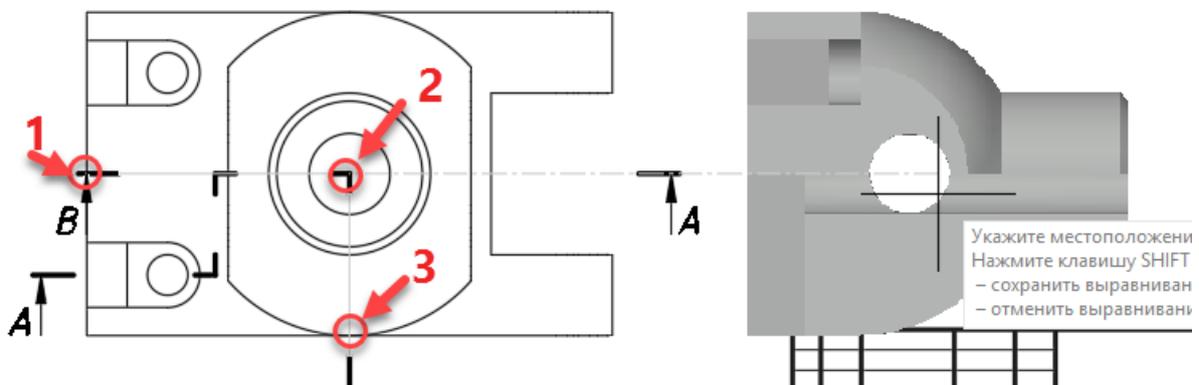


Рис. 4.29. Построение вида слева с профильным разрезом

**11.** Теперь следует расположить данное изображение в проекционной связи. Для этого его нужно повернуть и выровнять с главным видом.

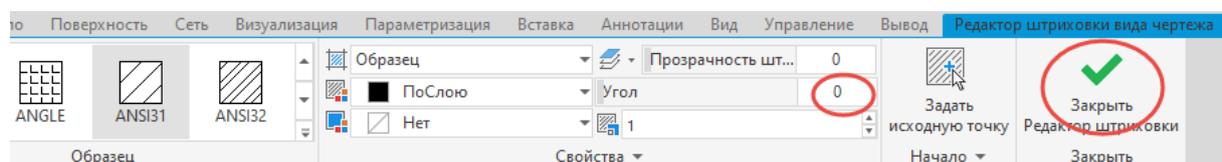
Выделите изображение щелчком мыши, затем в контекстном меню (нажав правой кнопкой мыши) выберите команду **Повернуть**, в качестве базовой укажите любую точку изображения, и введите угол поворота  $90^\circ$ .

**12.** Воспользовавшись вспомогательным построением (горизонтальным отрезком), переместите полученный вид слева с правой стороны от главного изображения (фронтального ступенчатого разреза), рис. 4.30. Для перемещения изображения можно нажать левой кнопкой мыши на центральную синюю ручку или рамку вида и, не отпуская кнопку, двигать по экрану. Изображение будет перемещаться вслед за указателем мыши.

**13.** Отредактируйте штриховку на разрезах.

Штриховка на всех изображениях должна идти в одну и ту же сторону. Измените направление штриховки на профильном разрезе.

При выделении штриховки на профильном разрезе открывается контекстная вкладка **Редактор штриховки**. Измените угол штриховки на **0** и закройте редактор.



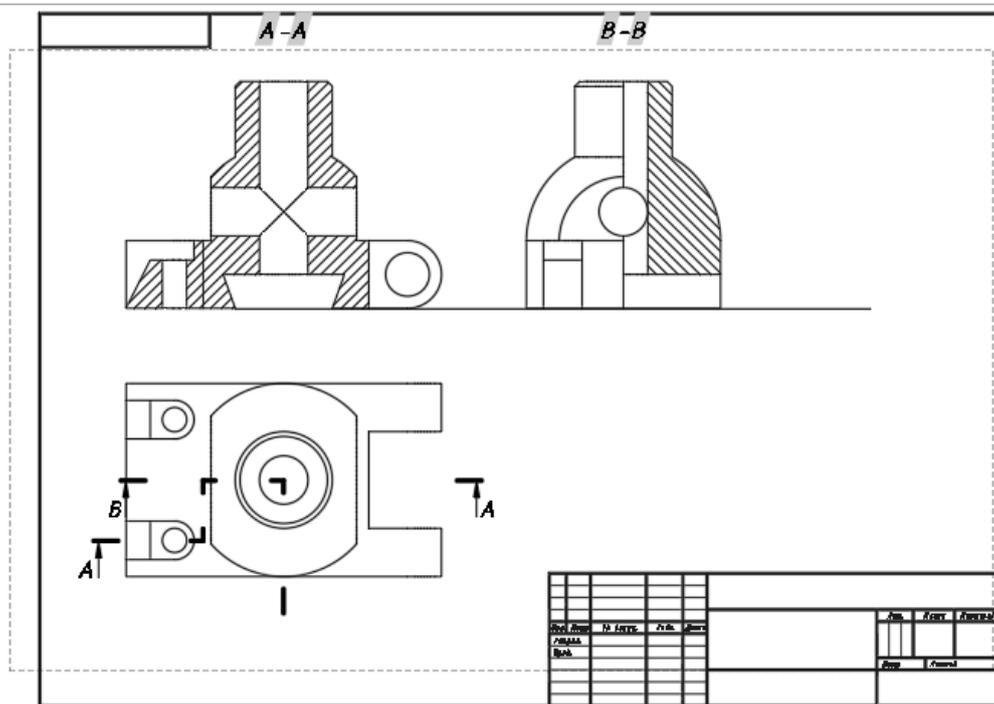


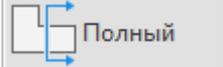
Рис. 4.30. Расположение вида слева

**14.** Измените стиль сечения.

Выделите секущую плоскость для профильного разреза и переместите её на отключенный слой **Разметка** (нужно будет создать новые следы секущей плоскости на главном изображении).

Измените обозначение разреза **В-В** на обозначение **Б-Б**. Для этого щёлкните 2 раза левой кнопкой мыши по идентификатору **В-В** и измените обозначение на **Б-Б**.

**15.** Выполните местный разрез на виде сверху.

Вызовите команду **Полный**  из выпадающего списка команды **Сечение** (вкладка **Лист**, панель **Создать вид**).

На экране появится запрос:

*Выберите родительский вид:* при помощи мыши укажите изображение ступенчатого разреза.

*Укажите начальную точку или:* секущая плоскость будет вскрывать цилиндрические отверстия в ушках. При помощи мыши и объектной привязки **Середина**

 **Середина** укажите точку 1 секущей плоскости (рис. 4.31).

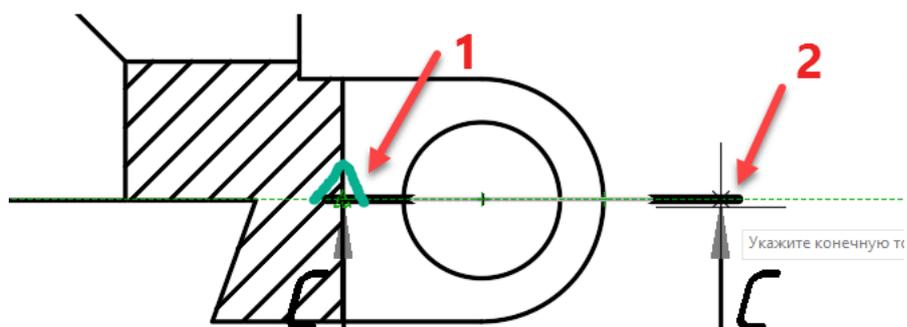


Рис. 4.31. Точки секущей плоскости для местного разреза

*Укажите конечную точку или:* укажите точку **2** секущей плоскости так, чтоб линия сечения шла строго горизонтально (рис. 4.31).

*Укажите местоположение сечения или:* при помощи мыши укажите положение разреза, совместив его с видом сверху (рис. 4.32).

*Задайте параметр:* нажмите **Выход**.

Местные разрезы не обозначаются, поэтому выделите идентификатор (буквы **C-C**) (рис. 4.33) и нажмите клавишу **Delete**, а обозначение секущей плоскости перенесите на отключенный слой **Разметка**.

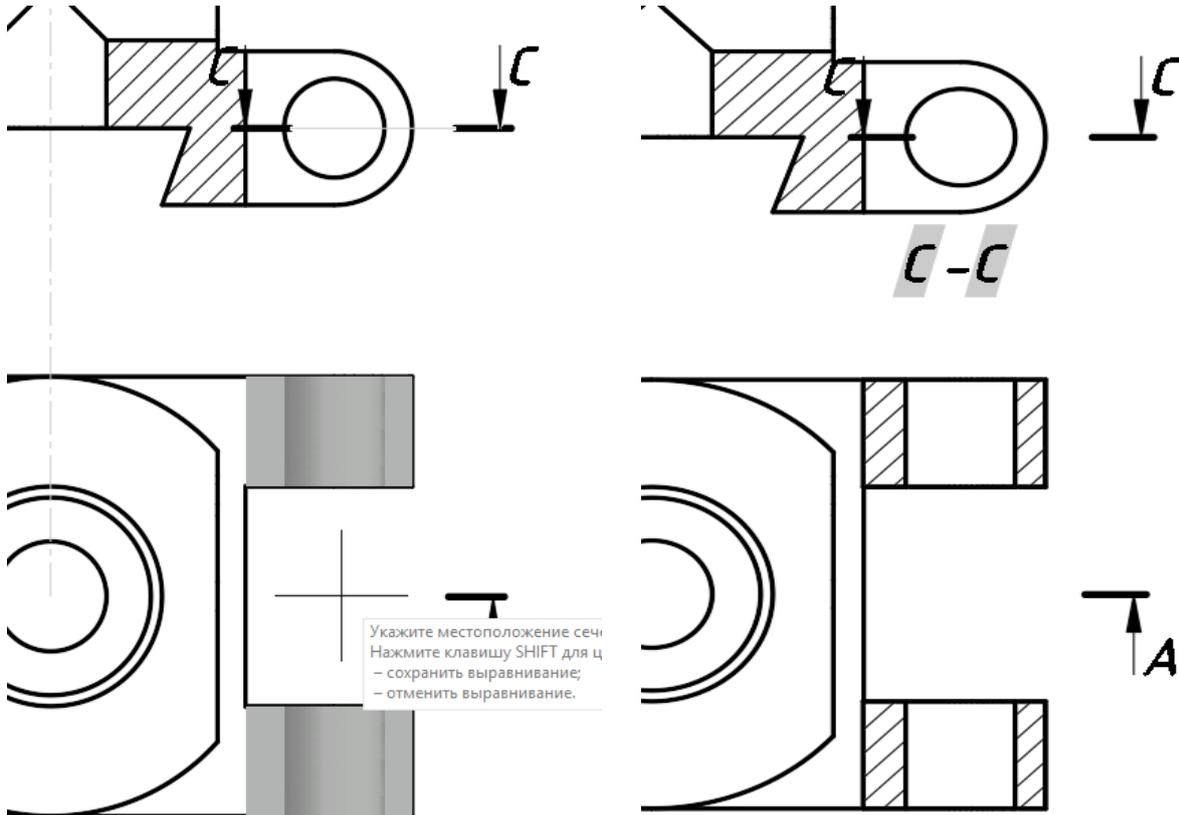
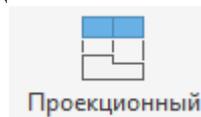


Рис. 4.32. Местоположение местного разреза

Рис. 4.33. Местный разрез на виде сверху

## 16. Создайте изометрическую проекцию.

Вызовите команду **Проекционный** (вкладка **Лист**, панель **Создать вид**).



(вкладка **Лист**, панель **Создать вид**).

На экране появится запрос:

*Выберите родительский вид:* укажите мышью на вид слева, совмещенный с разрезом.

*Положение проекционного вида:* ведите мышью влево и вниз, добиваясь расположения выреза, обращенного к наблюдателю (рис. 4.34), щелкните левой кнопкой мыши в поле чертежа, зафиксировав положение, затем **Выход**.

Перенесите созданное аксонометрическое изображение на свободное место (рис. 4.35). Для переноса используйте центральную синюю ручку вида.

При необходимости отредактируйте угол наклона штриховки в аксонометрическом вырезе (щелчок левой кнопкой мыши на штриховке открывает редактор штриховки). Угол наклона штриховки левой части выреза  $15^\circ$ , правой –  $105^\circ$ .



### 4.3. Завершение чертежа

Для завершения чертежа необходимо:

1. Придать нужную толщину контурным линиям чертежа.
2. Провести осевые и центровые линии.
3. Нанести размеры.
4. Ограничить местный разрез тонкой линией.
5. Обозначить секущую плоскость разреза Б-Б.
6. Заполнить графы основной и дополнительной надписи чертежа.

Выполните последовательно указанные выше пункты.

1. Измените толщину контурных линий.

Для этого в диалоговом окне **Диспетчер свойств слоев** для слоя **MD\_Видимые** выберите значение веса линий, **0,6 мм** (рис. 4.36).

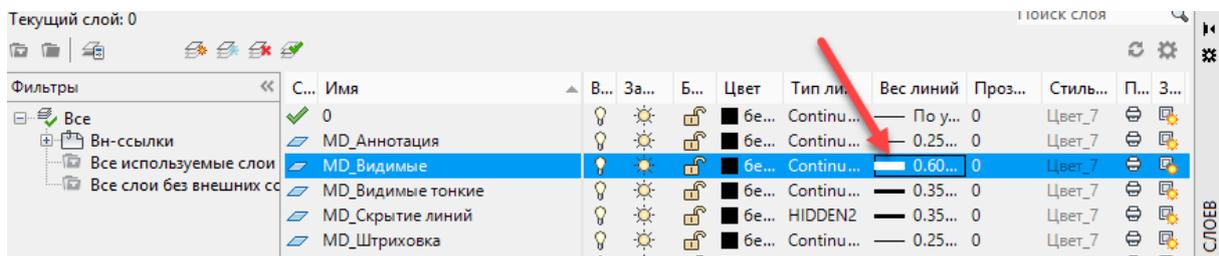


Рис. 4.36. Диалоговое окно **Диспетчер свойств слоев**

Скройте лишние линии чертежа.

Для маскировки линий 1, 2, 3, 4 (рис. 4.37), которых не должно быть на чертеже, используйте **Полилинию** толщиной, например, 2 мм и задайте ей белый цвет.

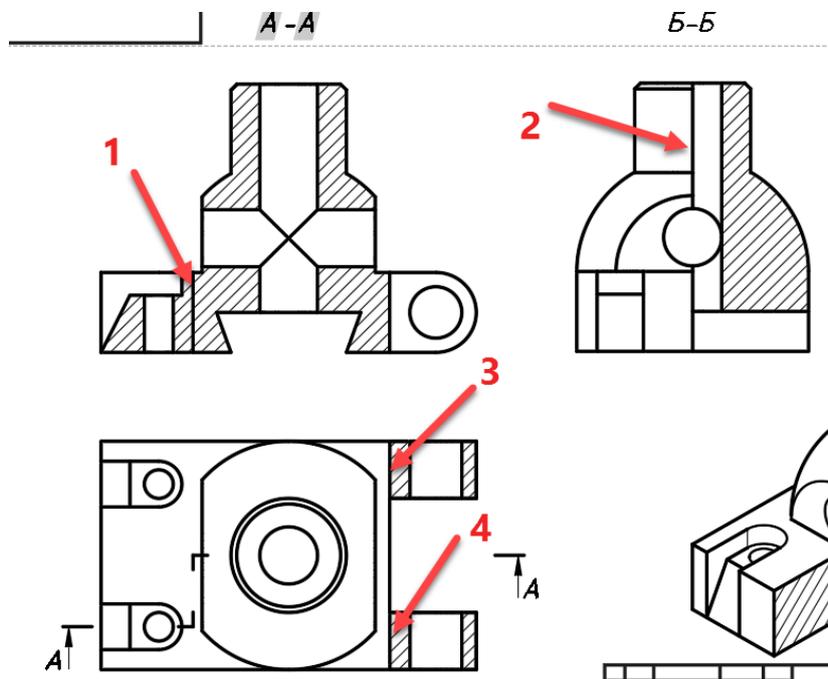
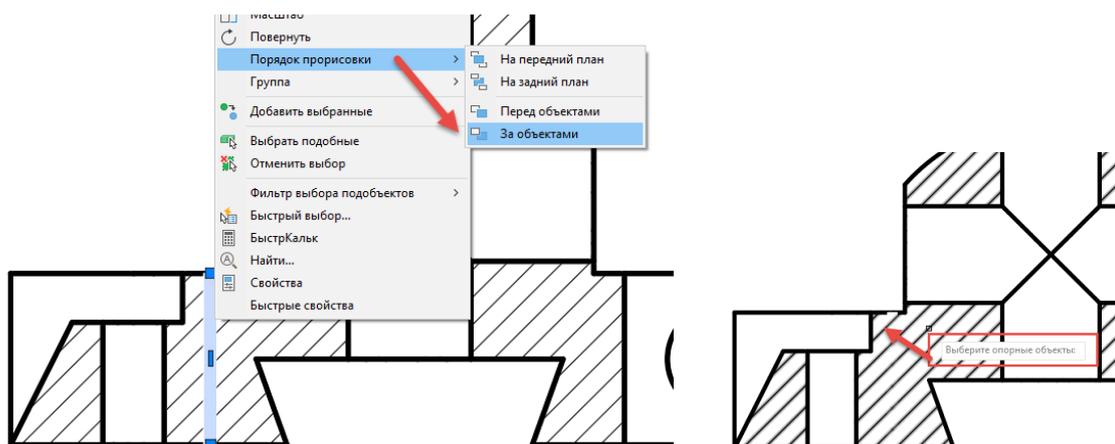


Рис. 4.37. Линии чертежа, которые следует скрыть

Линия 1 должна располагаться за штриховкой. Выделите построенную на ее месте полилинию, в ее контекстном меню выберите **Порядок прорисовки** → **За объектами** и щелкните левой кнопкой мыши на штриховке, затем нажмите клавишу **Enter**.



2. Постройте осевые линии на чертеже.

Создайте новый слой **Оси**. В настройках слоя выберите **Тип линии** – осевая, **Цвет** – оранжевый. Сделайте данный слой текущим.

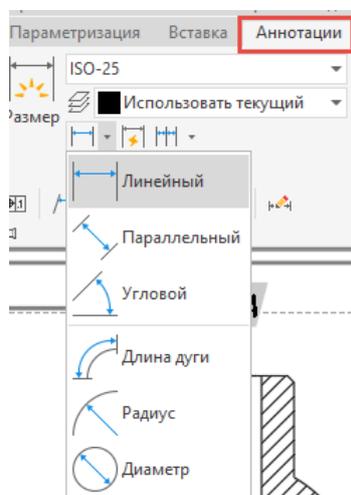
Используя объектную привязку и команду **Отрезок**, проведите осевые и центровые линии (рис. 4.38).

3. Нанесите размеры детали на чертёж.

Создайте новый слой – **Размерный**. В настройках слоя выберите **Цвет линии** – зеленый. Сделайте данный слой текущим.

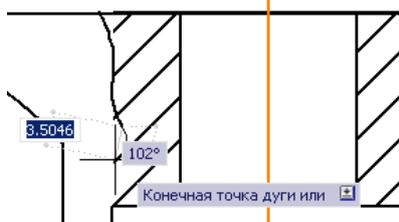
Создайте свой размерный стиль, в соответствии с ГОСТом. Нанесите размеры, как на рис. 4.39.

Размерные команды в рабочем пространстве **3D-моделирования** находятся на вкладке **Аннотации**, панель **Размеры**.



4. Постройте линию, ограничивающую местный разрез.

Перейдите на слой **MD\_Видимые тонкие**.



Инструментом **Полилиния** при выбранной опции **Дуга** → **Направление** укажите подряд несколько точек (линия отслеживается по чертежу).

Линию обрыва строите по краю заштрихованной области. После построения при необходимости отредактируйте линию с помощью ручек.

5. Обозначьте фронтальный разрез на чертеже.

Для обозначения разреза на чертеже необходимо начертить линии следов секущей плоскости, стрелки, указывающие направление взгляда, и написать буквенное обозначение разреза – Б-Б.

Для выполнения этих действий применяются команды **Полилиния** и **Текст**.

Линии следов секущей плоскости и стрелки можно построить автоматически, воспользовавшись командой **Сечение** → **Полное**, указав 2 точки положения следов на чертеже. Созданное при этом сечение необходимо вынести с чертежа за границу формата, как показано на рис. 4.38.

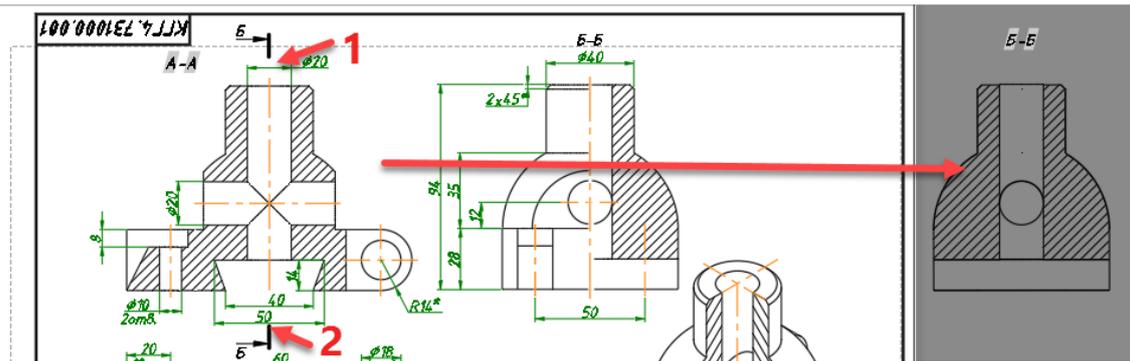


Рис. 4.38. Обозначение фронтального разреза

6. Заполните графы основной и дополнительной надписи.

Перейдите на слой **Основная надпись**. Заполните графы как на чертеже 4.39. Чертеж готов.

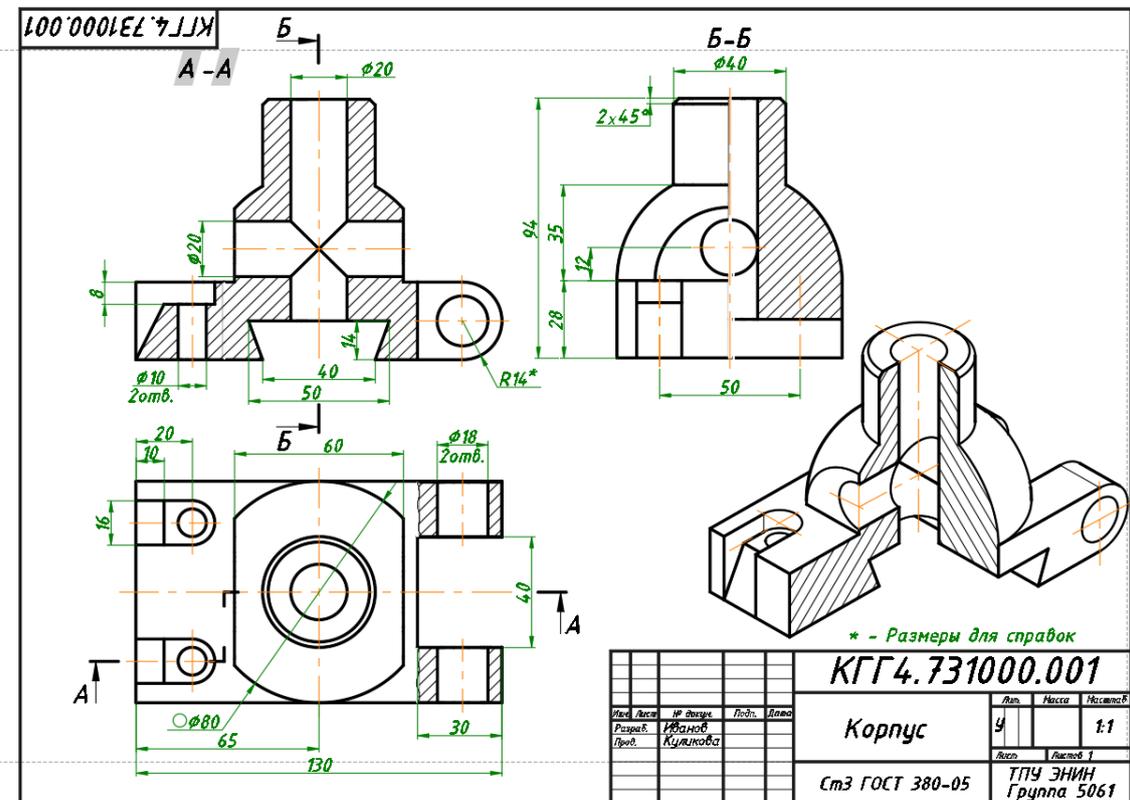


Рис. 4.39. Готовый чертеж

7. Для завершения работы с программой AutoCad сохраните свой чертеж и щелкните на кнопку  **Закреть** в правом верхнем углу экрана.

8. Для завершения работы с Windows нажмите на кнопку **Пуск**, расположенную в левом нижнем углу экрана. Выберите пункт **Завершение работы**.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

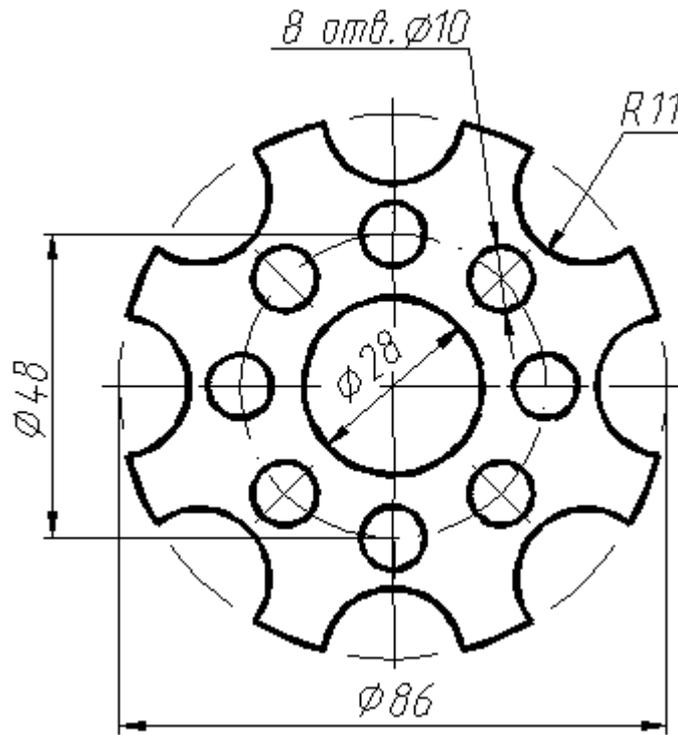
1. Компьютерная графика : учебное пособие по компьютерному моделированию в САПР AutoCAD / Н.А. Антипина, Ю.Ю. Будницкая, С.П. Буркова и др. – Томск : Издательство ТПУ, 2007. – 183 с.
2. Компьютерная графика : лабораторный практикум по компьютерному моделированию в САПР AutoCAD / Н.А. Антипина, Ю.Ю. Будницкая, С.П. Буркова и др. – Томск : Издательство ТПУ, 2008. – 68 с.
3. Компьютерная графика в среде AutoCAD в курсе инженерной графики. Лабораторный практикум : учебное пособие / Н.А. Антипина, Ю.Ю. Будницкая, Г.Ф. Винокурова и др. – Томск : Издательство ТПУ, 2012. – 133 с.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

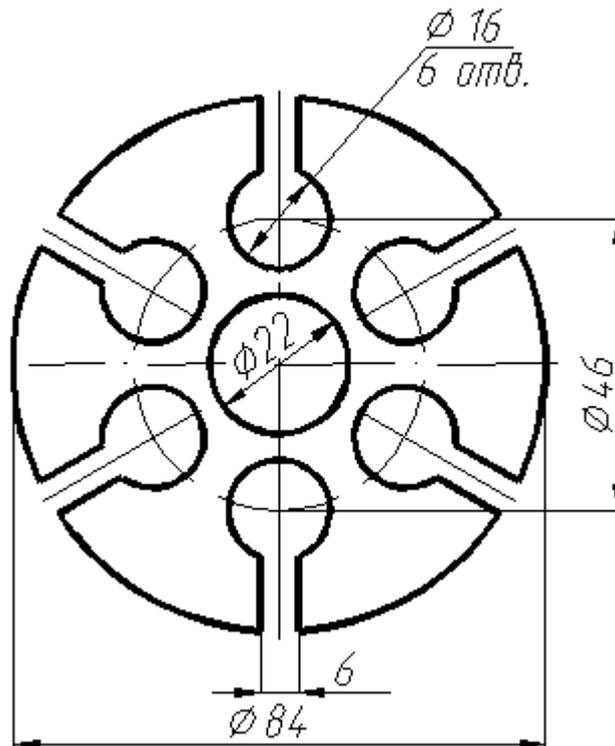
## Приложение 1

### Индивидуальные задания по созданию чертежа плоской детали

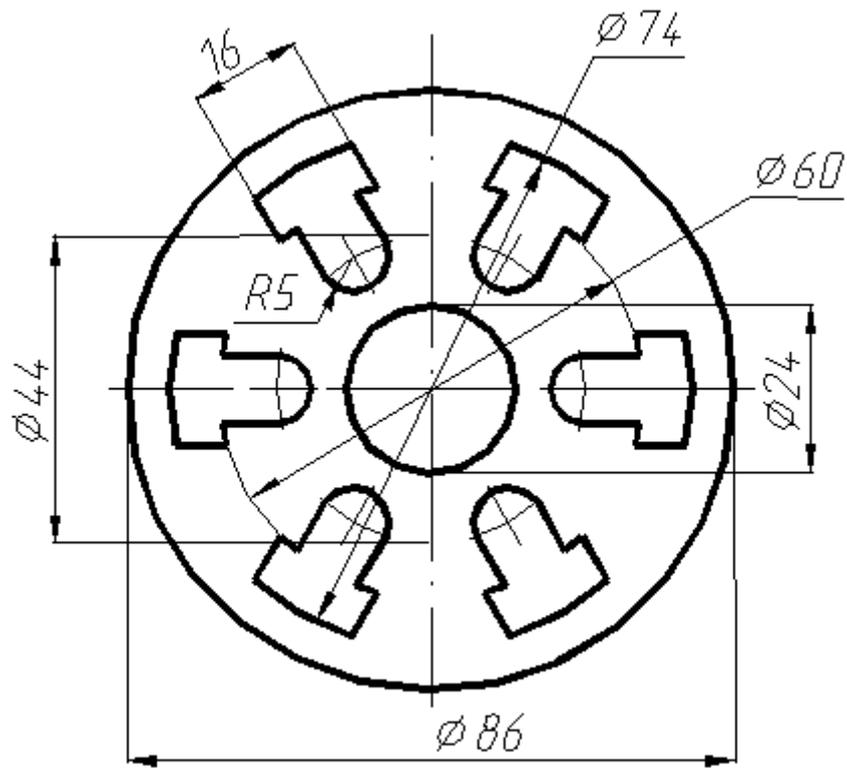
Вариант 1



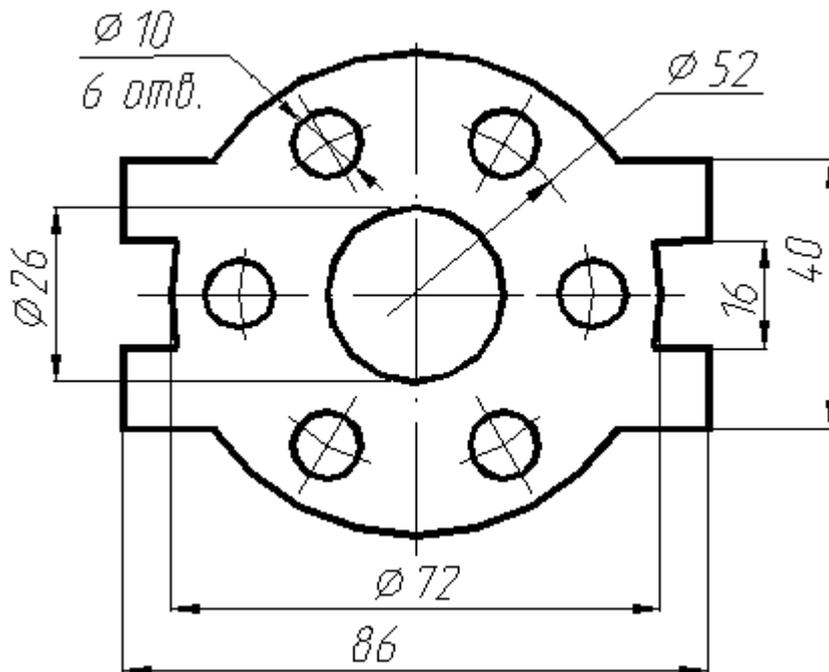
Вариант 2



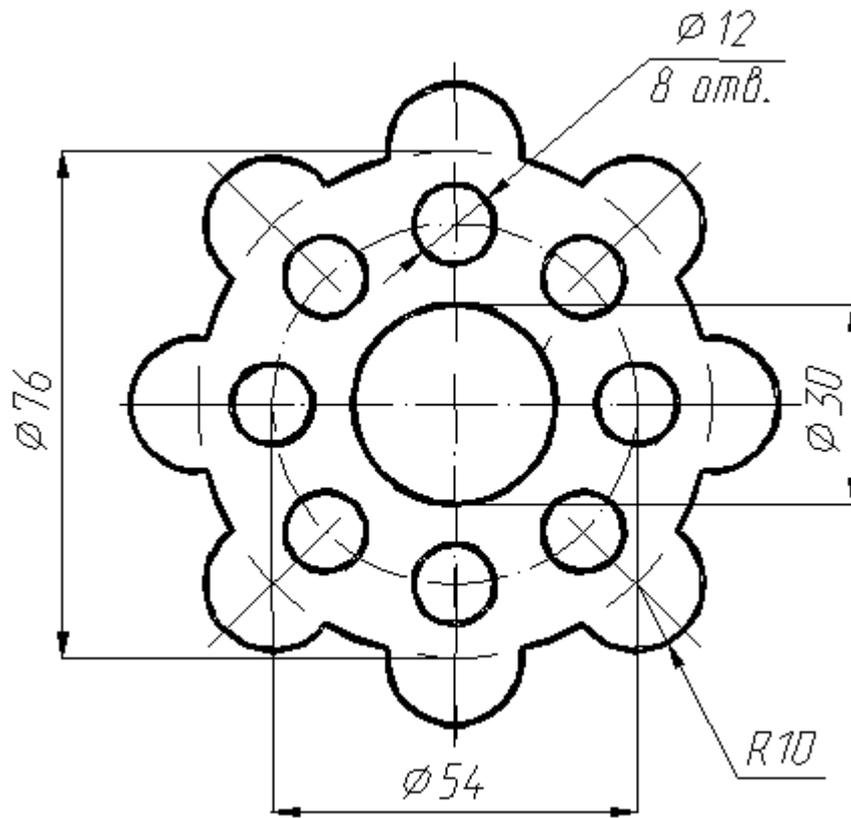
Вариант 3



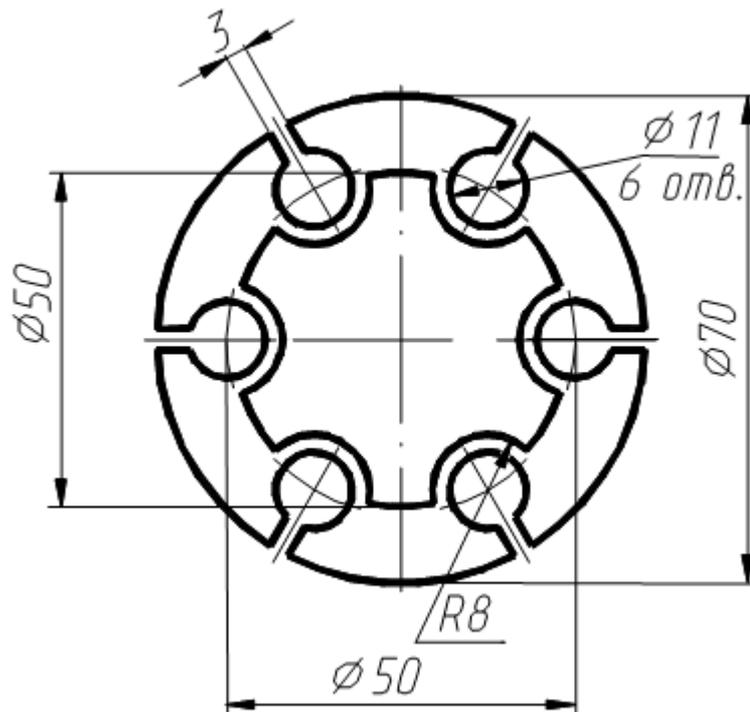
Вариант 4



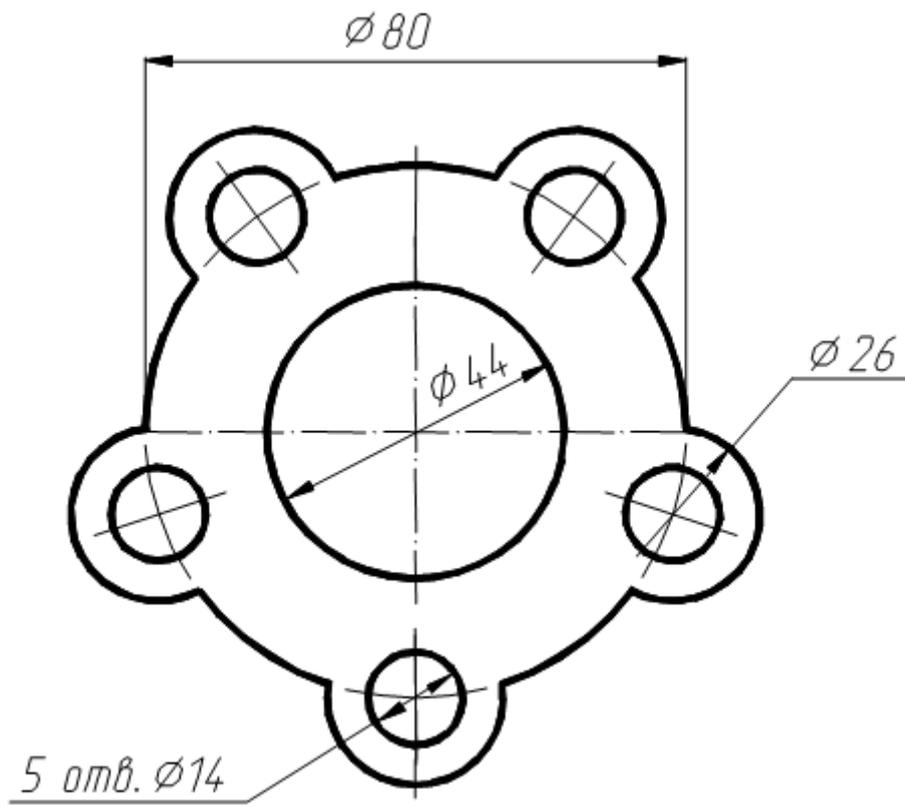
Вариант 5



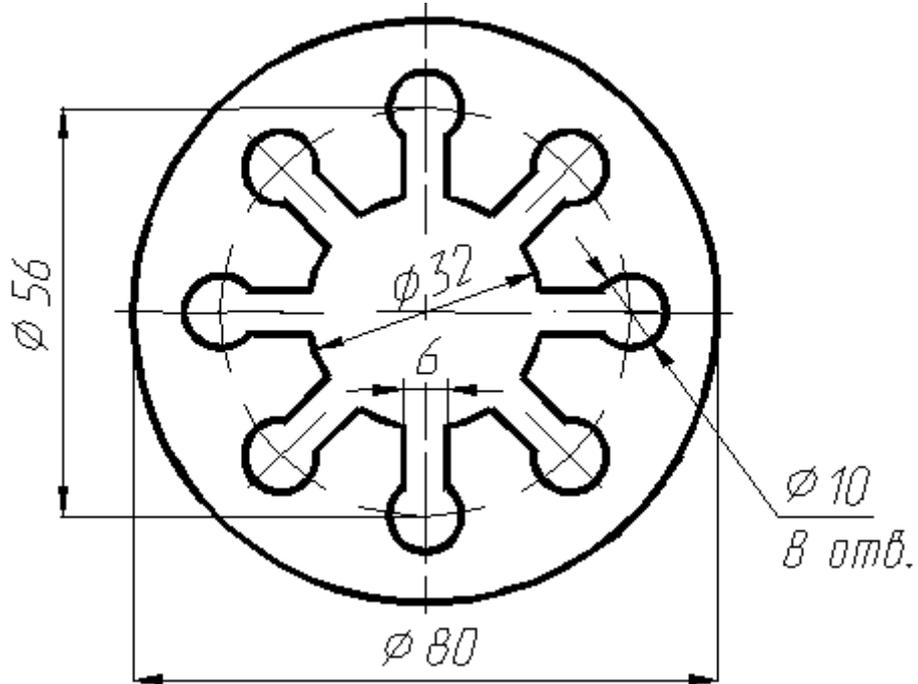
Вариант 6



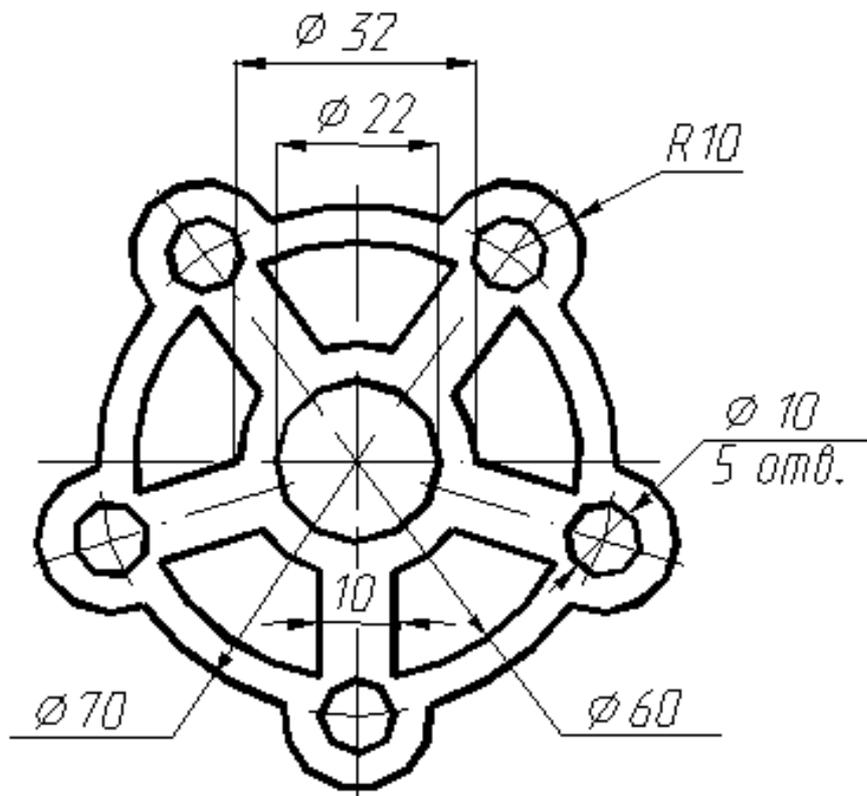
Вариант 7



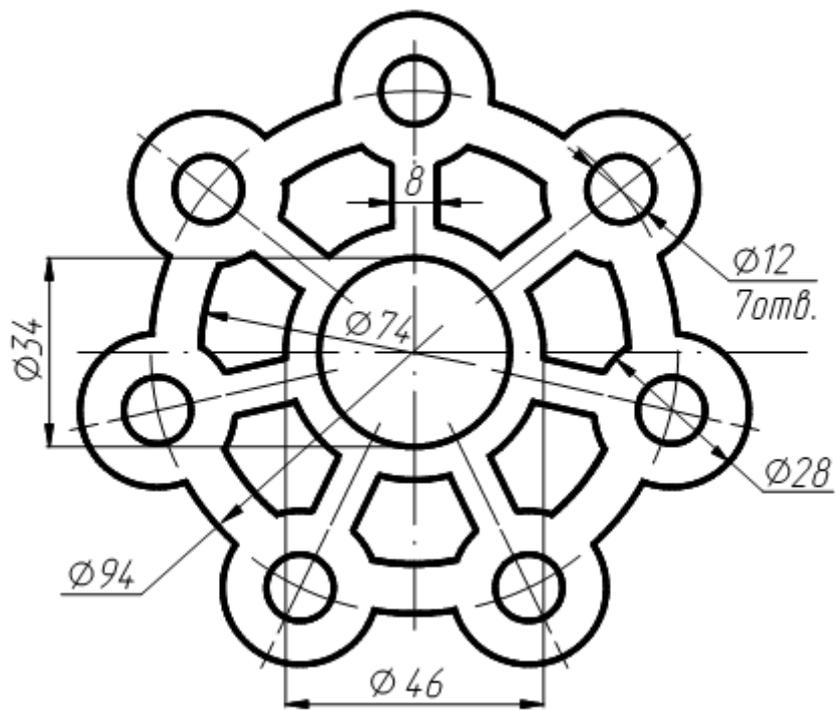
Вариант 8



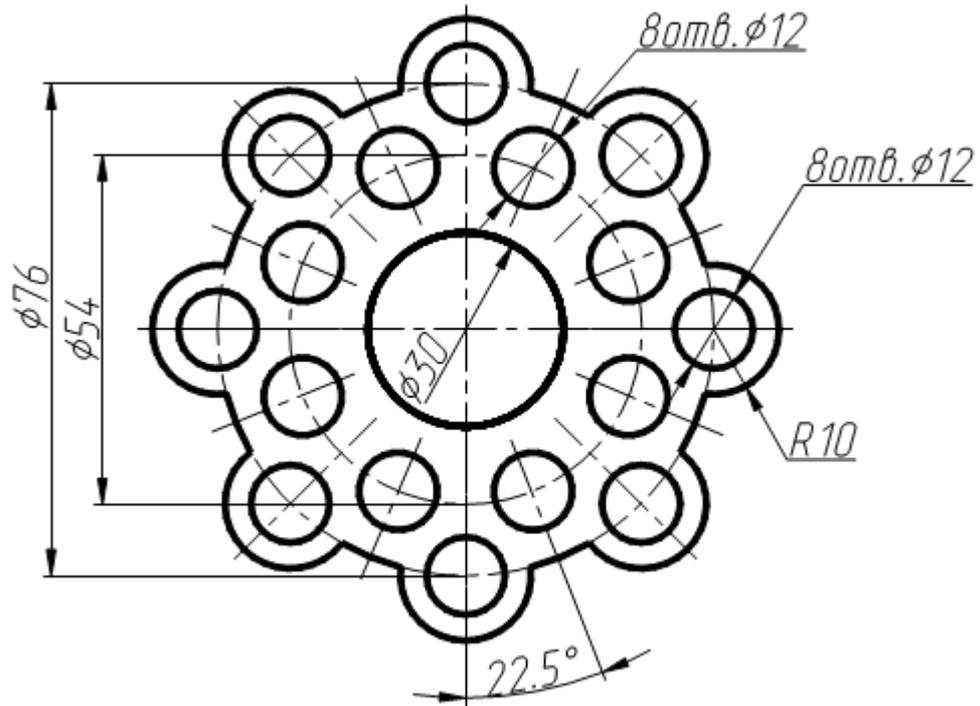
Вариант 9



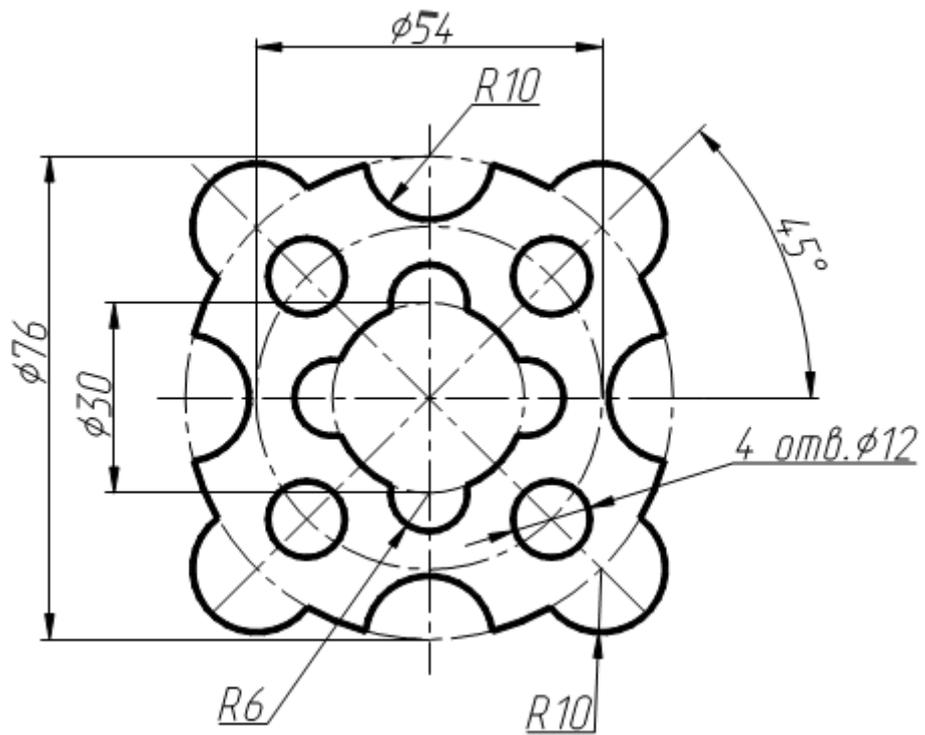
Вариант 10



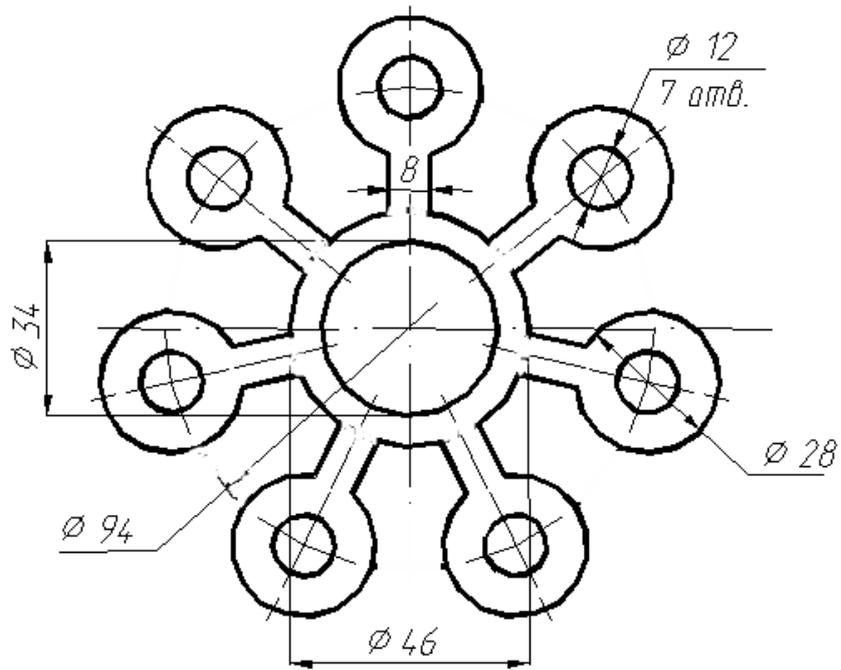
Вариант 11



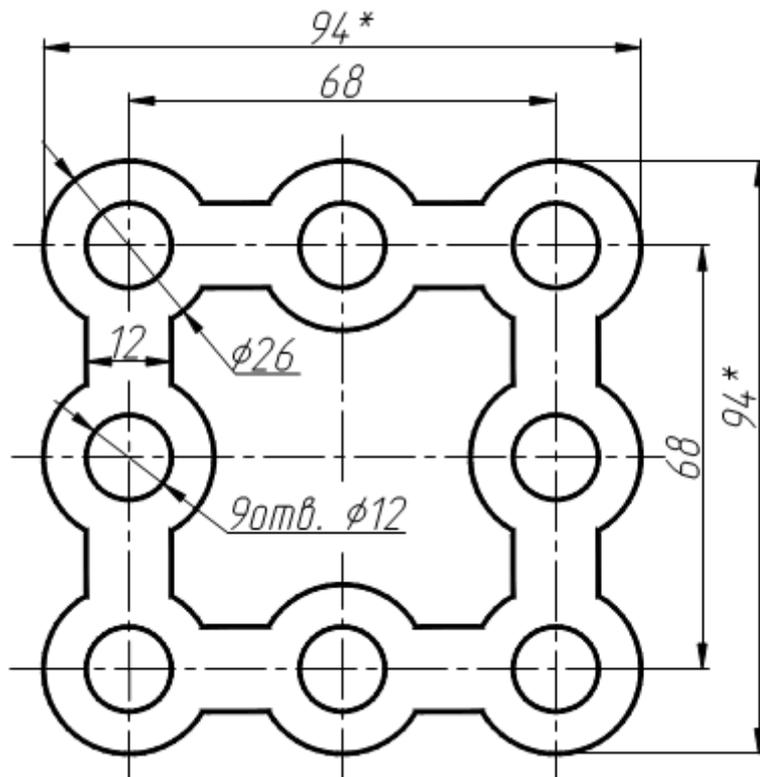
Вариант 12



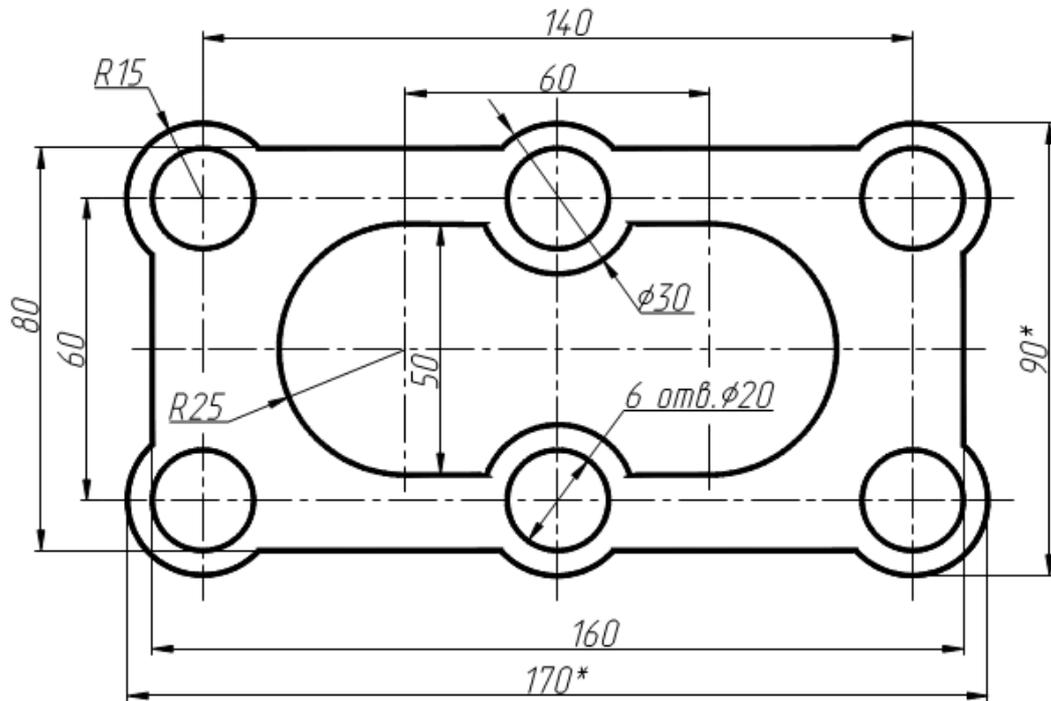
Вариант 13



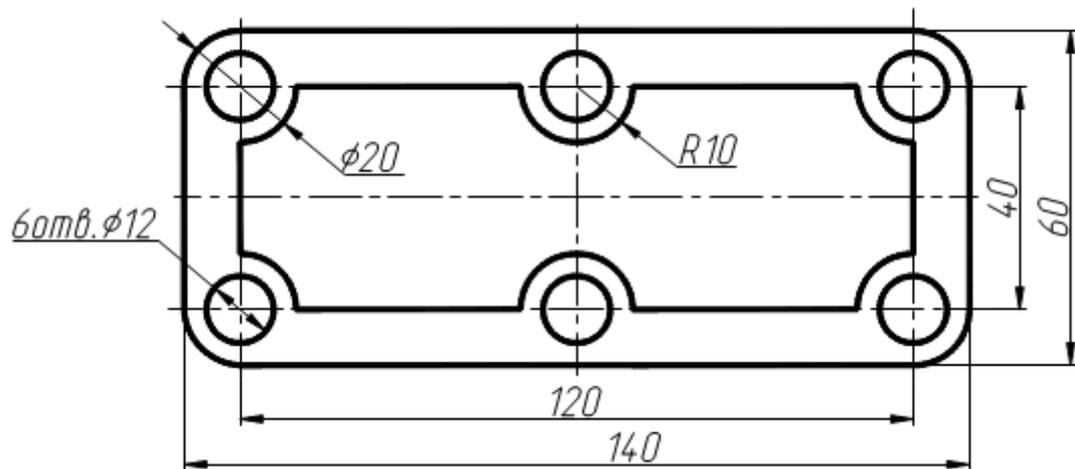
Вариант 14



Вариант 15



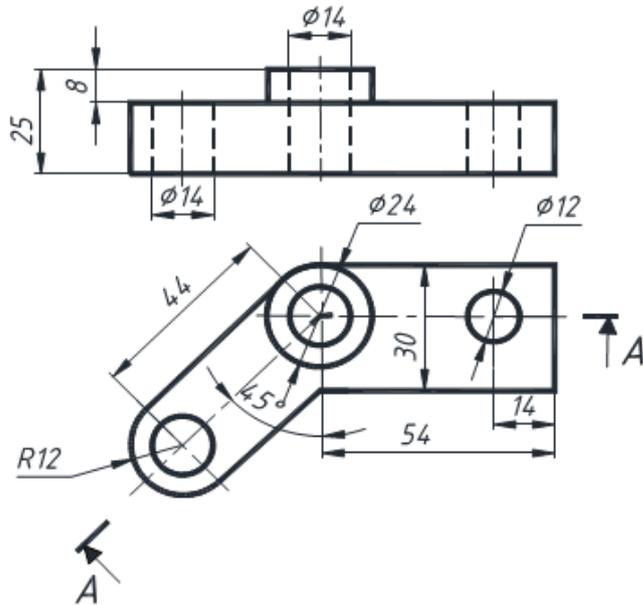
Вариант 16



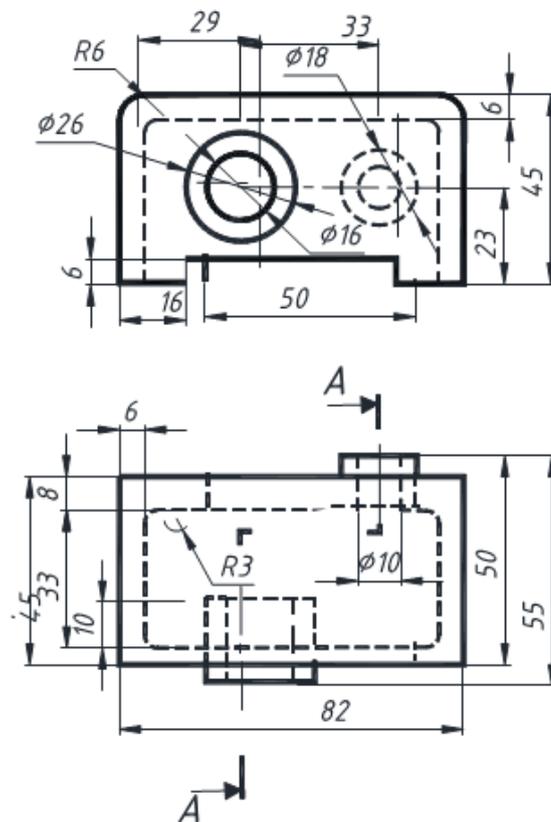
Индивидуальные задания по созданию чертежа детали

Заменить вид разрезом А-А

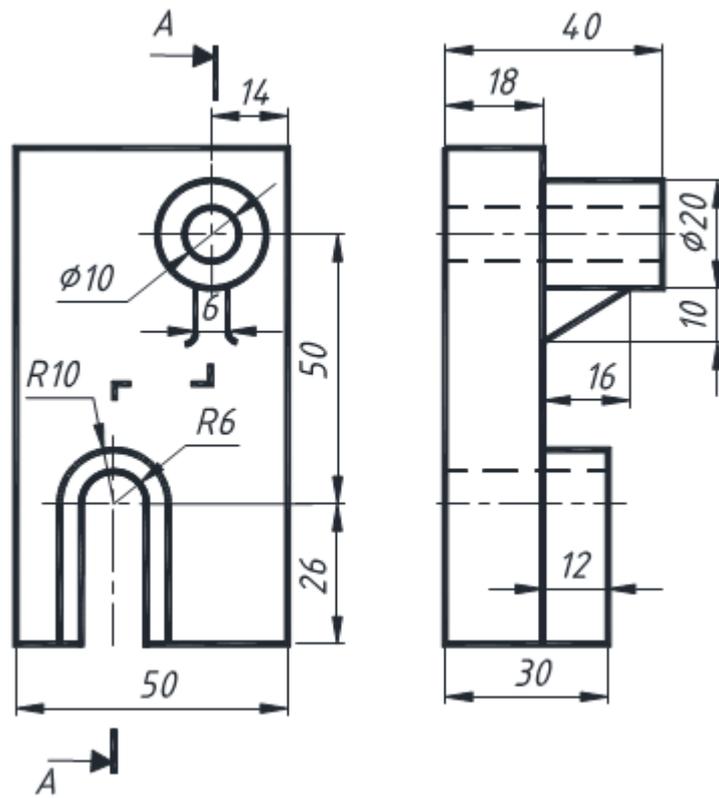
Вариант 1



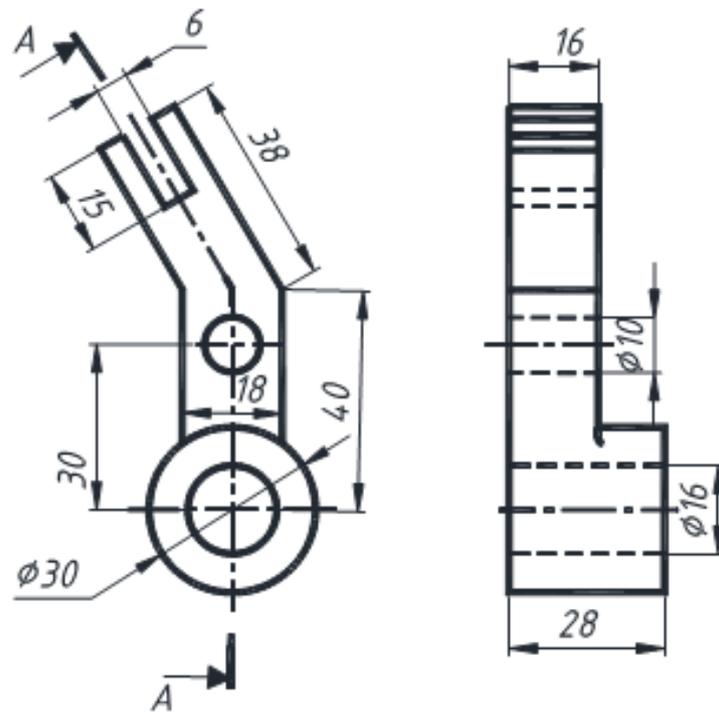
Вариант 2



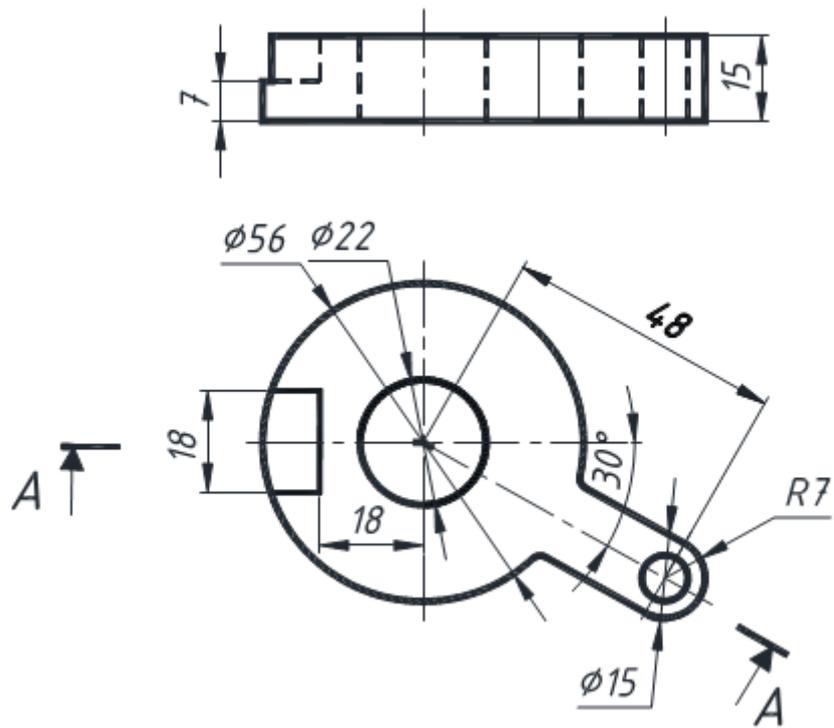
Вариант 3



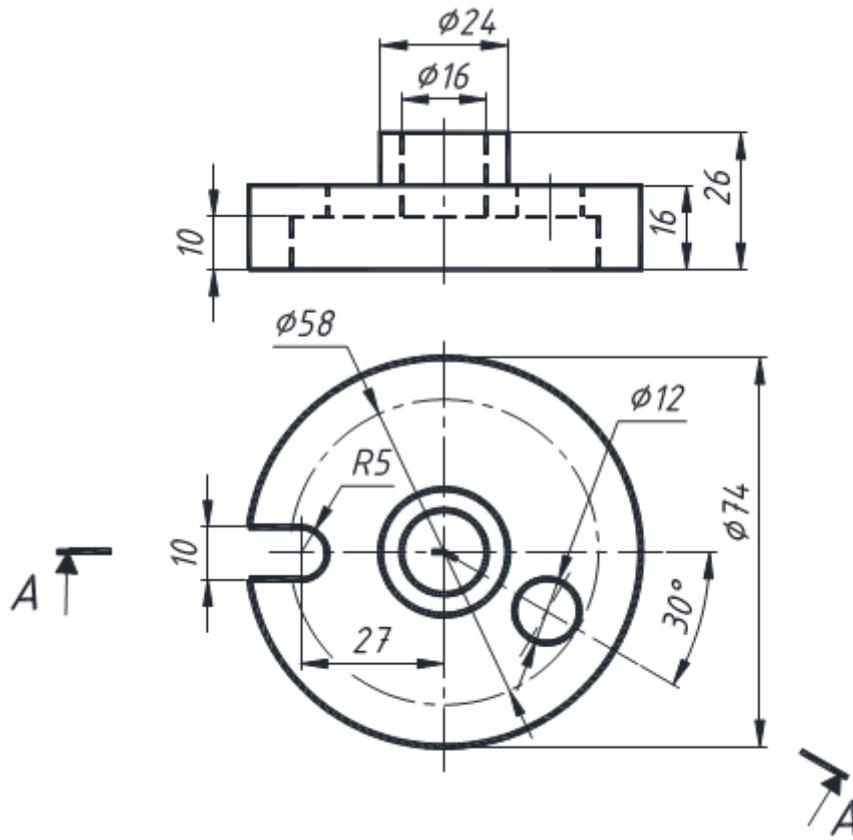
Вариант 4



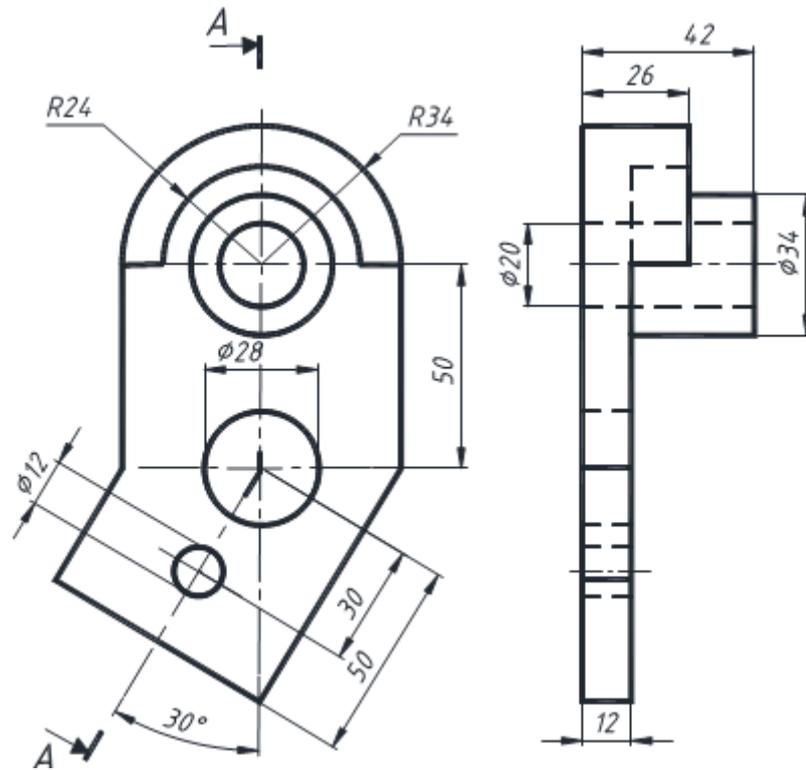
Вариант 5



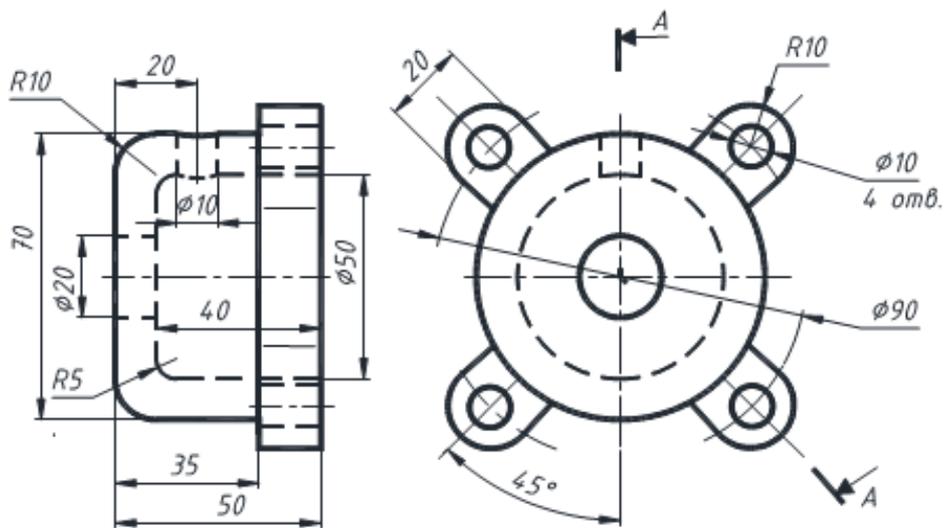
Вариант 6



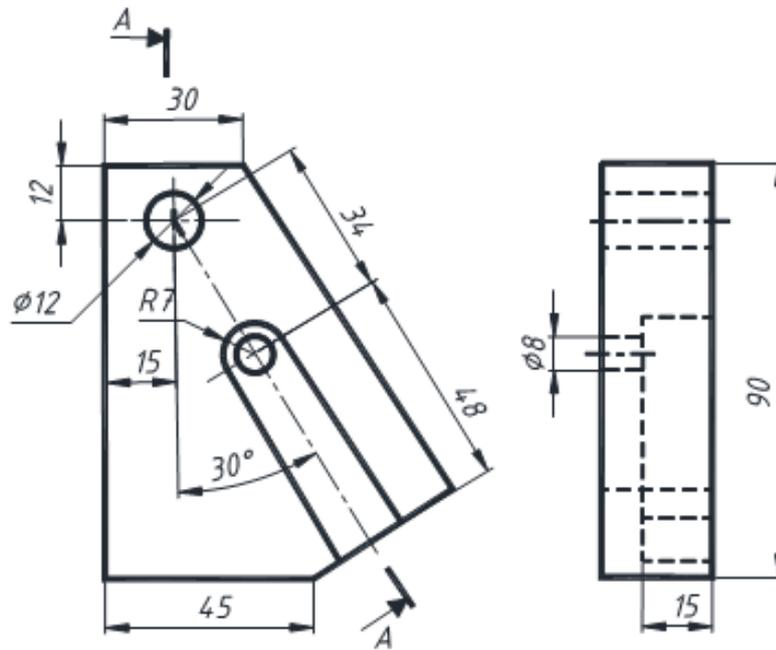
Вариант 7



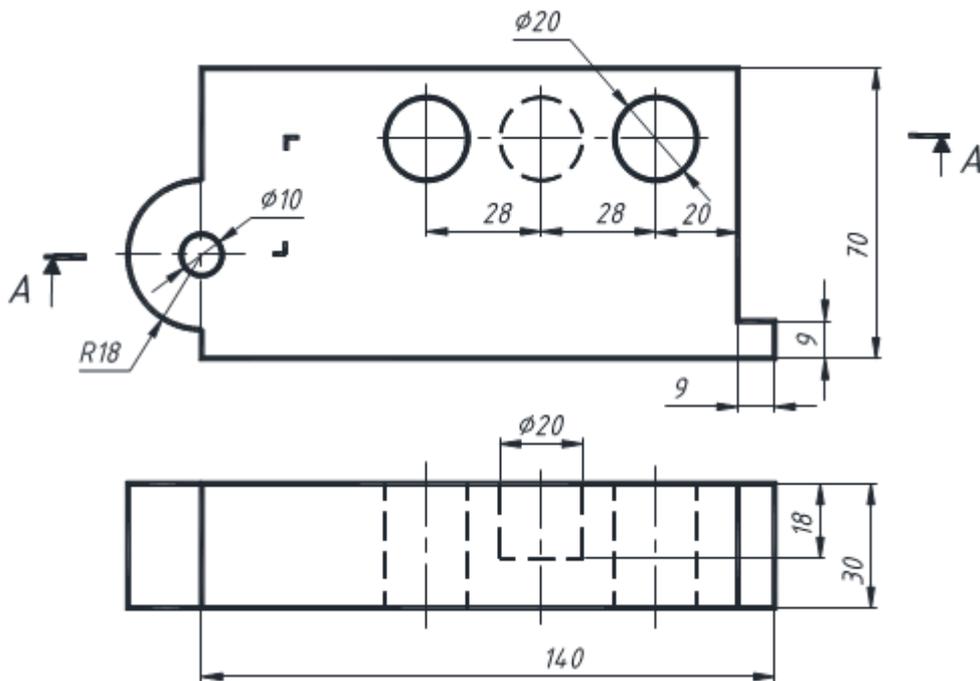
Вариант 8



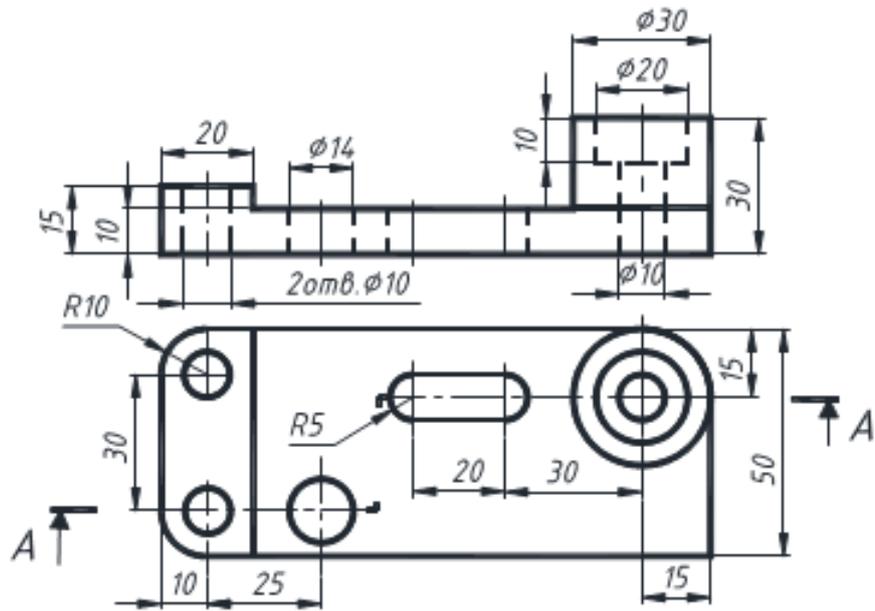
Вариант 9



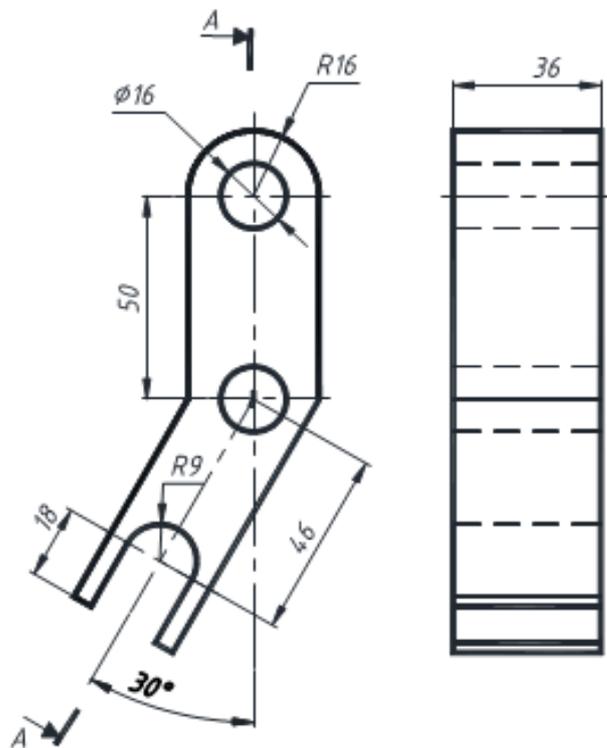
Вариант 10



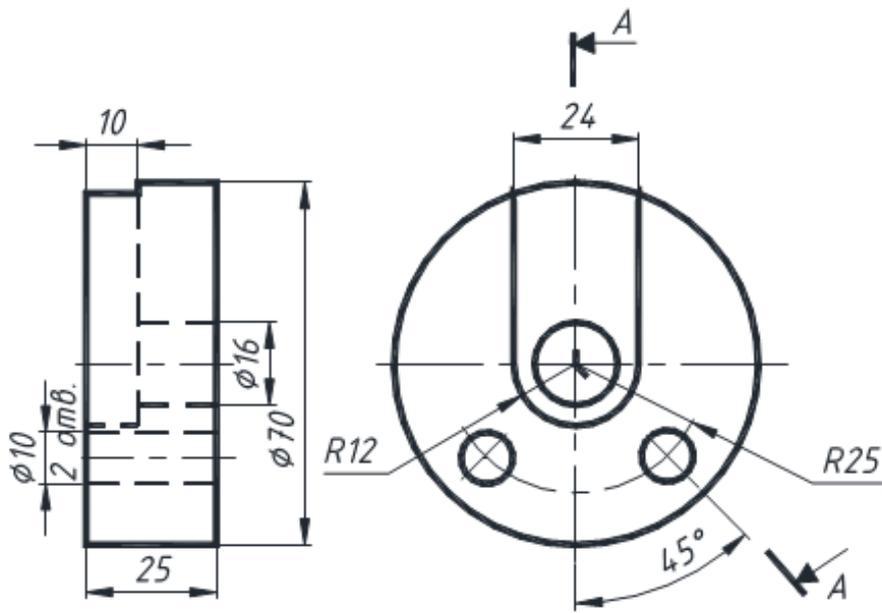
Вариант 11



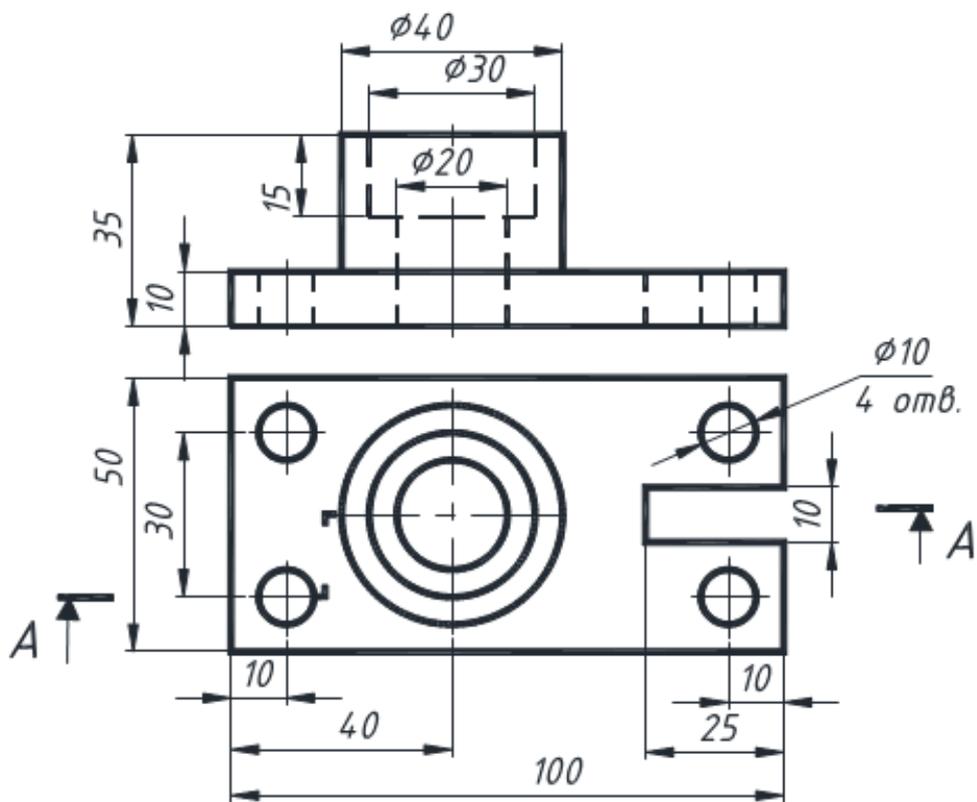
Вариант 12



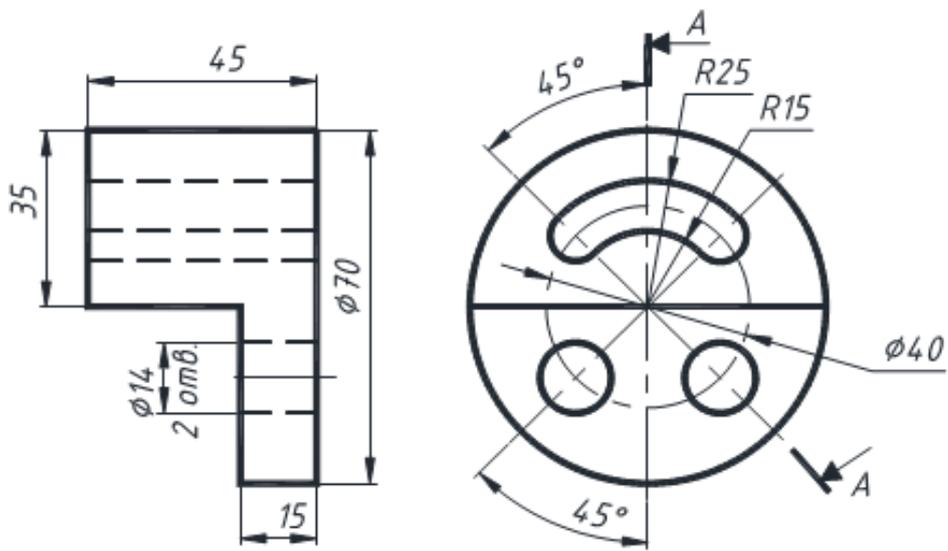
Вариант 13



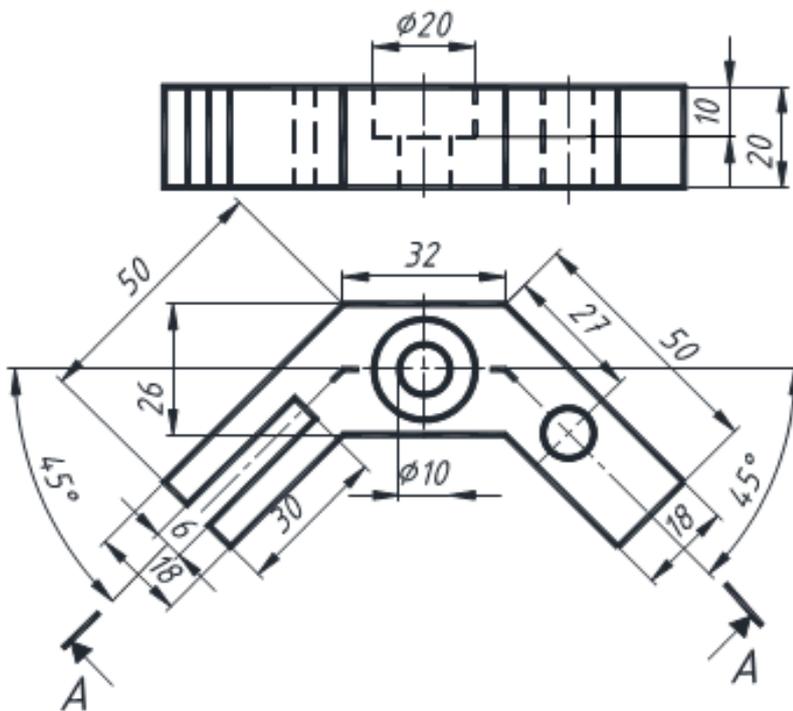
Вариант 14



Вариант 15

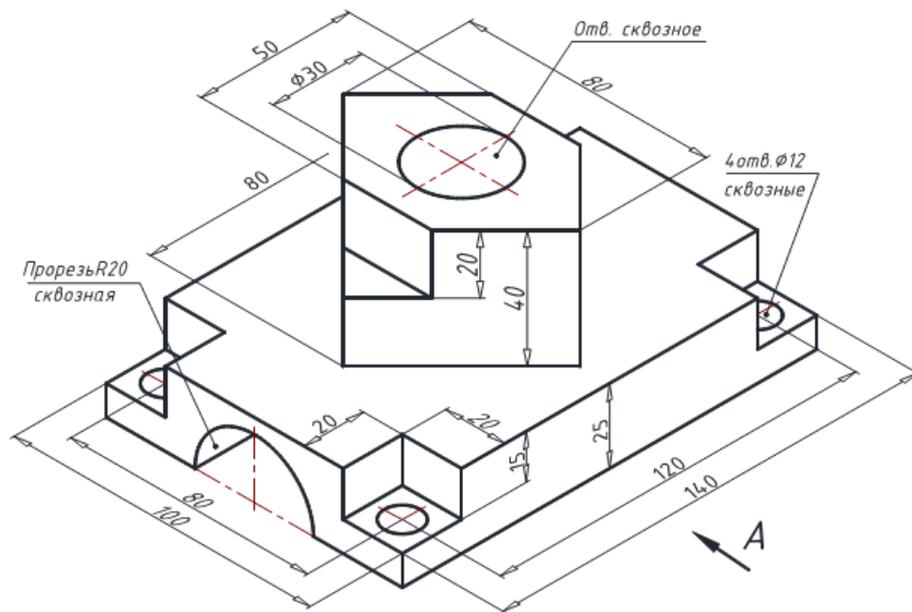


Вариант 16

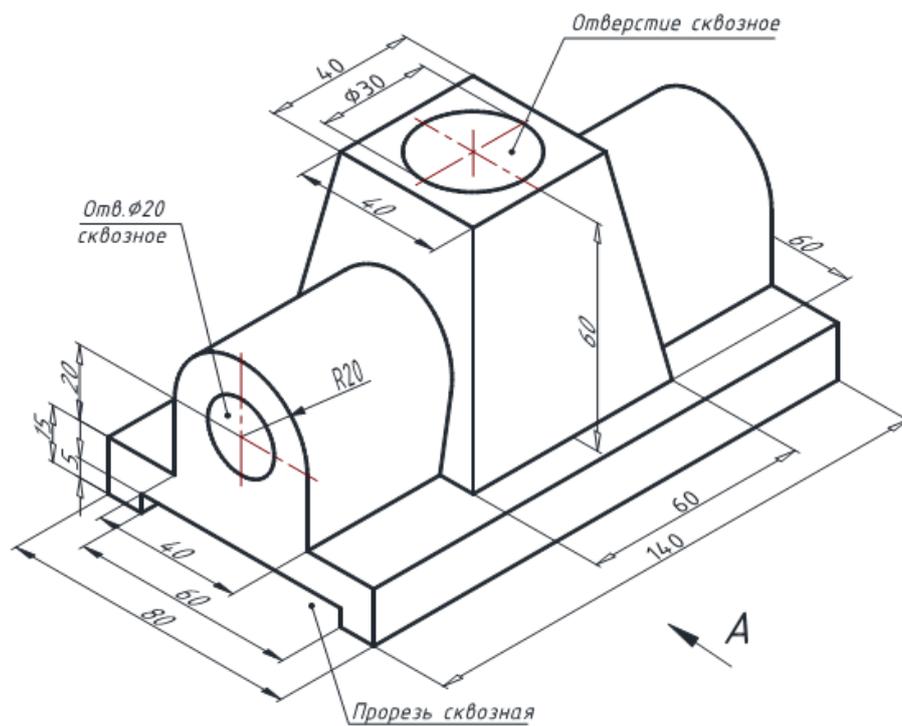


Индивидуальные задания по созданию твердотельной модели  
и компоновке чертежа детали

Вариант 1

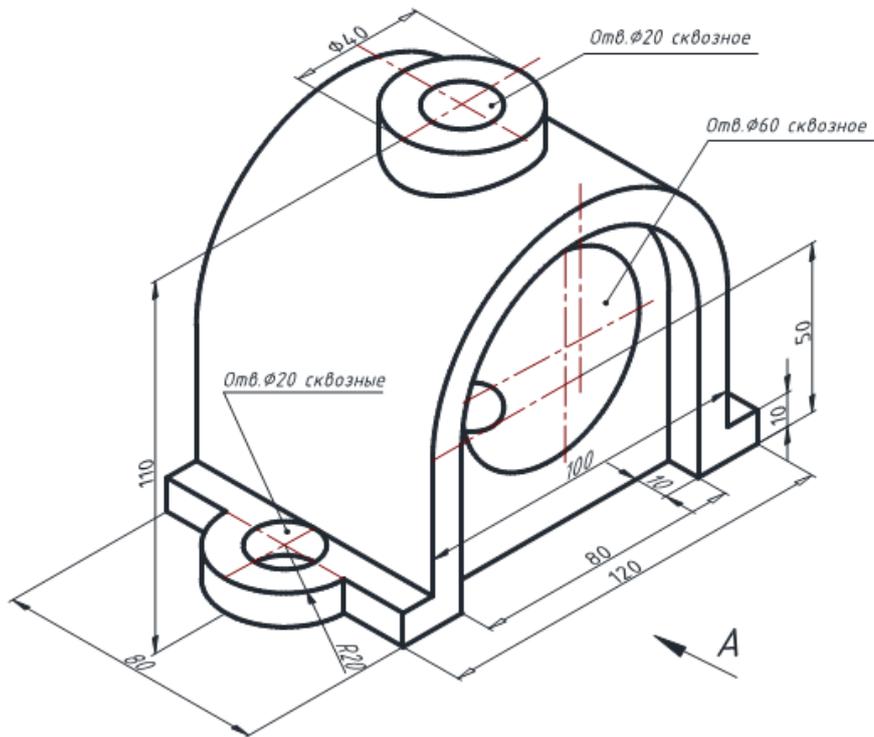


Вариант 2

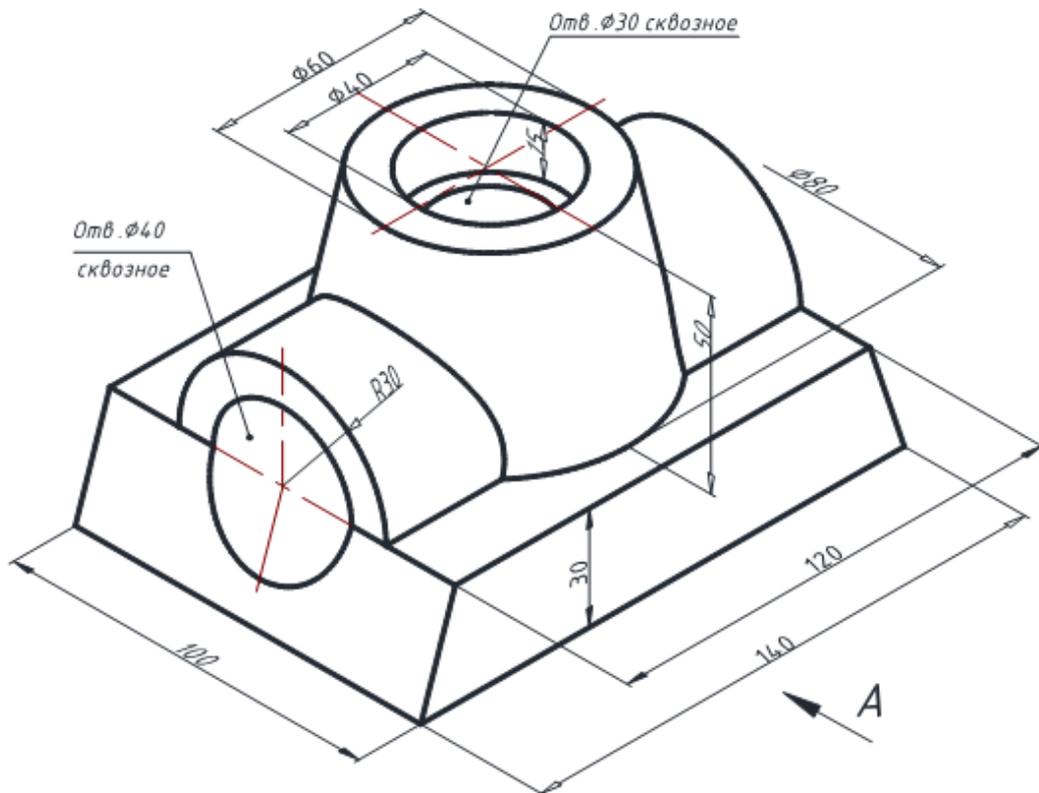




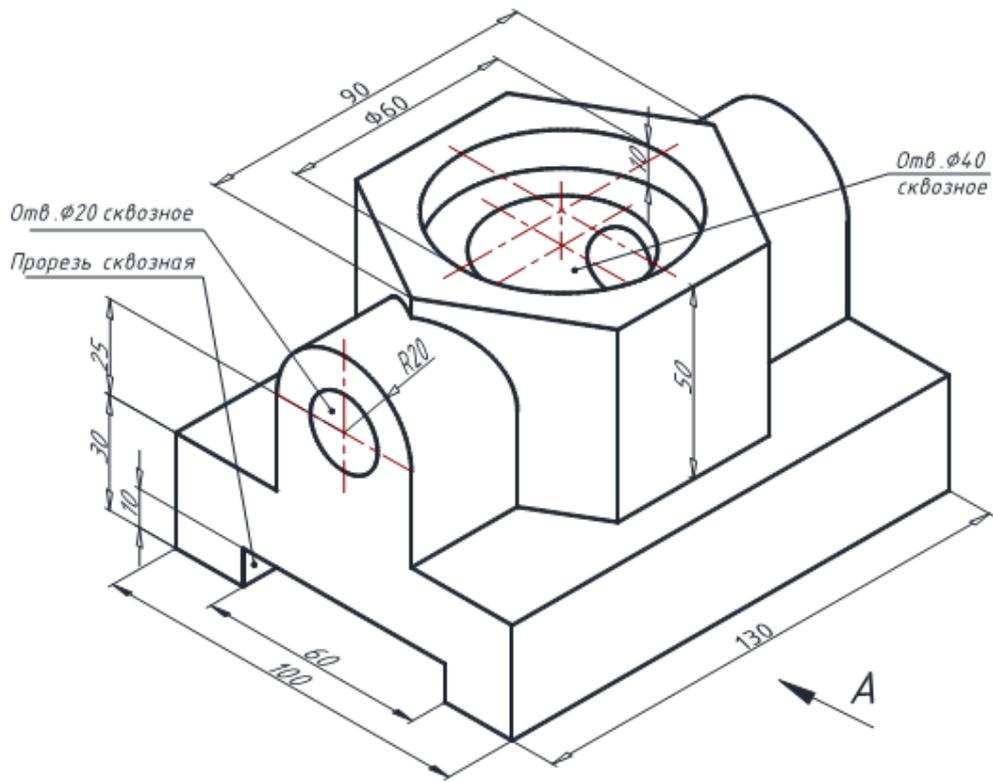
Вариант 5



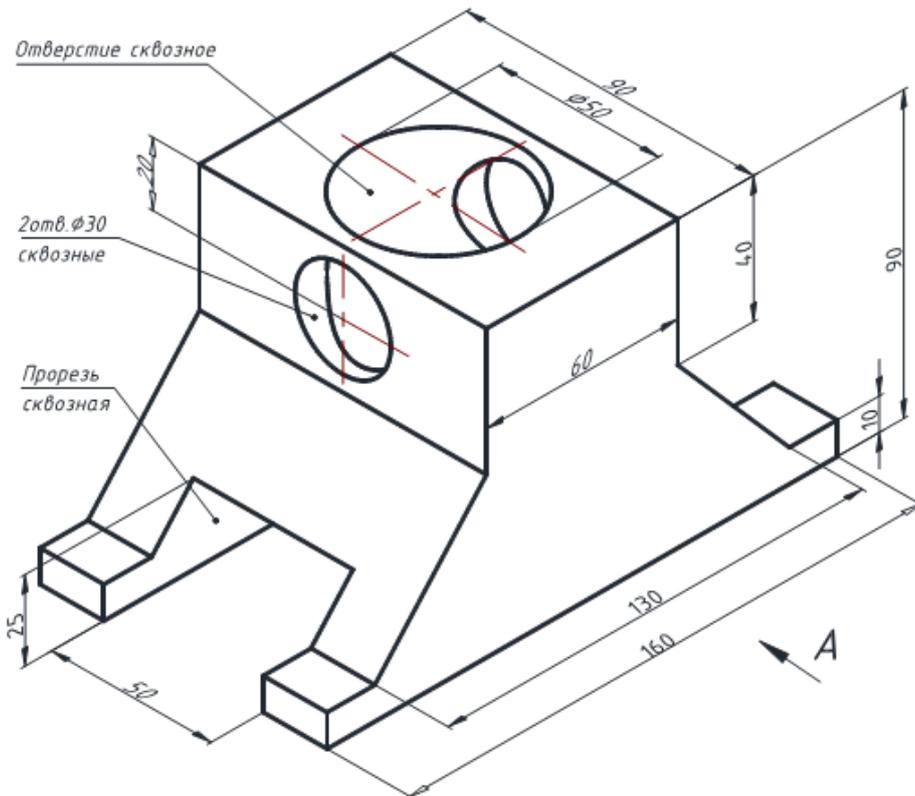
Вариант 6



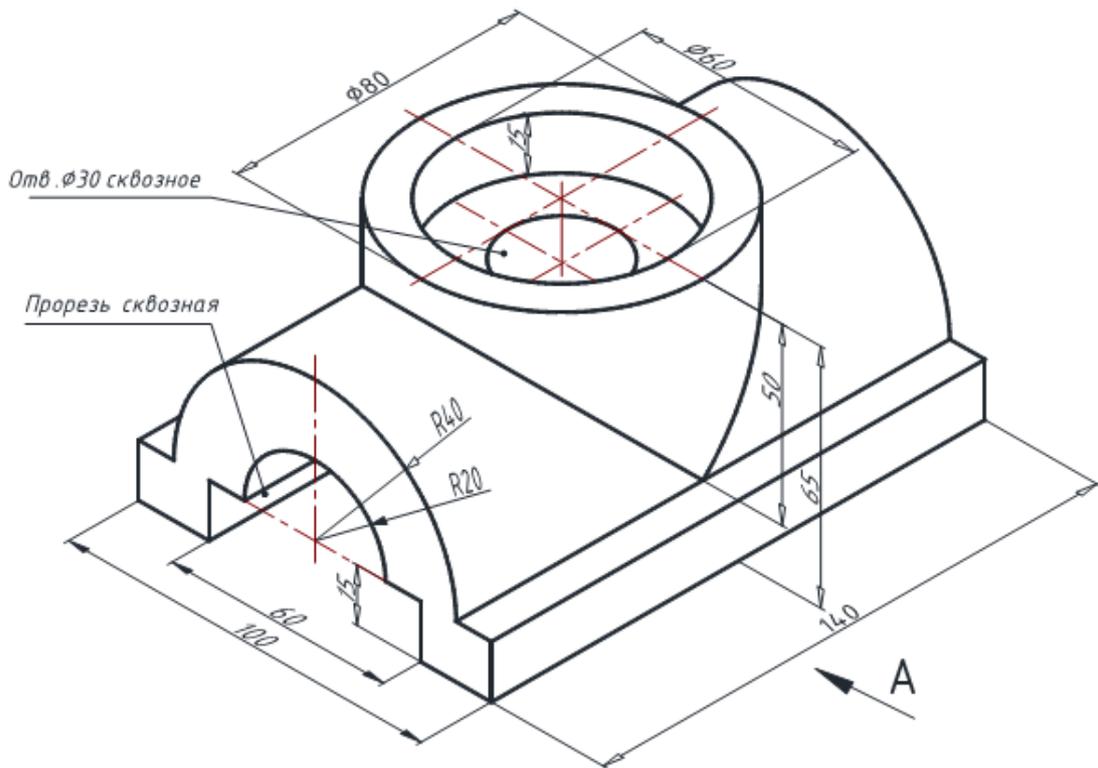
Вариант 7



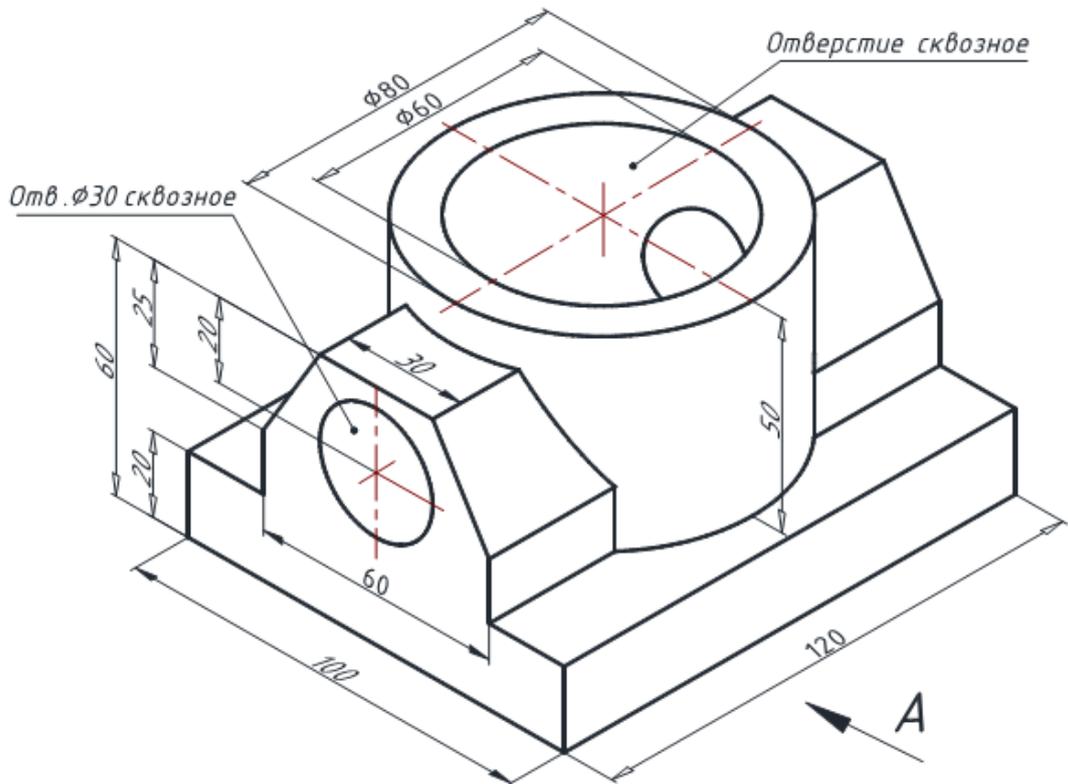
Вариант 8



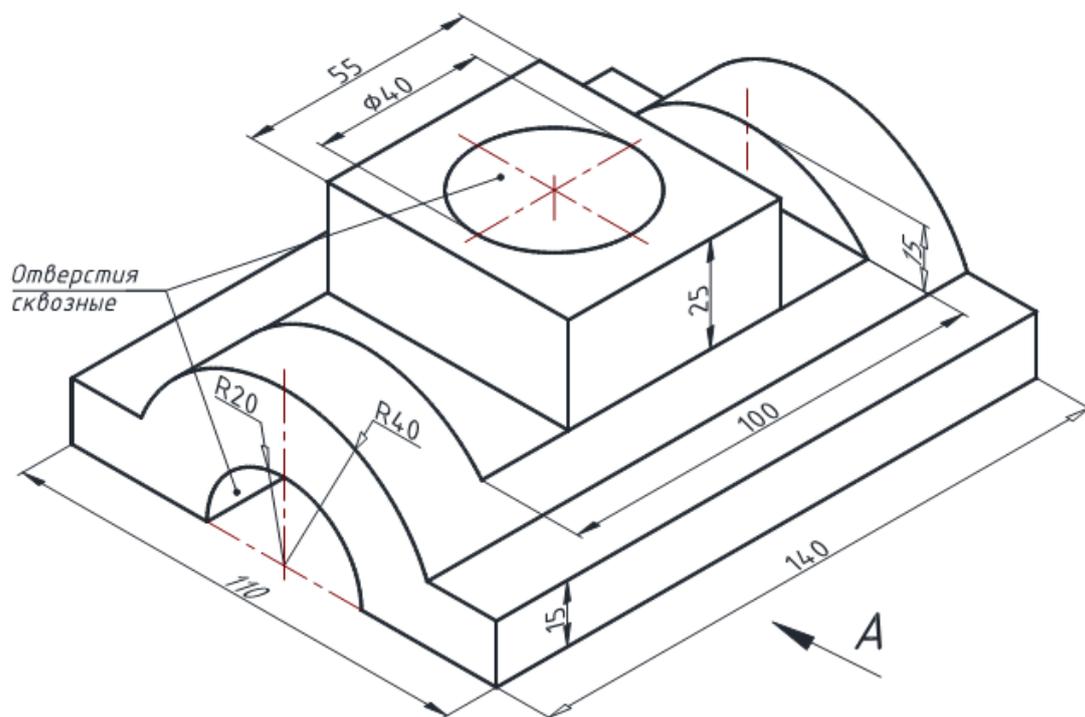
Вариант 9



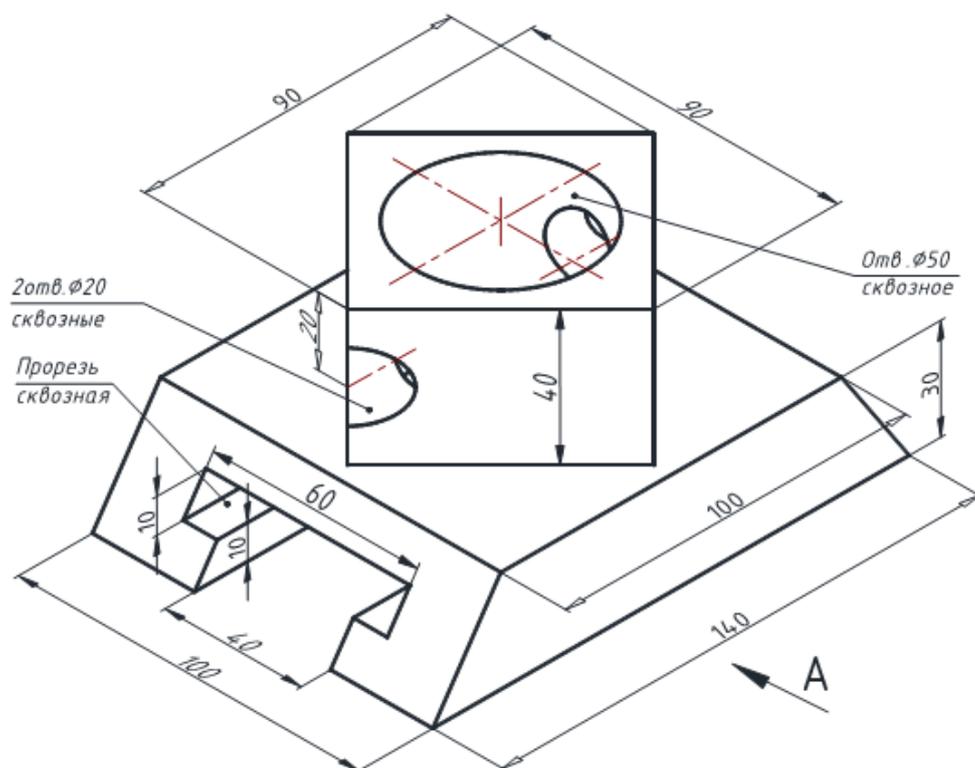
Вариант 10



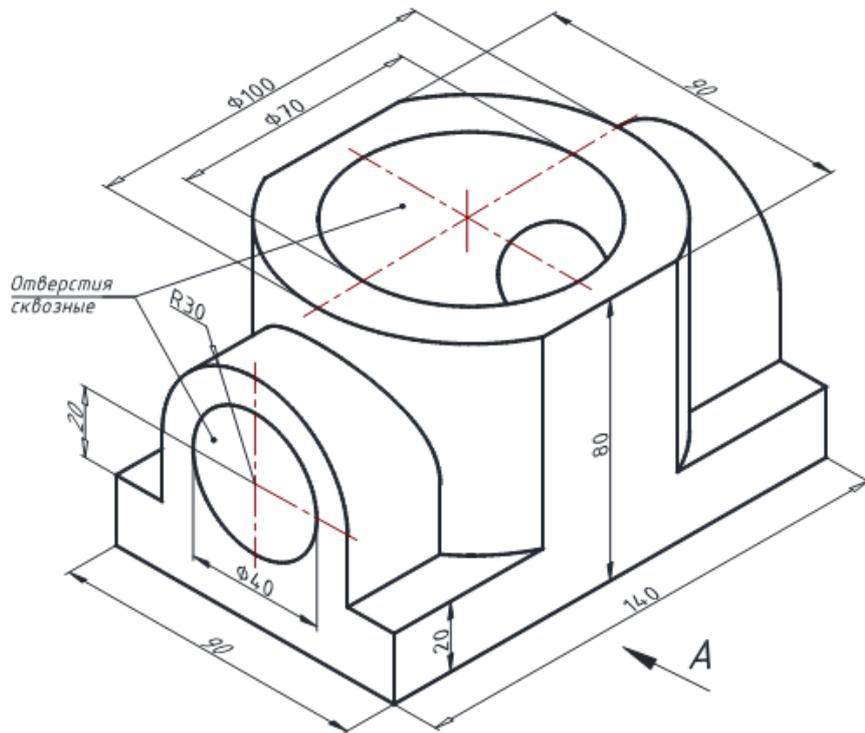
Вариант 11



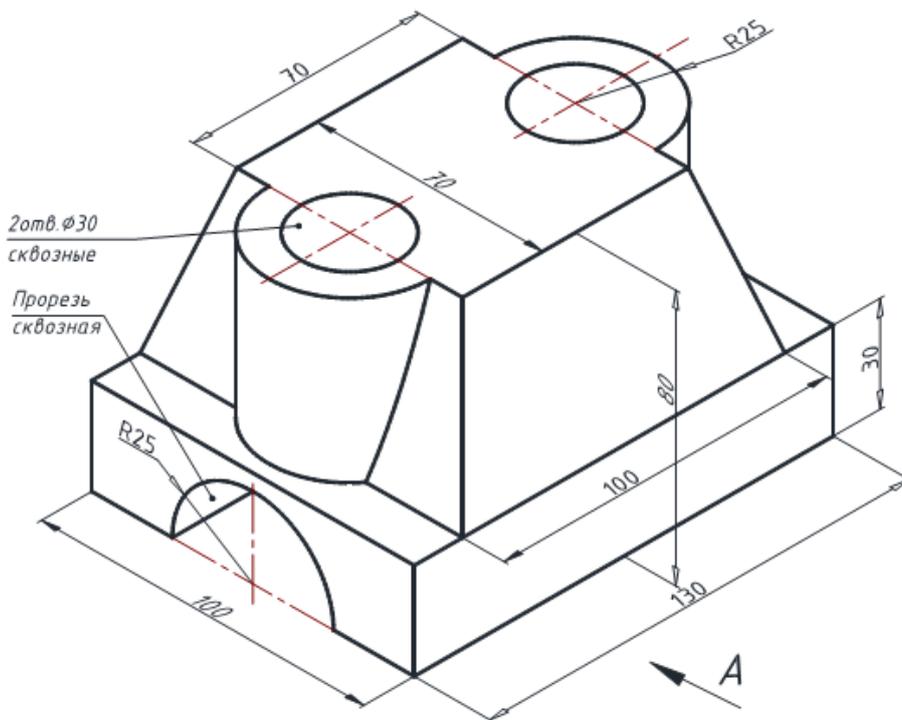
Вариант 12



Вариант 13



Вариант 14





# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Глава 1	
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ AUTOCAD .....	4
1.1. Средства создания и редактирования изображений .....	4
1.2. Создание чертежа детали с простым разрезом .....	8
Глава 2	
СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ СО СЛОЖНЫМ ЛОМАНЫМ РАЗРЕЗОМ .....	35
Глава 3	
ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПОНОВКА ЧЕРТЕЖА .....	68
3.1. Создание твердотельной модели .....	68
3.2. Создание рабочего чертежа по твердотельной модели .....	77
Глава 4	
СЛОЖНОЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПОНОВКА ЧЕРТЕЖА .....	90
4.1. Создание модели изделия .....	90
4.2. Создание чертежа по твердотельной модели .....	101
4.3. Завершение чертежа .....	112
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	116
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	117
Приложение 1. Индивидуальные задания по созданию чертежа плоской детали ..	117
Приложение 2. Индивидуальные задания по созданию чертежа детали .....	125
Приложение 3. Индивидуальные задания по созданию твердотельной модели и компоновке чертежа детали .....	133

Учебное издание

АНТИПИНА Наталья Алексеевна  
БУДНИЦКАЯ Юлия Юрьевна  
ВИНОКУРОВА Галина Фёдоровна  
КУЛИКОВА Ольга Александровна

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ В САПР AUTOCAD

Учебно-методическое пособие

Корректурa *Д.В. Заремба*  
Компьютерная верстка *К.С. Чечельницкая*  
Дизайн обложки *Т.В. Буланова*

Подписано к печати 10.12.2021. Формат 60×84/8. Бумага «Снегурочка».

Печать CANON. Усл. печ. л. 16,52. Уч.-изд. л. 14,94.

Заказ 00-21. Тираж 100 экз.



**Издательство**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ