

**В.Н. Гузненков, П.А. Журбенко, Е.В. Винцулина**

**AUTODESK INVENTOR 2016**

**ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ И  
ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ**

Учебное пособие

Москва, 2016

Рецензент

Доктор технических наук, профессор В.И. Якунин

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

В учебном пособии освещаются вопросы, связанные с использованием системы автоматизированного проектирования Autodesk Inventor в курсе инженерной графики – построение электронных геометрических моделей и выполнение электронных чертежей деталей. Моделирование начинается с построения плоских контуров. Этому посвящена первая часть учебного пособия. Во второй части рассмотрено построение электронных геометрических моделей, выполнение чертежей сначала простых геометрических тел, затем деталей типа «тела вращения» и «не тела вращения».

Большое число иллюстраций и достаточно подробное изложение материала позволяет использовать это учебное пособие для самообучения.

В учебном пособии при описании выполнения задач действия команд разбираются достаточно подробно. Действия команд, которые были описаны ранее, в дальнейшем описываются кратко или только обозначается применение этих команд.

Учебное пособие подготовлено на основе опыта преподавания дисциплины «Компьютерная графика» на кафедре «Инженерная графика» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Данное издание подготовлено с учетом требований государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

## Содержание

Предисловие .....	4
Введение .....	7
Термины и определения .....	9
Глава 1. ПОСТРОЕНИЕ ПЛОСКОГО КОНТУРА .....	13
Глава 2. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ И ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ .....	25
2.1. Призма. Построение модели и выполнение чертежа .....	27
2.2. Пирамида со сквозным отверстием. Построение модели и выполнение чертежа .....	38
2.3. Полый шар со сквозными отверстиями. Построение модели и выполнение чертежа .....	48
Глава 3. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ И ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗОВЫХ И КОНСТРУКЦИОННЫХ ОПЕРАЦИЙ .....	57
3.1. Основание. Построение модели и выполнение чертежа .....	58
3.2. Вал. Построение модели и выполнение чертежа .....	73
Литература .....	88
Приложение .....	90

## Предисловие

При проектировании изделий не достаточно быстро делать электронные модели. Электронная модель изделия должна позволять вносить в нее изменения, чтобы конструктор мог быстрее приходить к окончательному решению. Иначе без достаточно точной формализации исходного задания, или без достаточно полной проработки обстановки смежниками или ведущими конструкторами он просто не приступит к своей работе.

Возможность внесения улучшений в проект до самого последнего момента работы над ним, потенциально несет в себе более высокое качество проекта.

Современные программные решения позволяют моделировать трехмерные объекты практически любой степени сложности, используя базовый инструментарий CAD-модуля.

Пособие предназначено для самостоятельной работы с системой автоматизированного проектирования Autodesk Inventor.

Описание выполнено на базе системы Autodesk Inventor 2016 Professional, настройки системы выбраны «по умолчанию», расположение и состав ленточного интерфейса соответствует первому запуску системы.

В пособии рассмотрены алгоритмы и методы решения задач построения электронных геометрических моделей и выполнение электронных чертежей деталей с подробным описанием и комментариями ко всем применяемым операциям и выполняемым командам.

Для описания выбраны построения редактируемых моделей деталей.

### Классификация моделей деталей по набору накладываемых геометрических зависимостей и простановке размерных зависимостей



**«Быстрые» модели деталей** – модели деталей, в которых размерные зависимости между собой не связаны.

- **Нередактируемые** – «быстрые» модели деталей, в которых изменения одного или нескольких значений размерных зависимостей приводят к непредсказуемым изменениям формы моделей деталей.
- **Редактируемые** – «быстрые» модели деталей, в которых изменения одного или нескольких значений размерных зависимостей приводят к предсказуемым корректным изменениям формы моделей деталей.

**«Технические» модели деталей** – «быстрые» редактируемые модели деталей, в которых размерные зависимости частично или полностью связаны между собой.

- **Частично связанные** – «технические» модели деталей, в которых несколько размерных зависимостей связаны между собой или они образуют несколько групп связанных размерных зависимостей, при этом группы между собой не имеют связи.
- **Полностью связанные** – «технические» модели деталей, в которых все размерные зависимости связаны между собой и зависят от одного значения доминирующей размерной зависимости.

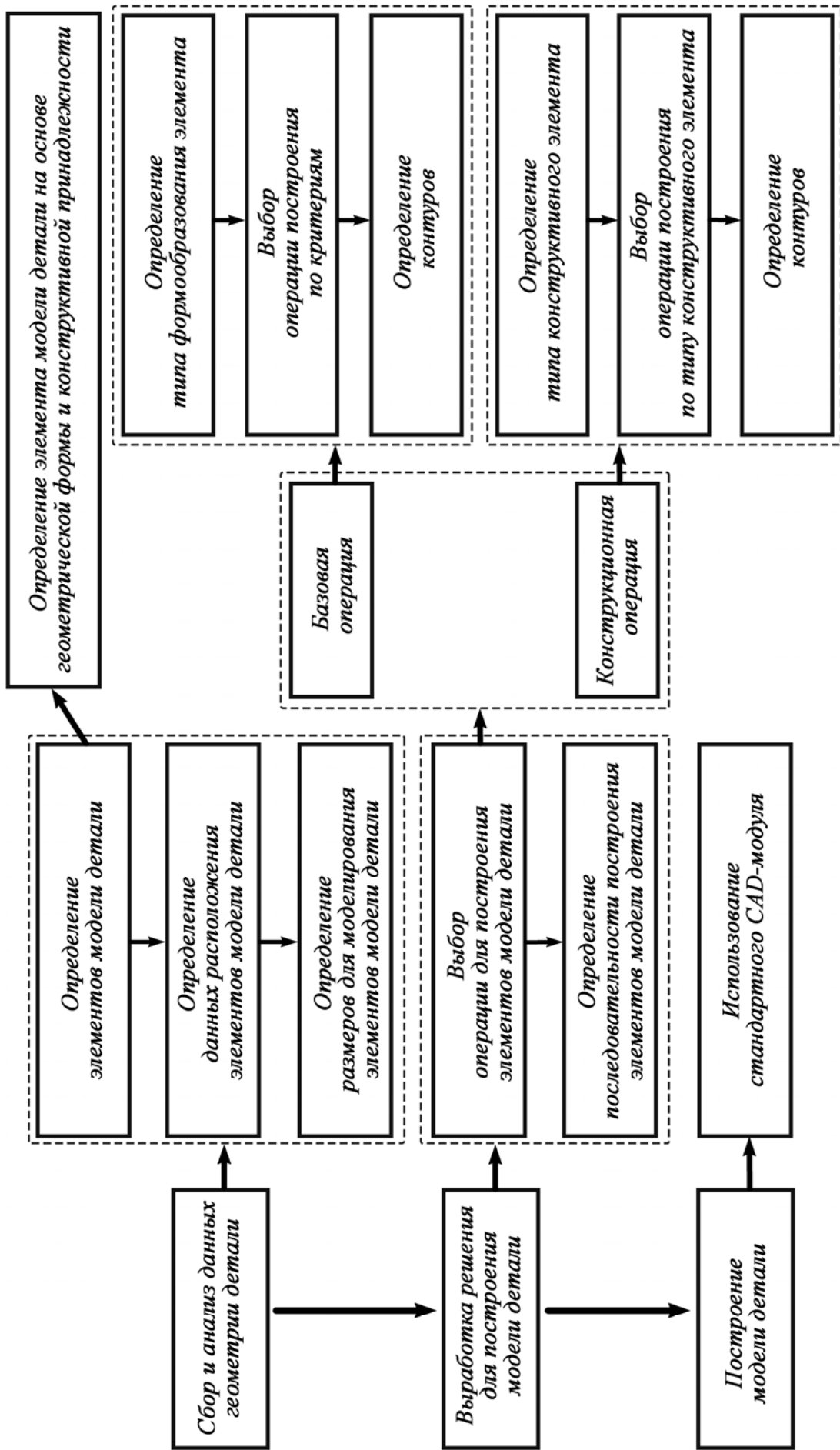
Первой задачей является построение контура, предназначенного для проработки построения примитивов, наложения геометрических зависимостей и простановки размерных зависимостей.

Далее рассмотрены задачи, в которых заданы простые геометрические формы (Призма, Пирамида и Шар). В этих задачах для построения моделей использованы базовые операции («Выдавливание», «Вращение», «Лофт» и «Сдвиг»). При выполнении чертежей рассмотрены построения видов, простых разрезов (соединение вида и разреза в одном изображении), нанесение размеров на чертеже.

Затем рассмотрены задачи, в которых представлены предметы, близкие по конфигурации к деталям машиностроения: «тела вращения» и «не тела вращения». При построении моделей в этих задачах использованы как базовые операции, так и конструкционные операции («Резьба», «Отверстие», «Фаска» и т.д.). При выполнении чертежей рассмотрены построения видов, простых, сложных (ступенчатых) и местных разрезов, сечений, выносных элементов и нанесение размеров на чертеже.

Система Autodesk Inventor позволяет выполнять задачи построения электронных геометрических моделей деталей, используя различные маршруты построения. При этом можно обобщить возможные маршруты построения и представить в виде структурной схемы, которая отражает стратегию построения электронных геометрических моделей деталей.

Стратегия построения электронной геометрической модели детали (модели детали)



## Введение

Согласно ГОСТ 2.052-2006 «Электронная модель изделия. Общие положения» определены три вида трехмерных электронных моделей.

**Твердотельная модель** – трехмерная электронная геометрическая модель, представляющая форму изделия как результат композиции заданного множества геометрических элементов с применением операций булевой алгебры к этим геометрическим элементам.

**Поверхностная модель** – трехмерная электронная геометрическая модель, представленная множеством ограниченных поверхностей, определяющих в пространстве форму изделия.

**Каркасная модель** – трехмерная электронная геометрическая модель, представленная пространственной композицией точек, отрезков и кривых, определяющих в пространстве форму изделия.

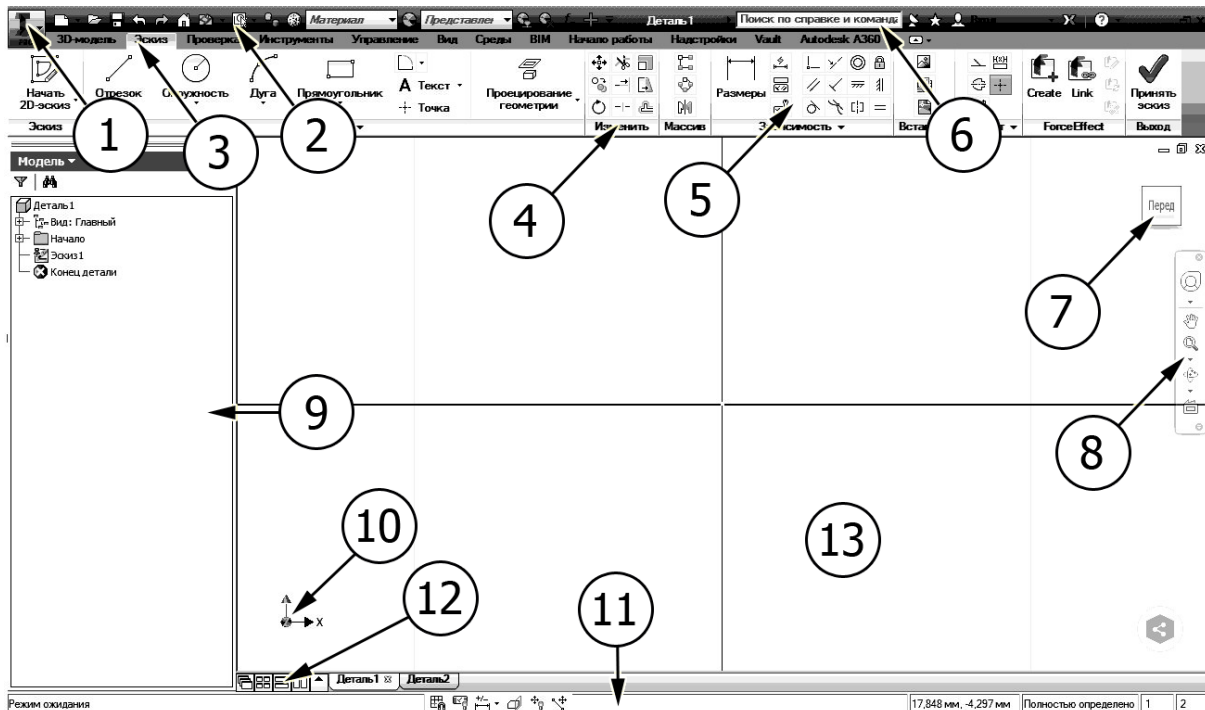
В графической системе Autodesk Inventor проектирование изделий машиностроения основано на использовании *твердотельных моделей деталей* и сборочных единиц.

Создание *модели* и *чертежа детали* осуществляется с помощью *файлов-шаблонов детали (\*.ipt)* и *чертежа (\*.idw)*.

Графическая система Autodesk Inventor Professional 2016 использует форму интерфейса, главной частью которого является *лента*.

**Ленточный интерфейс (Лента)** – тип интерфейса, основанный на *панелях инструментов*, разделенных *вкладками*.

### Расположение элементов интерфейса в системе Autodesk Inventor 2016



**1. Кнопка «Inventor»** – кнопка, предоставляющая доступ к инструментам, позволяющим создать, открыть, сохранить и опубликовать файл, а также к параметрам и настройкам системы Autodesk Inventor.

**2. Панель быстрого доступа** – отображение часто используемых команд на панели быстрого доступа.

**3. Вкладка** – элемент *ленточного интерфейса*, который позволяет переключаться между predeterminedными наборами *панелей ленточного интерфейса*.

**4. Панель (панель инструментов)** – элемент *ленточного интерфейса*, в котором расположены инструменты и *команды* моделирования. Для каждой *вкладки* набор *панелей* различен.

**5. Команда** – действие, которое может выполнить пользователь, направленное на моделирование *электронных моделей изделия* и её элементов.

**6. Панель «Инфоцентр»** – панель, предназначенная для поиска различной информации, доступа к разделам справки и обновлениям программных продуктов.

**7. Видовой куб** – инструмент для управления ориентацией 3D видов.

**8. Панель навигации** – панель, обеспечивающая доступ к инструментам навигации, включая инструменты *видовой куб* и *штурвал*.

**9. Браузер (Дерево построений)** – область окна программы, в которой представлена иерархическая структура взаимоотношений между *элементами деталей*, сборок и *чертежей* (панель инструментов, в которой записывается история всех построений).

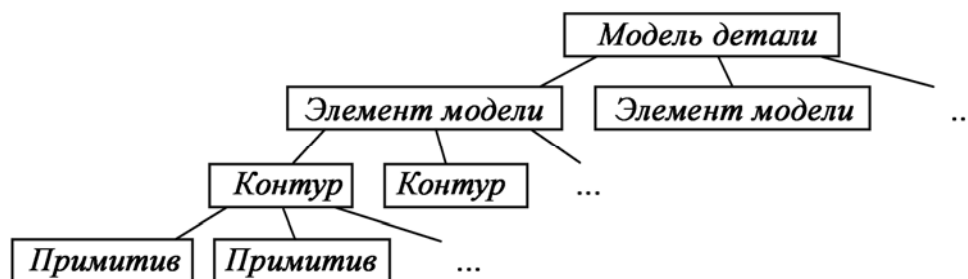
**10. ПСК** – (*пользовательская система координат*) – активная система координат, которая задает *основную рабочую плоскость XY* и направление *основной рабочей оси Z* для создания *чертежей* и моделирования.

**11. Строка состояния** – панель, предназначенная для вывода вспомогательной информации: параметров *модели*, подсказок к *командам* и т.д.

**12. Панель «графические окна»** – предназначена для различной компоновки графических окон открытых документов в системе Autodesk Inventor.

**13. Графическое окно** – основная область отображения в системе Autodesk Inventor (область отображения *модельного пространства*).

### Структурная схема электронной геометрической модели детали



## Термины и определения

**Конструкторская документация** – совокупность конструкторских документов, содержащих данные, необходимые для проектирования (разработки), изготовления, контроля, приемки, поставки, эксплуатации, ремонта, модернизации, утилизации изделия (ГОСТ 2.001).

**Бумажный конструкторский документ** – конструкторский документ, выполненный на бумажном или аналоговом по назначению носителе (кальке, микрофильмах, микрофишах и т.п.) (ГОСТ 2.001).

**Графический документ** – конструкторский документ, содержащий в основном графическое изображение изделия и/или его составных частей, отражающее взаимное расположение и функционирование этих частей, их внутренние и внешние связи.

К графическим конструкторским документам относят чертежи, схемы, электронные модели изделия и его составных частей (ГОСТ 2.001).

**Текстовый документ** – конструкторский документ, содержащий в основном сплошной текст или текст, разбитый на графы.

К текстовым документам относят спецификации, технические условия, ведомости, таблицы и т.п. (ГОСТ 2.001).

**Электронный конструкторский документ** – конструкторский документ, выполненный программно-техническим средством на электронном носителе (ГОСТ 2.001).

*Конструкторские документы могут быть выполнены как бумажный конструкторский документ и/или как электронный конструкторский документ. [ГОСТ 2.001-2013, пункт 4.3]*

*Все двумерные (2D) конструкторские документы могут быть выполнены как бумажный конструкторский документ и/или как электронный конструкторский документ. Документы одного вида и наименования независимо от выполнения являются равноправными и взаимозаменяемыми. [ГОСТ 2.102-2013, пункт 4.2]*

*Все графические документы (чертежи, схемы) могут быть выполнены как электронные чертежи (2D) и/или как электронные модели (3D). Все текстовые документы могут быть выполнены как электронные конструкторские документы. Вид документа и его наименование при этом сохраняется. [ГОСТ 2.102-2013, пункт 4.3]*

**Информационная единица** – файл или набор взаимосвязанных файлов, рассматриваемый как единое целое (ГОСТ 2.051).

**Файл модели** – файл, содержащий информацию о геометрических элементах, атрибутах, обозначениях и указаниях, которые рассматриваются как единое целое (ГОСТ 2.052).

**Модельное пространство** – пространство в координатной системе *электронной модели изделия*, в которой выполняется электронная геометрическая модель (ГОСТ 2.052).

**Данные расположения** – данные, определяющие размещение и ориентацию изделия и его составных частей в модельном пространстве в указанной системе координат (ГОСТ 2.052).

*Начальная ориентация электронной модели изделия в модельном пространстве не оговаривается. [ГОСТ 2.052-2006, пункт 5.5]*

**Электронная модель изделия** – электронная модель детали или сборочной единицы по ГОСТ 2.102.

*В компьютерной среде электронная модель изделия представляется в виде набора данных, которые вместе определяют геометрию изделия и иные свойства,*

необходимые для изготовления, контроля, приемки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия. [ГОСТ 2.052-2006, пункт 4.1]

*Электронная модель изделия, как правило, состоит из геометрической модели изделия, произвольного количества атрибутов модели и может включать технические требования.* [ГОСТ 2.052-2006, пункт 4.4]

**Электронная модель детали** – документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю. В зависимости от стадии разработки он включает в себя предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей и д.р. (ГОСТ 2.102).

*Модель должна содержать полный набор конструкторских, технологических и физических параметров согласно ГОСТ 2.109, необходимых для выполнения расчетов, математического моделирования, разработки технологических процессов и др.* [ГОСТ 2.052-2006, пункт 4.5]

*Электронный конструкторский документ, выполненный в виде модели, должен соответствовать следующим основным требованиям:*

*б) все значения размеров должны получаться из модели;*

*е) не допускается давать ссылки на нормативные документы, определяющие форму или размеры конструктивных элементов (отверстия, фаски, канавки и т.п.), если в них нет геометрического описания этих элементов. Все данные для их изготовления должны быть приведены в модели.* [ГОСТ 2.052-2006, пункт 4.7]

**Электронная геометрическая модель (модель детали)** – электронная модель изделия, описывающая геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от его формы и размеров (ГОСТ 2.052).

**Элемент геометрической модели детали (элемент модели)** – часть модели детали, которую можно построить, используя одну операцию для построения.

**Геометрия модели** – совокупность геометрических элементов, которые являются элементами геометрической модели изделия (ГОСТ 2.052).

**Основная геометрия модели** – совокупность геометрических элементов, представляющих форму и размеры геометрической модели (ГОСТ 2.056).

**Геометрический элемент** – идентифицированный (именованный) геометрический объект, используемый в наборе данных.

Геометрическим объектом могут быть точка, линия, плоскость, поверхность, геометрическая фигура (ГОСТ 2.052).

**Геометрическая целостность (электронной геометрической модели)** – свойство электронной геометрической модели изделия, определяющее, что при построении и преобразованиях (выполнении поворота, переноса и других операций преобразования) сохраняется целостность данных содержательной части (ГОСТ 2.056).

**Примитивы** – простейшие геометрические объекты (точка, отрезок прямой, сплайн, дуга окружности, окружность, прямоугольник, многоугольник правильный и д.р.).

**Контур** – совокупность примитивов, определенным образом расположенных и связанных между собой на рабочей плоскости или в пространстве.

**Геометрическая зависимость (геометрическое ограничение)** – зависимость, которая позволяет геометрически задать определенное положение примитива и/или примитивов между собой на рабочей плоскости или в пространстве.

**Размерная зависимость (размерное ограничение)** – зависимость, которая позволяет задать численно величину примитива и/или расположение между примитивами на рабочей плоскости или в пространстве.

**Размеры для моделирования** – размеры, которые требуется выдержать при построении контуров и модели детали.

**Размеры на чертеже** – для определения величины изображенного изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже (ГОСТ 2.307).

**Вспомогательная геометрия** – совокупность геометрических элементов, которые используются в процессе создания геометрической модели изделия, но не являются элементами этой модели (ГОСТ 2.052).

**Основная рабочая плоскость (плоскость)** – элемент вспомогательной геометрии, плоскость мировой декартовой прямоугольной системы координат (XY, XZ или YZ).

**Основная рабочая ось (ось)** – элемент вспомогательной геометрии, ось мировой декартовой прямоугольной системы координат (X, Y или Z).

**Основная рабочая точка (точка)** – элемент вспомогательной геометрии, точка начала отсчета мировой декартовой прямоугольной системы координат.

**Рабочие плоскости, рабочие ось, рабочая точка** – элементы вспомогательной геометрии, плоскости, оси и точки, не совпадающие с основными рабочими плоскостями, основными рабочими осями и основной рабочей точкой.

**Контекстная панель инструментов** – панель команд, которая отображается при выборе элементов в графической области или в дереве конструирования. Она предоставляет доступ к часто выполняемым действиям для соответствующего контекста.

**Базовые операции** – универсальные операции для построения элементов модели детали.

**Конструкционные операции** – операции для создания определенных элементов модели детали.

<b>Базовые операции</b>	<b>Конструкционные операции</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• «Выдавливание»</li><li>• «Вращение»</li><li>• «Лофт»</li><li>• «Сдвиг»</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• «Отверстие»</li><li>• «Оболочка»</li><li>• «Резьба»</li><li>• «Ребро жесткости»</li><li>• «Пружина»</li><li>• «Сопряжение»</li><li>• «Фаска»</li></ul>

**Аутентичный документ** – документ, одинаковый с исходным по содержанию, и отличный от исходного по формату и/или кодам данных (ГОСТ 2.051).

**Визуализация** – отображение информации в пригодной и понятной для восприятия человеком форме. Визуализация выполняется соответствующими программными и/или техническими средствами (ГОСТ 2.051).

*Результат визуализации электронного конструкторского документа на графическом устройстве вывода ЭВМ является изображение (на экране дисплея), результатом визуализации электронного конструкторского документа на печатающем устройстве вывода ЭВМ – бумажная копия электронного документа по ГОСТ 2.051.*

*Результат визуализации электронного документа должен быть оформлен согласно требованиям стандартов ЕСКД. [ГОСТ 2.051-2013, пункт 3.1.4]*

**Чертеж детали (чертеж)** – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля (ГОСТ 2.102).

*При выполнении схем и чертежей на графических устройствах допускается пересекать и заканчивать штрих-пунктирные линии не только штрихами. [ГОСТ 2.004-88, пункт 3.2]*

*Масштабы изображений на чертежах, выполняемых на графических устройствах, следует выбирать из ряда по ГОСТ 2.302. Допускается применять*

*масштабы уменьшения 1:n и увеличения n:1, где n – рациональное число. [ГОСТ 2.004-88, пункт 3.2]*

*При выполнении документов автоматизированным способом допускается применять шрифты, используемые средствами вычислительной техники. В этом случае должны быть обеспечены их хранение и передача пользователям документов. [ГОСТ 2.304-81, пункт 2.1]*

## Глава 1. ПОСТРОЕНИЕ ПЛОСКОГО КОНТУРА

В основе построения любой трехмерной модели в системе Inventor лежит плоский контур. Даже самая сложная модель состоит из набора контуров и примененных к ним операций по созданию трехмерной модели. Сам контур создается в режиме «Эскиз» из простейших геометрических фигур (примитивов): отрезок, сплайн, окружность, дуга, точка и др.

Существует множество способов построения контура. Всегда необходимо знать расположение контура на рабочей плоскости. Особенно это существенно, когда в модели детали два или более контуров, которые требуется расположить между собой в пространстве должным образом.

### Этапы составления маршрута построения контура

1. Разбиение контура на примитивы, из которых может состоять контур.
2. Определение размеров для моделирования примитивов контура.
3. Выбор начального примитива и его расположения на рабочей плоскости для построения контура.
4. Определение последовательности построения примитивов контура.
5. Определение геометрических зависимостей и размерных зависимостей для каждого примитива контура.

Взаимосвязь примитивов создается при помощи геометрических зависимостей. При отсутствии геометрических зависимостей может непредсказуемо измениться форма контура и ориентация его примитивов.

Система Autodesk Inventor во время построения подсказывает некоторые геометрические зависимости, но не всегда эти геометрические зависимости оказываются необходимыми. На начальной стадии обучения целесообразно ставить требуемые геометрические зависимости вручную.

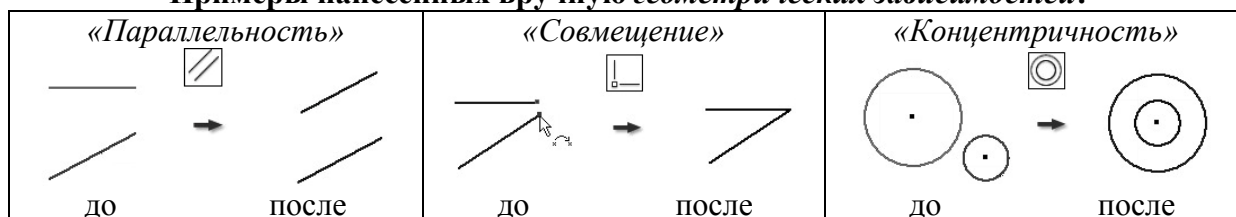
Далее, при употреблении определения «произвольно» при построении примитивов, подразумевается, что автоматическая протановка геометрических зависимостей системой Autodesk Inventor не используется.

В системе Autodesk Inventor 2016 есть возможность отключить автоматическую протановку геометрических зависимостей при построении примитивов.

- На вкладке «Эскиз» в панели «Зависимость» выбрать команду «Настройки зависимостей».
- В появившемся окне на вкладке «Формирование» снять выделение с настройки «Формирование зависимости».

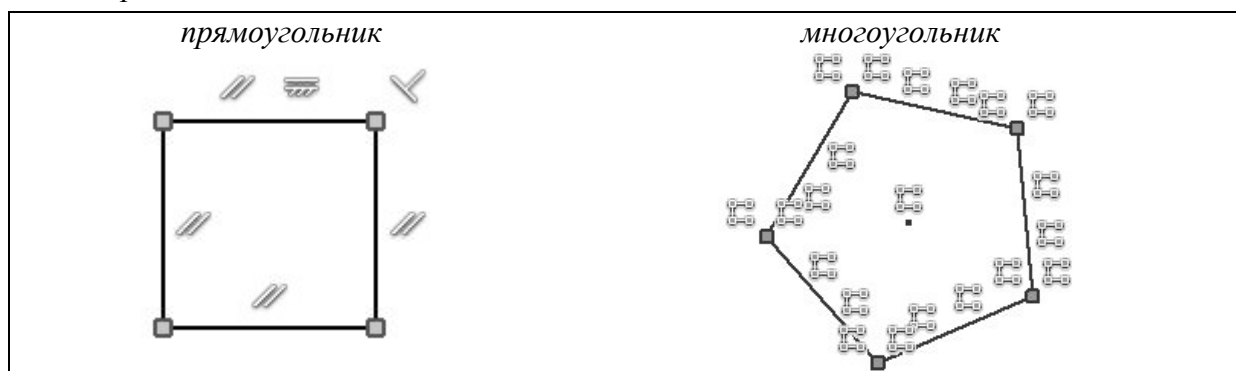
После данной настройки геометрические зависимости не будут проставляться автоматически.

### Примеры нанесенных вручную геометрических зависимостей:



<p>«Коллинеарность»</p> <p>до → после</p>	<p>«Перпендикулярность»</p> <p>до → после</p>	<p>«Горизонтальность»</p> <p>до → после</p>
<p>«Касательность»</p> <p>до → после</p>	<p>«Сглаживание»</p> <p>до → после</p>	<p>«Симметричность»</p> <p>до → после</p>
<p>«Равенство»</p> <p>до → после</p>	<p>«Фиксация»</p> <p>до → после</p>	<p>«Вертикальность»</p> <p>до → после</p>

В системе имеются *примитивы*, которые уже содержат в себе ряд *геометрических зависимостей*.



*Геометрические зависимости* наложены таким образом, что у *прямоугольника* противоположные стороны всегда параллельны, а смежные перпендикулярны. И концы *отрезков*, из которых состоит *прямоугольник*, всегда совмещены. У *многоугольника* – стороны равны и соответствующие концы *отрезков* совмещены.



Для построения *примитивов фаска* и *сопряжение* используются созданные ранее *примитивы*.

При нарушении целостности этих *примитивов* ряд *геометрических зависимостей* снимается автоматически.

## Примеры размерных зависимостей для моделирования



**Задача:** Построить контур по размерам, указанным на рис. 1.1, затем контур выдавить толщиной 5 мм.

*Контур должен соответствовать следующему требованию: изменение одного или нескольких значений размерных зависимостей должно приводить к предсказуемым корректным изменениям формы и расположения контура.*

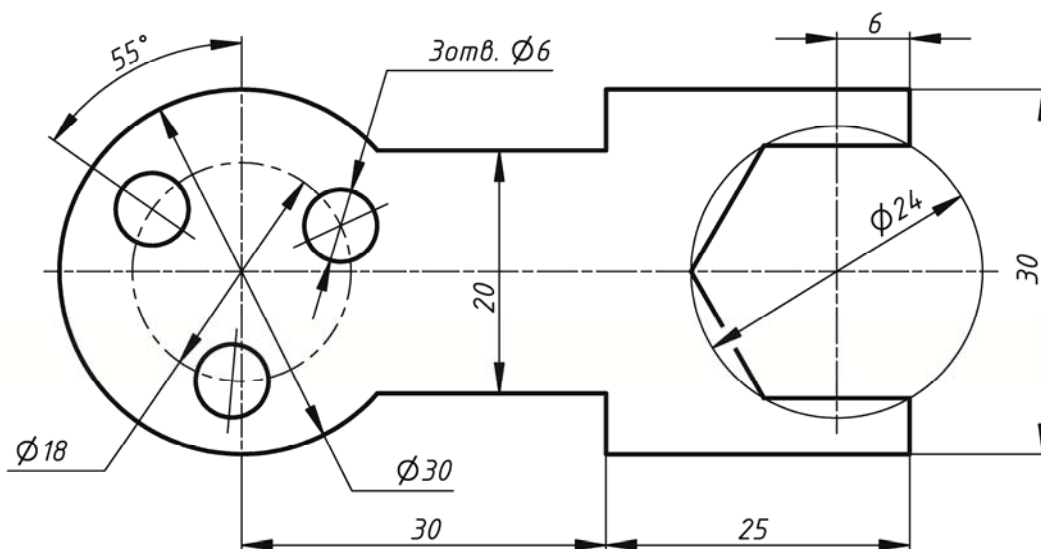


Рис. 1.1

Создадим новый проект.

*Использование проектов позволяет запоминать информацию о размещении данных проекта и редактируемых файлов, а также поддерживать связи между ними.*

### Создание нового файла модели детали

Нажимаем на кнопку «**Inventor**», из выпадающего меню выбираем «**Создать**». В появившемся диалоговом окне «**Создать новый файл**» из папки «**Метрические**», в группе «**Деталь**» открываем файл-шаблон детали «**Обычный (мм).ipt**».

*В папке «Метрические» находятся файлы-шаблоны с метрической системой единиц.*

При открытии нового файла, система по умолчанию находится в режиме «**Модель**».

Для перехода в режим «**Эскиз**»

- В браузере в папке «**Начало**» выбираем основную рабочую плоскость XY.
- Вызываем команду «**Новый эскиз**».

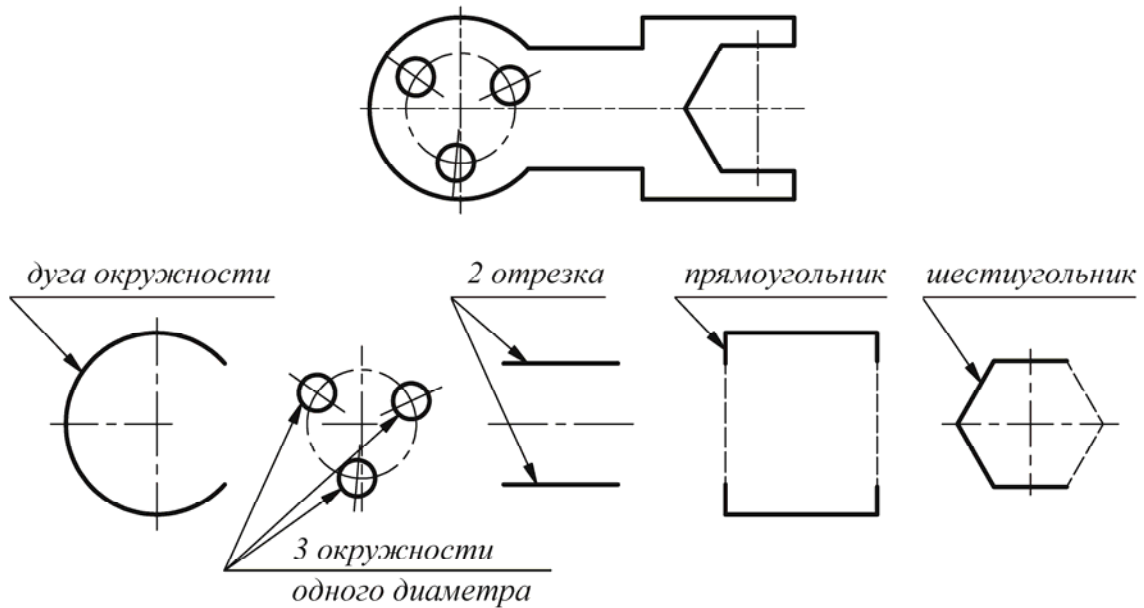
## Анализ данных и составление маршрута построения контура

Рассмотрен один из вариантов анализа задачи и выбора последовательности построения.

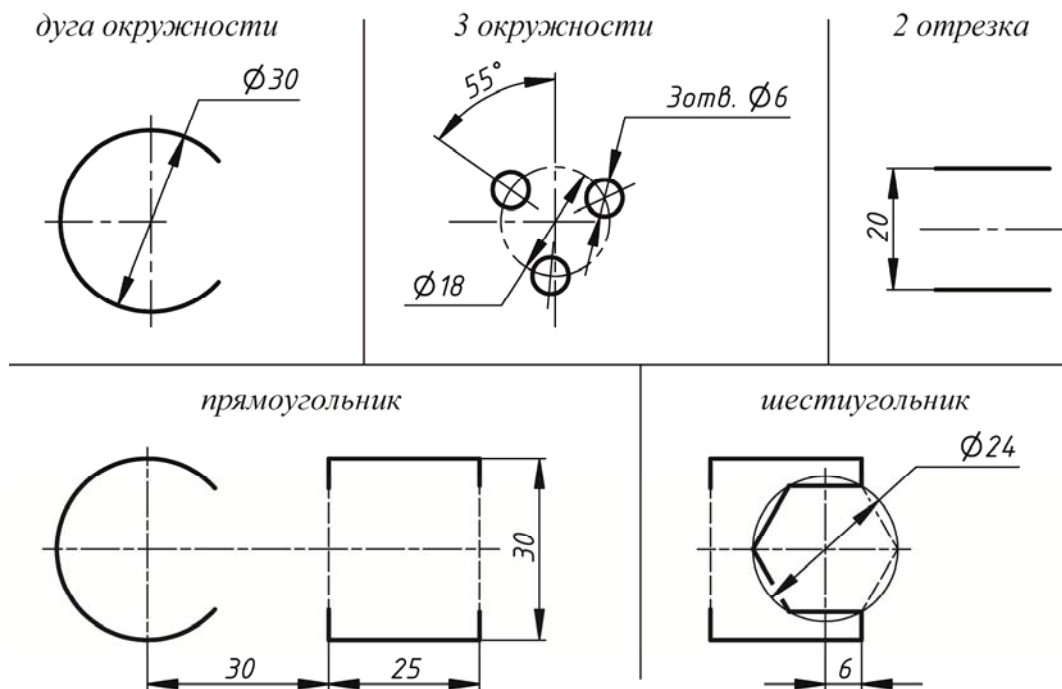
Выполнение задачи будет проходить в двух режимах:

- построение *контура* в режиме «Эскиз»
- выдавливание *контура* в режиме «Модель»

### 1. Разбиение контура на примитивы



### 2. Определение размеров для моделирования



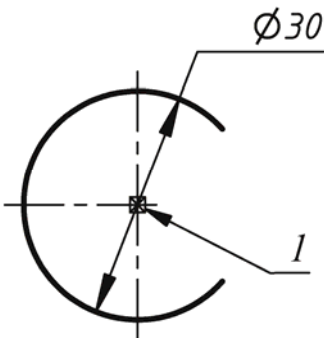
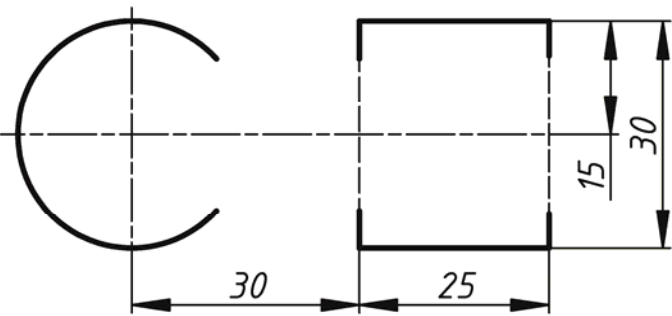
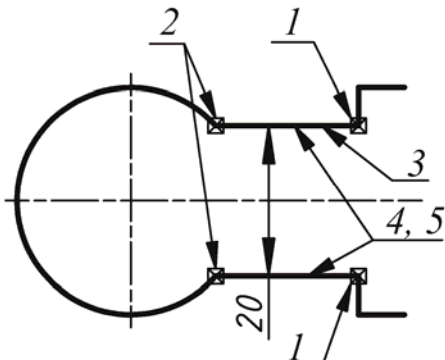
### 3. Выбор начального примитива и его расположения на рабочей плоскости

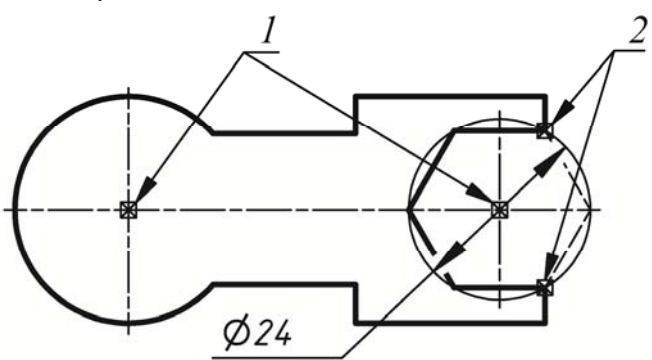
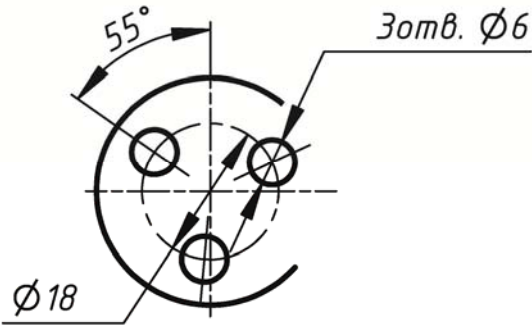
Для контура на рис. 1.1 одним из возможных начальных примитивов при построении может являться дуга окружности диаметра 30 мм. Начнем построение контура с этой дуги, а ее центр расположим в точке с координатами (0, 0).

### 4. Определение последовательности построения примитивов контура

- Дуга окружности  $\varnothing 30$  мм.
- Прямоугольник со сторонами 25x30 мм.
- 2 отрезка, соединяющие дугу окружности с прямоугольником.
- Шестиугольник.
- 3 окружности  $\varnothing 6$  мм (круговой массив из окружностей).

### 5. Определение геометрических и размерных зависимостей для каждого примитива

	Геометрические зависимости:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дуга окружности <math>\varnothing 30</math> мм.</li> </ul> 	<p>1 – «Фиксация»</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Прямоугольник со сторонами 25x30 мм.</li> </ul> 	<p>-</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 отрезка, соединяющие дугу окружности с прямоугольником.</li> </ul> 	<p>1 – «Совмещение»                  2 – «Совмещение»                  3 – «Горизонтальность»                  4 – «Параллельность»                  5 – «Равенство»</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Шестиугольник.</li> </ul> 	<p>1 – «Горизонтальность» 2 – «Совмещение»</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>3 окружности Ø6 мм (круговой массив из окружностей).</li> </ul> 	<p>-</p>

### Построение контура

#### 1. Построение дуги окружности Ø30 мм

- Из панели «Создать» выбираем команду «Дуга: центр». Вызываем из панели «Создать» выпадающее меню и выбираем команду «Точный ввод». Центр дуги ставим в точку с координатами  $X=0$ ,  $Y=0$  (рис. 1.2). Точки начала и конца дуги окружности ставим произвольно, как показано на рис. 1.3.



Рис. 1.2

- Из панели «Зависимость» выбираем команду геометрической зависимости «Фиксация» (рис. 1.4) и применяем к центру дуги окружности.

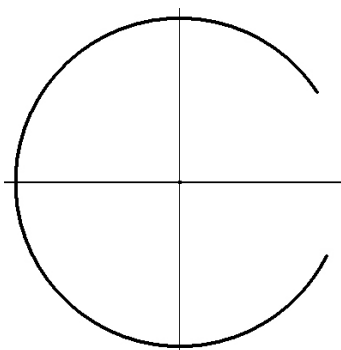


Рис. 1.3

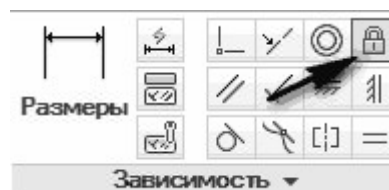


Рис. 1.4

Геометрическую зависимость «Фиксация» необходимо поставить лишь для того, чтобы после простановки размерной зависимости и изменения радиуса дуги окружности на требуемый, центр дуги остался в начале координат. Иначе он может произвольным образом переместиться в любую точку рабочей плоскости, т.е. станет неизвестным расположение дуги окружности в пространстве.

Поскольку изначально для построения дуги окружности  $\varnothing 30$  мм был взят примитив «Дуга», а не примитив «Окружность», то размерную зависимость Inventor ставит не диаметром, а радиусом. Тогда значение радиуса равно 15 мм.

Размерные зависимости проставляются с помощью команды «Размеры».

- Из панели «Зависимость» выбираем команду «Размеры». Ставим размерную зависимость на дугу окружности, затем меняем числовое значение радиуса на 15 мм (рис. 1.5).

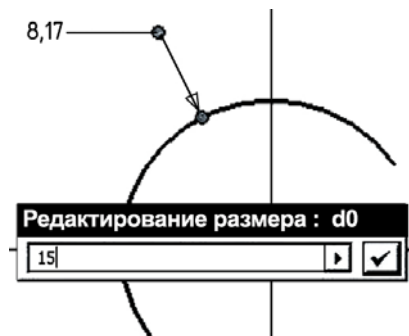


Рис. 1.5

## 2. Построение прямоугольника со сторонами 25×30 мм

- Из панели «Создать» выбираем команду «Прямоугольник», располагаем примитив произвольно на рабочей плоскости, как показано на рис. 1.6.
- Из панели «Зависимость» выбираем команду «Размеры» и ставим на прямоугольник размерную зависимость формы, показывающие габариты (рис. 1.7), затем – размерные зависимости расположения относительно начала построения, т.е. от центра дуги окружности, до соответствующих сторон прямоугольника (рис. 1.8).
- Изменяем значения размерных зависимостей на требуемые (рис. 1.9), которые указаны на рис. 1.1.

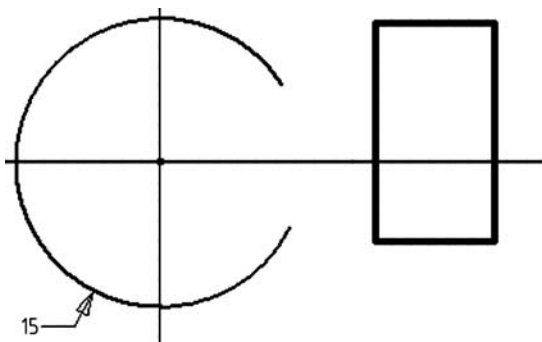


Рис. 1.6

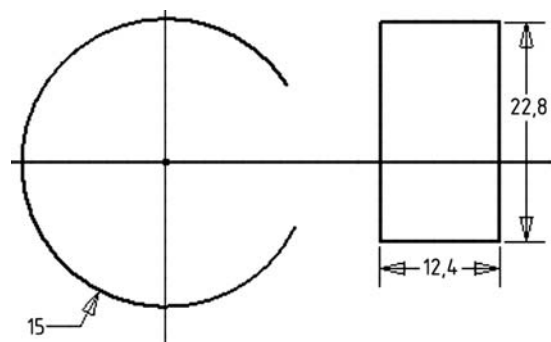


Рис. 1.7

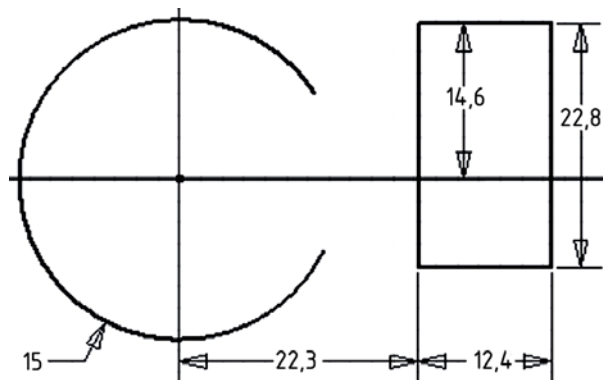


Рис. 1.8

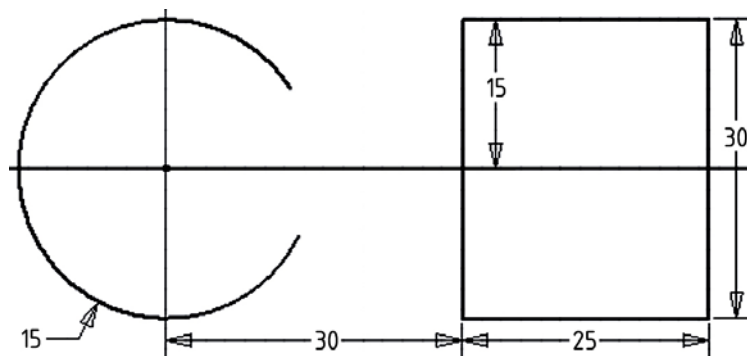


Рис. 1.9

### 3. Построение отрезков, соединяющих дугу окружности с прямоугольником

- Выбираем команду **«Отрезок»**, располагаем отрезки произвольно между дугой и прямоугольником, как показано на рис. 1.10.

Один конец каждого из отрезков лежит на стороне прямоугольника, а второй на окончании дуги окружности, т.е. необходимо воспользоваться геометрической зависимостью **«Совмещение»**.

- Выбираем команду **«Совмещение»**, указываем сначала на один конец одного из отрезков, затем на ближнюю сторону прямоугольника. Аналогично повторяем и для второго отрезка.
- Геометрическую зависимость **«Совмещение»** накладываем на свободные концы отрезков и соответствующие дуги (рис. 1.11).

Теперь, как бы в дальнейшем не изменялась конфигурация контура, один конец отрезков всегда будет принадлежать стороне прямоугольника, а второй всегда концу дуги окружности.

Из чертежа контура (рис. 1.1) видно, что данные отрезки расположены вдоль оси X, параллельны и равны между собой, т.е. уже известны геометрические зависимости, которые необходимо к ним применить: **«Горизонтальность»**, **«Параллельность»** и **«Равенство»**.

- Выбираем команду **«Горизонтальность»**, накладываем на один из отрезков.

- Выбираем команду **«Параллельность»**, применяем к двум отрезкам, которые должны быть параллельны.
- Команду **«Равенство»**, так же применяем к обоим отрезкам.

При помощи зависимостей удалось расположить отрезки на рабочей плоскости, связать их с дугой окружности и прямоугольником должным образом. Осталось поставить размерную зависимость. Чтобы избежать дополнительных построений и зависимостей, необходимо поставить вертикальную размерную зависимость между одним из отрезков и центром дуги окружности.

- Выбираем команду **«Размеры»**, ставим вертикальную размерную зависимость между одним из отрезков и центром дуги окружности и заменяем значение на 10 мм (рис. 1.12).

Благодаря используемым ранее геометрическим зависимостям на второй отрезок не требуется ставить размерную зависимость.

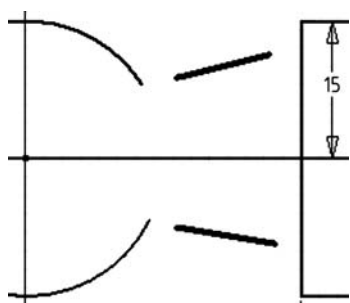


Рис. 1.10

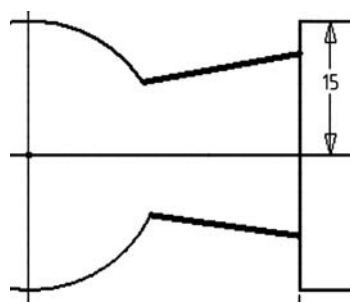


Рис. 1.11

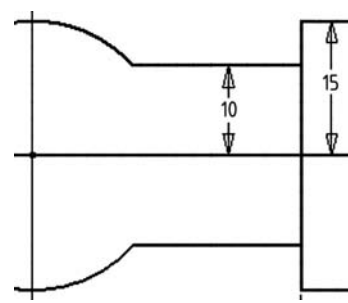


Рис. 1.12

#### 4. Построение шестиугольника

- Выбираем из панели **«Создать»** команду **«Многоугольник»**. В диалоговом окне **«Многоугольник»** ставим число сторон равное 6, а способ построения выбираем **«Вписанный»** (рис. 1.13).
- Центр шестиугольника ставим произвольно внутри прямоугольника, так же произвольно ставим и управляющую вершину (рис. 1.14).

Из чертежа контура (рис. 1.1) видно, что центр шестиугольника находится на одной горизонтальной линии с центром дуги окружности, а две вершины принадлежат соответствующей стороне прямоугольника. Следовательно, задать требуемое расположение шестиугольника возможно двумя геометрическими зависимостями: **«Горизонтальность»** и **«Совмещение»**.

- Выбираем команду **«Горизонтальность»**, применяем к центру шестиугольника, затем к центру дуги окружности.

Поскольку центр дуги окружности зафиксирован в начале координат, геометрическая зависимость **«Горизонтальность»** перенесет центр шестиугольника на горизонтальную линию, проходящую через центр дуги окружности, а не наоборот.

- Команду **«Совмещение»** применяем к соответствующим вершинам шестиугольника (рис. 1.15).



Рис. 1.13

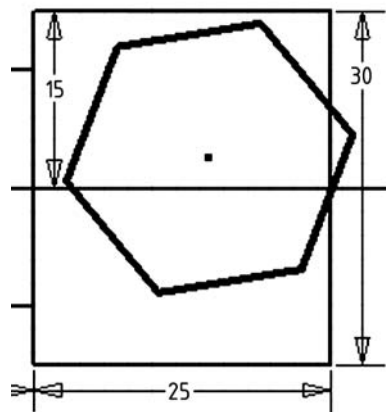


Рис. 1.14

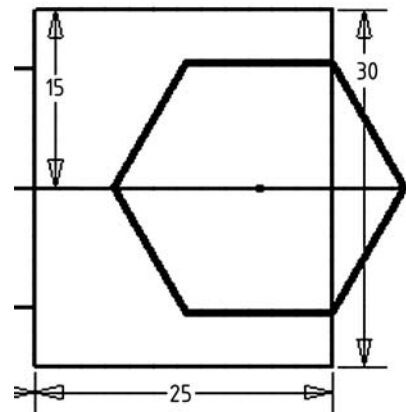


Рис. 1.15

На чертеже контура (рис. 1.1) размер шестиугольника поставлен как диаметр описанной окружности, поэтому придется поставить размерную зависимость между двумя противоположными вершинами.

- Выбираем команду «**Размеры**» и ставим размерную зависимость между двумя противоположными вершинами, затем меняем значение на 24 мм (рис. 1.16).

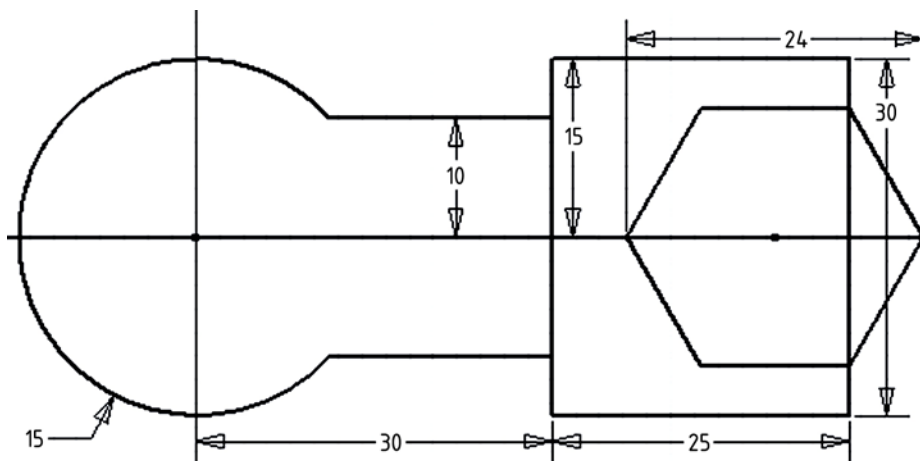


Рис. 1.16

### 5. Построение кругового массива из окружностей

В команде «Круговой массив» нет параметра «Угловой поворот», система предлагает точно расположить первый элемент массива, что не всегда рационально. Поэтому одним из возможных способов решения может быть добавление элемента управления «Угловой поворот» для кругового массива. Для этого придется сделать несколько дополнительных построений.

- Выбираем команду «**Отрезок**» и располагаем два отрезка внутри дуги окружности произвольным образом (рис. 1.17).
- Выбираем команду «**Совмещение**», применяем на один из концов одного из отрезков и центр дуги окружности. Затем аналогично проделываем для второго отрезка.
- Выбираем команду «**Вертикальность**» и применяем к одному из отрезков.

Поскольку необходимо отсчитывать угол поворота, то именно от этого вертикально расположенного отрезка и будет идти отсчет.

Второй же отрезок будет играть роль радиус-вектора для первого элемента массива. Таким образом, незакрепленный конец радиус-вектора будет совмещен с центром окружности  $\varnothing 6$  мм. Но поскольку центр окружности  $\varnothing 6$  мм принадлежит окружности  $\varnothing 18$  мм, то радиус-вектор должен иметь длину равную 9 мм.

- На второй отрезок ставим размерные зависимости, характеризующие его длину и угол наклона от вертикально расположенного отрезка. Меняем значение размеров на 9 мм и  $55^\circ$  соответственно (рис. 1.18).

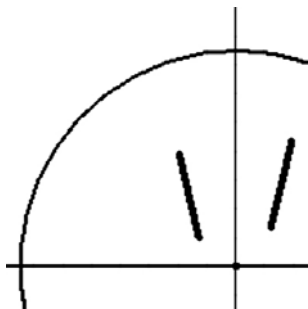


Рис. 1.17

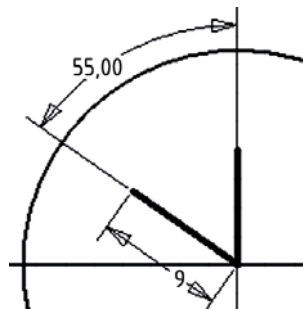


Рис. 1.18

Таким образом, дополнительными построениями был создан элемент управления – «Угловой поворот». Теперь остается создать элемент массива и круговой массив.

- Выбираем команду «**Окружность**» и ставим примитив примерно внутри дуги окружности (рис. 1.19).
- Применяем команду «**Совмещение**» на центр окружности и на свободный конец отрезка длиной 9 мм.
- Ставим размерную зависимость на окружность и меняем значение на 6 мм.
- В панели «**Массив**» выбираем команду «**Круговой массив**». В диалоговом окне «**Круговой массив**» в группе «**Геометрия**» выбираем окружность  $\varnothing 6$  мм как элемент массива, за центр массива выбираем центр дуги окружности и количество элементов ставим равным 3 (рис. 1.20).

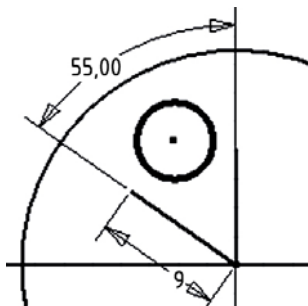


Рис. 1.19

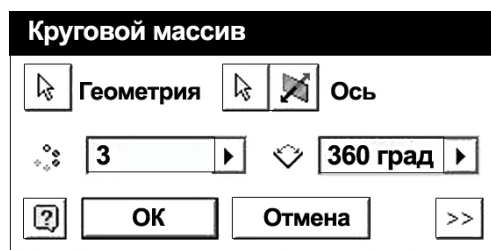


Рис. 1.20

Все элементы контура построены по размерам в соответствии с чертежом (рис. 1.1) и связаны необходимыми геометрическими и размерными зависимостями (рис. 1.21).

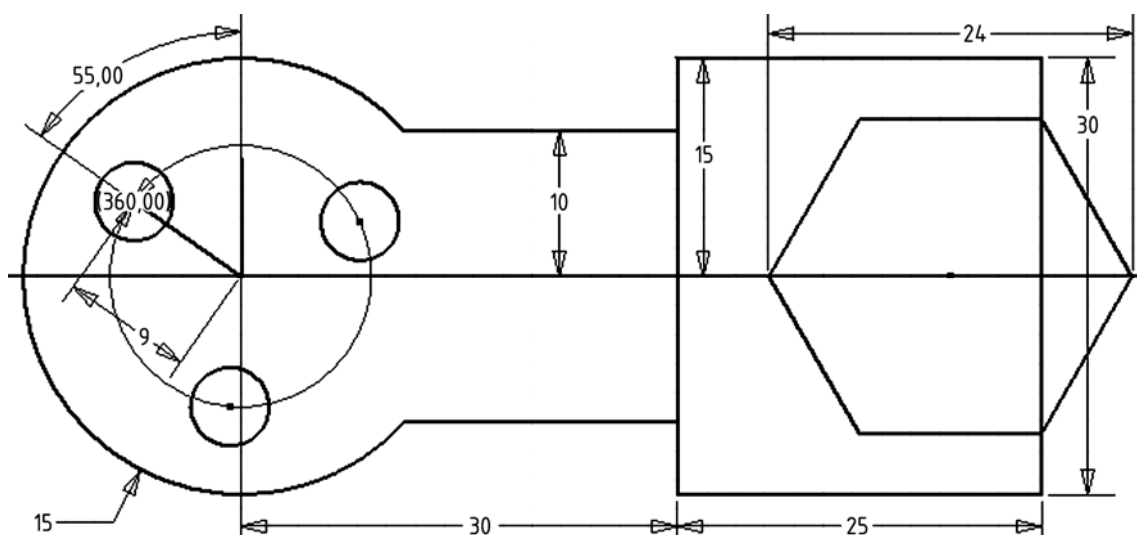


Рис. 1.21

## 6. Выдавливание контура

Завершаем режим «Эскиз».

- В панели «Выход» выбираем команду «Принять эскиз».

Этим завершается этап построения контура, и из режима «Эскиз» переходим в режим «Модель».

- Из панели «Создать» выбираем команду «Выдавливание».
- В диалоговом окне «Выдавливание» во вкладке «Форма» в группе «Эскиз» необходимо указать объект выдавливания. Выбираем два замкнутых контура, которые заштрихованы на рис. 1.22. В группе «Границы» глубину выдавливания ставим равной 5 мм.

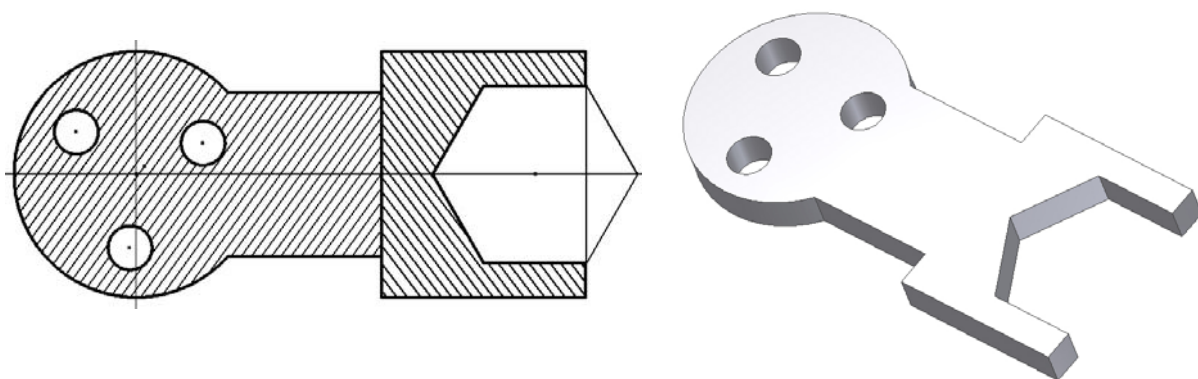


Рис. 1.22

На данном этапе задача считается выполненной.

## Глава 2. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ И ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ

Достаточно редко бывает, что в основе модели детали лежит один контур, обычно от двух и более. Важно знать расположение между собой рабочих плоскостей, на которых находятся контуры, а также расположение самих контуров на рабочих плоскостях.

В зависимости от применяемых операций по созданию элементов модели строят требуемые контуры в необходимом расположении.

Также стоит повториться: при открытии файла-шаблона детали (\*.ipt) система по умолчанию переходит в режим «Модель».

Основные рабочие плоскости, оси и точка, которые изначально есть в пространстве, невидимы. Поэтому, чтобы задействовать основные рабочие плоскости, оси и точку для построения, необходимо перевести их в видимое состояние.

Для выполнения выбранного (или заданного) перемещения контура можно воспользоваться следующими базовыми операциями:

<b>Обозначение</b>	<b>Построение элементов модели детали</b>	<b>Базовые операции</b>
<b>M1</b>	перемещением контура без искажений* по траектории, перпендикулярной рабочей плоскости контура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Выдавливание»</li> <li>• «Лофт»</li> <li>• «Сдвиг»</li> </ul>
<b>M2</b>	перемещением контура без искажений* по траектории, не перпендикулярной рабочей плоскости контура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Вращение»</li> <li>• «Лофт»</li> <li>• «Сдвиг»</li> </ul>
<b>M3</b>	перемещением контура с искажением* по траектории, перпендикулярной рабочей плоскости контура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Выдавливание»</li> <li>• «Лофт»</li> <li>• «Сдвиг»</li> </ul>
<b>M4</b>	перемещением контура с искажением* по траектории, не перпендикулярной рабочей плоскости контура	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Лофт»</li> <li>• «Сдвиг»</li> </ul>

*\*Искажение – изменение формы и/или размеров контура.*

### Критерии выбора базовой операции при построении элементов модели детали

1. Наименьший пересчет размеров для моделирования при построении контуров элемента модели детали.
2. Наименьшее количество контуров для построения элемента модели детали.

Во всех базовых операциях для построения элемента применены операции булевой алгебры: объединение, вычитание и пересечение.

### Этапы составления маршрута построения модели детали

1. Определение элементов модели детали на основе геометрической формы и конструктивной принадлежности и их количества, из которых может состоять модель детали.
2. Определение данных расположения элементов модели детали.
3. Определение размеров для моделирования элементов модели детали.
4. Выбор операций для построения элементов модели детали и определение контуров для каждого элемента.
5. Определение последовательности построения элементов модели детали и количества используемых тел.

### **Этапы выполнения чертежа детали**

1. Выбор формата листа и масштаба чертежа.
2. Создание базового вида (первого изображения на листе).
3. Создание основных (проекционных) видов.
4. Создание дополнительных и местных видов.
5. Выполнение разрезов и сечений.
6. Создание выносных элементов.
7. Нанесение элементов оформления.
8. Простановка размеров.
9. Заполнение основной надписи.

В настоящее время система Autodesk Inventor еще не полностью адаптирована для построения чертежей в соответствии с ЕСКД. Поэтому в некоторых случаях приходится делать определенные допущения и создавать необходимый элемент чертежа не напрямую, используя соответствующую команду построения, а набором из других команд, добиваясь требуемого результата.

## 2.1. Призма. Построение модели и выполнение чертежа

**Задача:** Требуется построить модель детали, затем выполнить чертеж. На чертеже должны быть три изображения (вид СПЕРЕДИ, вид СВЕРХУ и вид СЛЕВА) и размеры. Главное изображение оставить такое же, как в условии задачи (рис. 2.1). Заполнить основную надпись.

*Модель детали должна соответствовать следующему требованию: изменение одного или нескольких значений размерных зависимостей должно приводить к предсказуемым корректным изменениям формы и расположения модели детали.*

**Условие задачи:**

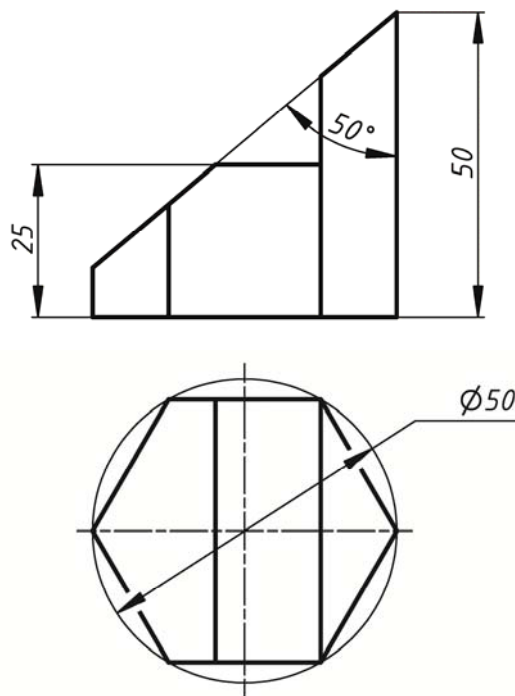


Рис. 2.1

Выполнение задачи разбиваем на два этапа: **построение модели детали** и **выполнение чертежа детали**.

### Анализ данных и составление маршрута построения модели детали

#### 1. Определение элементов модели детали

- Призма

#### 2. Определение данных расположения элементов модели детали

Призма

- Из условия задачи нижнее основание элемента «**Призма**» расположим на *основной рабочей плоскости XY*.

#### 3. Определение размеров для моделирования элементов модели детали

*Размерами для моделирования являются размер нижнего основания и размеры положения проецирующих плоскостей верхнего основания Призмы.*

Размеры формы элементов модели детали:

Призма

1. Размер нижнего основания элемента «Призма».
2. Размеры проецирующих плоскостей верхнего основания элемента «Призма».

#### 4. Выбор операций для построения элементов модели детали

##### Призма

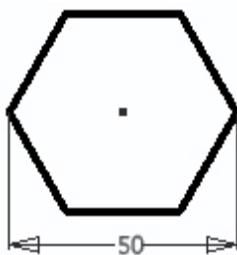
Так как элементом построения является Призма, то построение следует выполнить перемещением контура нижнего основания Призмы без искажений по траектории, перпендикулярной рабочей плоскости контура (M1) до плоскостей верхнего основания. Из возможных базовых операций выбираем «Выдавливание», поскольку только при этой операции, возможно, избежать сложных дополнительных построений.

- Способ построения: M1.
- Операция: «Выдавливание».

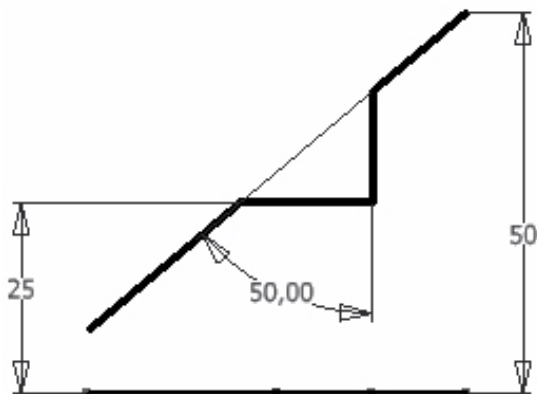
Таким образом, элемент «Призма» должен состоять из двух контуров: контур нижнего основания Призмы, который будет выдавливаться, и контур верхнего основания необходимый для создания вспомогательной поверхности, до которой будет идти выдавливание.

- Контур нижнего основания элемента «Призма» располагаем на основной рабочей плоскости XY.

Ориентацию вершин шестиугольника берем из условия задачи (рис. 2.1, вид СПЕРЕДИ).



- Контур верхнего основания элемента «Призма» (вспомогательной поверхности) располагаем на рабочей плоскости XZ.



#### 5. Определение последовательности построения элементов модели детали

Последовательность:

- Призма

1. Построение контура нижнего основания элемента **«Призма»**.
2. Создание вспомогательной поверхности (контур верхнего основания элемента **«Призма»**).
3. Построение элемента **«Призма»**.

## Построение модели детали

### 1. Построение контура нижнего основания элемента **«Призма»**

- На *основной рабочей плоскости XY* в режиме **«Эскиз»** создаем *шестиугольник* с центром в начале координат, т.е. в точке (0, 0). Вершины располагаем произвольным образом.
- Фиксируем центр *шестиугольника* геометрической зависимостью **«Фиксация»**.
- Геометрической зависимостью **«Горизонтальность»** располагаем центр *шестиугольника* и любую из его вершин на одну горизонтальную линию, т.е. вдоль *оси X*.
- Ставим *размерную зависимость* между двумя противоположными вершинами *шестиугольника* и присваиваем значение 50 мм (рис. 2.2).
- Завершаем режим **«Эскиз»**.

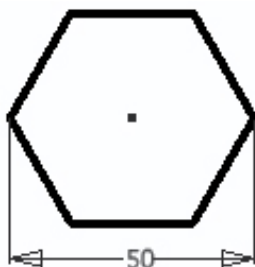


Рис. 2.2

### 2. Создание вспомогательной поверхности

Поскольку основные рабочие плоскости по умолчанию невидимы, необходимо у рабочей плоскости *XZ* включить видимость.

- В браузере выбираем рабочую плоскость *XZ*. В контекстном меню плоскости выбираем команду **«Видимость»** (рис. 2.3).

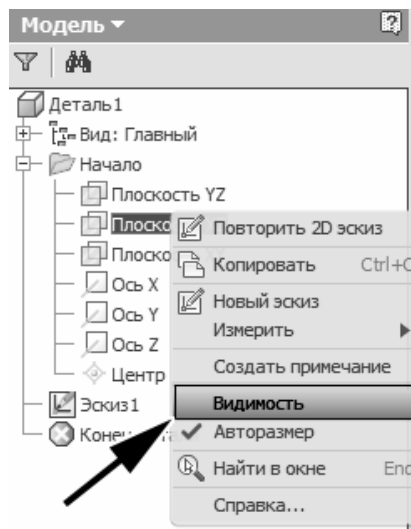


Рис. 2.3

(Для отключения видимости производим аналогичное действие с командой «Видимость»).

- В панели «Эскиз» выбираем команду «Создать 2D эскиз» и применяем ее к основной рабочей плоскости  $XZ$ .

На плоскости  $XZ$  согласно чертежу задана ломаная линия. Перед непосредственным построением ломаной линии необходимо сделать несколько простых дополнительных построений, чтобы не производить дополнительных расчетов, а использовать размеры из условия задачи. Для этого целесообразно спроецировать на рабочую плоскость контура ломаной линии некоторые примитивы контура нижнего основания.

- Из панели «Создать» выбираем команду «Проецирование геометрии», затем указываем на вершины шестиугольника, которые показаны на рис. 2.4.

Необходимые дополнительные построения выполнены, теперь следует перейти к построению ломаной линии.

- Строим в произвольном расположении ломаную линию из четырех отрезков (рис. 2.5).
- На ломаную линию накладываем последовательно соответствующие геометрические зависимости, как показано на рис. 2.6.
- Ставим размерные зависимости (рис. 2.7), затем присваиваем значения из условия задачи (рис. 2.8).
- Завершаем режим «Эскиз».

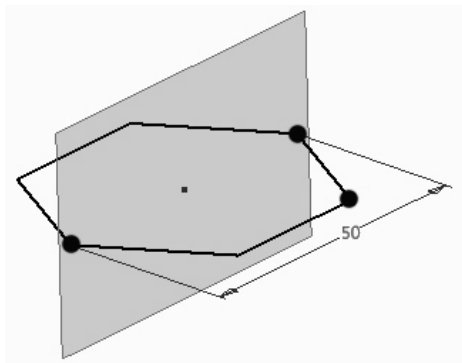


Рис. 2.4

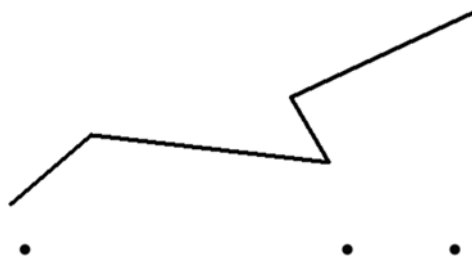


Рис. 2.5

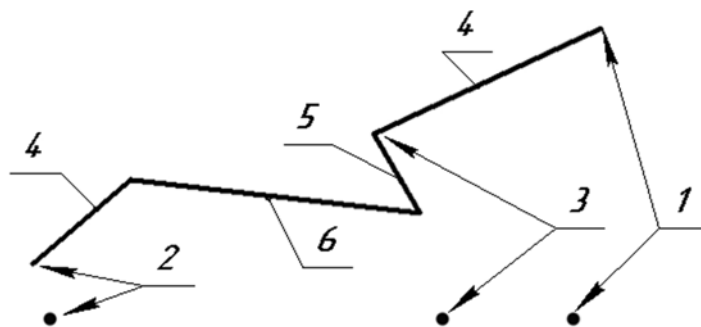


Рис. 2.6

Геометрические зависимости:

- 1 – «Вертикальность»
- 2 – «Вертикальность»
- 3 – «Вертикальность»
- 4 – «Коллинеарность»
- 5 – «Вертикальность»
- 6 – «Горизонтальность»

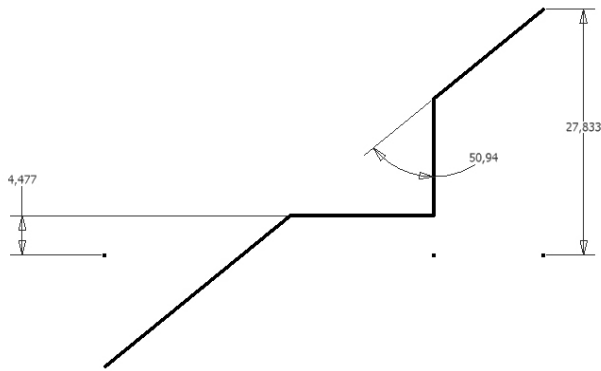


Рис. 2.7

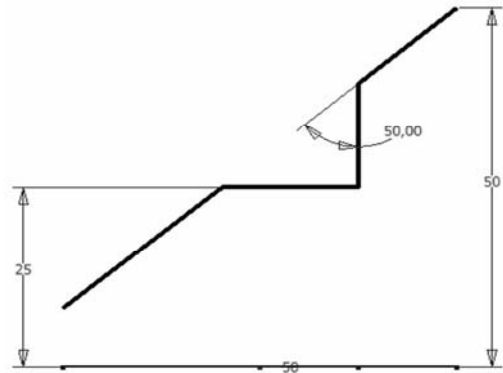


Рис. 2.8

Все контуры готовы, осталось применить к ним соответствующие базовые операции.

- Применяем базовую операцию **«Выдавливание»**. В диалоговом окне **«Выдавливание»** в группе **«Вывод»** переключаем на пиктограмму **«Поверхность»**. В группе **«Границы»** делаем активной строку для ввода значения глубины выдавливания. Затем указываем на размер 50 с контура основания. В той же группе выбираем направление выдавливания **«В обе стороны»**. В группе **«Эскиз»** после нажатия пиктограммы указываем ломаную линию (рис. 2.9).

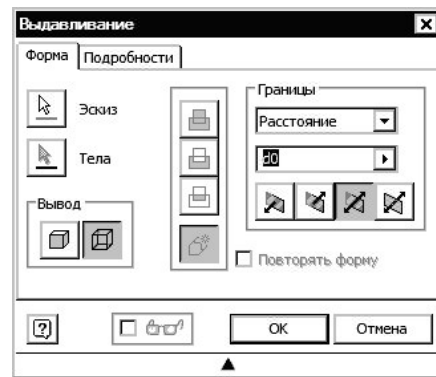
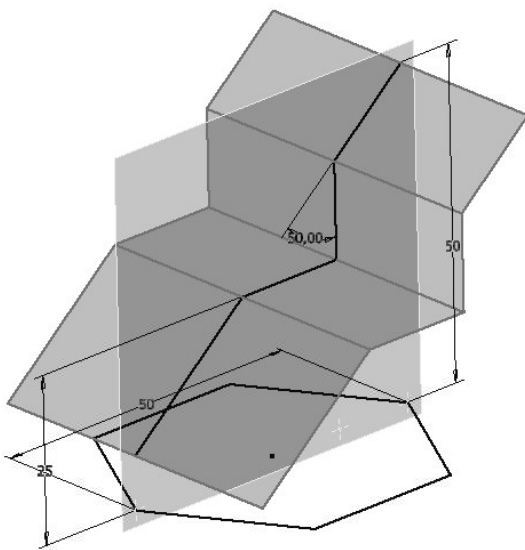


Рис. 2.9

### 3. Построение элемента «Призма»

- Выбираем команду **«Выдавливание»**. В диалоговом окне **«Выдавливание»** в группе **«Границы»** переключаем на **«До следующего»** и указываем на вспомогательную поверхность. В группе **«Эскиз»** система сама выбрала единственный незадействованный контур – контур основания. Завершаем построение базовой операции.
- Выключаем видимость вспомогательной поверхности и основной рабочей плоскости XZ (рис. 2.10).

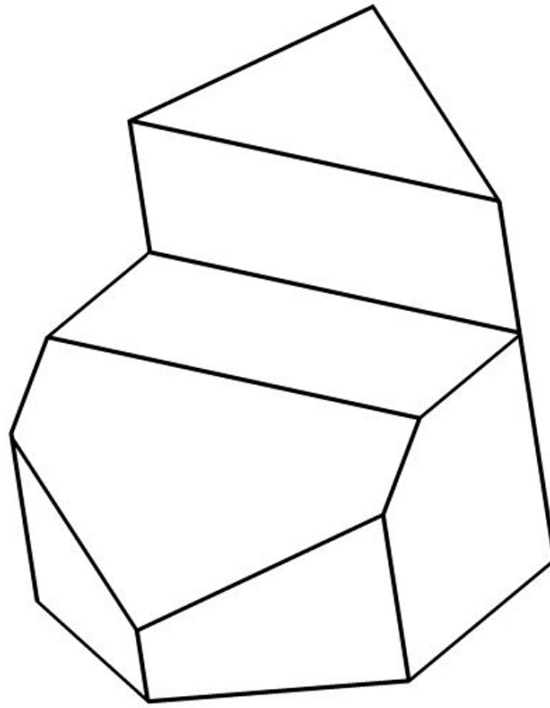


Рис. 2.10

Сохраняем файл с моделью детали.

### Выполнение чертежа детали

#### 1. Выбор формата листа и масштаба чертежа

- Нажимаем кнопку **«Inventor»**, из выпадающего меню выбираем **«Создать»**. В появившемся диалоговом окне **«Создать новый файл»** из папки **«Метрические»**, в группе **«Чертеж»**, открываем файл-шаблон чертежа **«ГОСТ.idw»**.

*В системе Autodesk Inventor 2016 по умолчанию отключена поддержка ЕСКД. Для создания чертежа модели детали необходимо включить поддержку ЕСКД.*

- Во вкладке **«Инструменты»** в панели **«Настройки»** выбираем команду **«Надстройки»**.
- В диалоговом окне **«Диспетчер надстроек 2016»** выбираем строку в списке **«поддержка ESKD»** и устанавливаем две галки в группе **«Загрузка»** (рис. 2.11).
- Нажимаем кнопку **«Ок»** и наблюдаем, что вкладка **«Пояснение»** изменила свое название на **«Пояснение (ESKD)»**. Это означает, что поддержка в системе Autodesk Inventor включена.

*Исходя из габаритных размеров детали, количества изображений, выбираем формат листа для чертежа А3 с горизонтальной ориентацией, а масштаб чертежа 2:1.*

- Из панели **«Пояснение (ESKD)»** выбираем команду **«Формат»**. В диалоговом окне **«Формат»** в группе **«Ориентация»** выбираем альбомная, в группе **«Лист»** выбираем формат А3, как показано на рис. 2.12. Принимаем настройки.

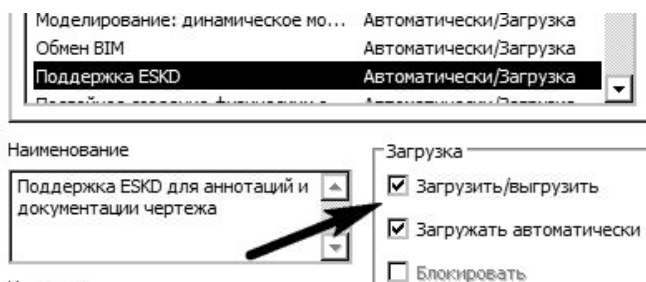


Рис. 2.11

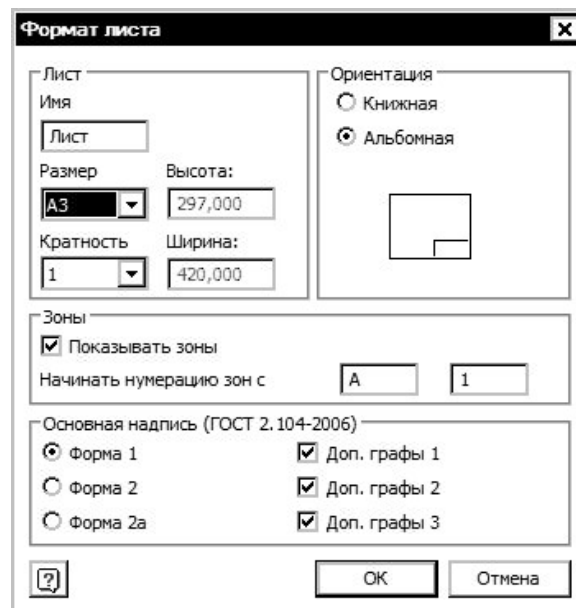


Рис. 2.12

## 2. Создание базового вида (первого изображения на листе)

Для создания первого изображения необходима команда «Базовый». В диалоговом окне «Вид чертежа» в закладке «Компонент» в группе «Файл» необходимо выбрать файл с моделью детали. В группе «Масштаб» выставляется масштаб изображения, в группе «Метка» выставляется обозначение изображения, также отображение данных группы на чертеже в виде надписей. В графическом окне с помощью инструмента «видовой куб» (рис. 2.13) выбирается первое изображение и его ориентация.

В группе «Представление» по умолчанию система принимает видом СПЕРЕДИ изображение на плоскости XY, то названия видов относительно основных рабочих плоскостей в группе «Направление» не соответствуют ЕСКД. Поскольку при построении модель детали была спозиционирована таким образом, что вид СПЕРЕДИ для детали располагается на основной рабочей плоскости XZ, то вид СПЕРЕДИ будет соответствовать системному виду СНИЗУ.

Для удобства пользователя и исключения ошибок предлагается сделать переопределение системного вида СПЕРЕДИ:

- Открываем файл с моделью детали.
- При помощи инструмента «Видовой куб» разворачиваем модель детали на экране монитора, таким образом, каким должен быть вид СПЕРЕДИ.
- Вызываем контекстное меню инструмента «Видовой куб» и выбираем пункт «Установить текущий вид: Спереди»
- Возвращаемся в файл чертежа детали.

После проделанных действий вид СПЕРЕДИ будет соответствовать системному виду СПЕРЕДИ.

- Выбираем из панели «Создать» команду «Базовый». В диалоговом окне «Вид чертежа» в группе «Файл» выбираем файл с моделью детали, остальные настройки как на рис. 2.13. Принимаем настройки.
- Располагаем вид СПЕРЕДИ на листе.

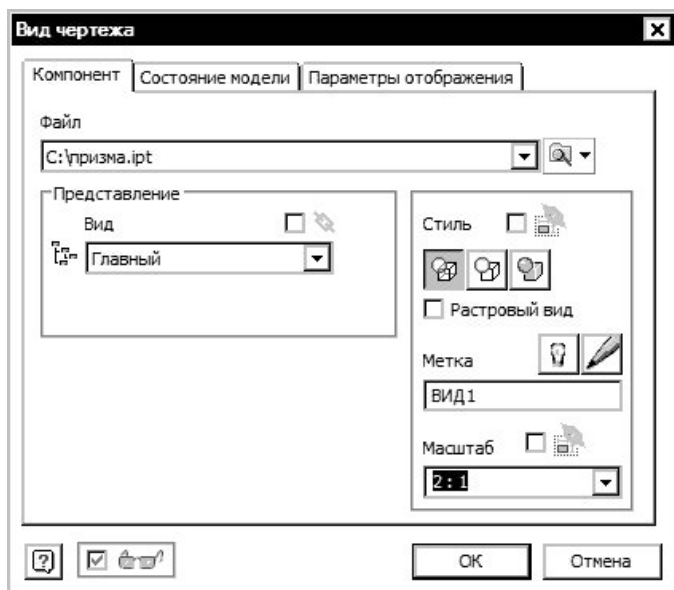


Рис. 2.13

### 3. Создание основных (проекционных) видов

- Выбираем из панели «Создать» команду «Проекционный». Относительно **вида СПЕРЕДИ** ставим **вид СЛЕВА** и **вид СВЕРХУ** (рис. 2.14). Вызываем правой кнопкой мыши контекстное меню и выбираем пункт «Создать».
- Во вкладке «Пояснение (ESKD)», в панели «Формат», выбираем команду «Редактирование слоев».
- Выключаем видимость слоя «Невидимый контур (ГОСТ)» (рис. 2.15).

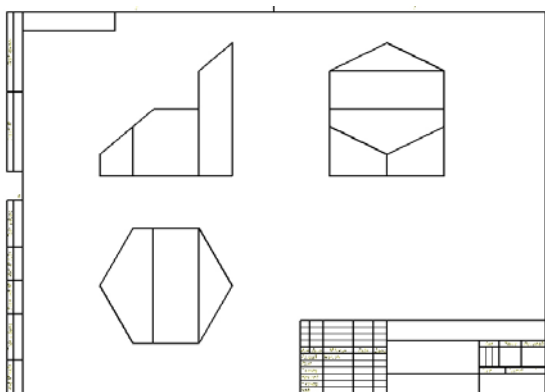


Рис. 2.14

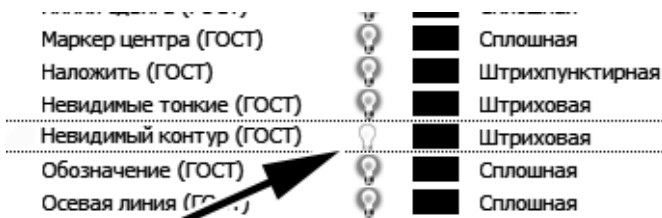


Рис. 2.15

- Нажимаем кнопку «Закреть». На вопрос «Сохранить изменения?» отвечаем «Да».
- Выбираем на вкладке «Пояснение (ESKD)» в панели «Обозначения» команду «Осевая линия» (рис. 2.16). Применяем на **виде СЛЕВА** к проецирующим граням Призмы и растягиваем линию симметрии по всей высоте Призмы (рис. 2.17).

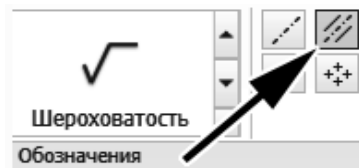


Рис. 2.16

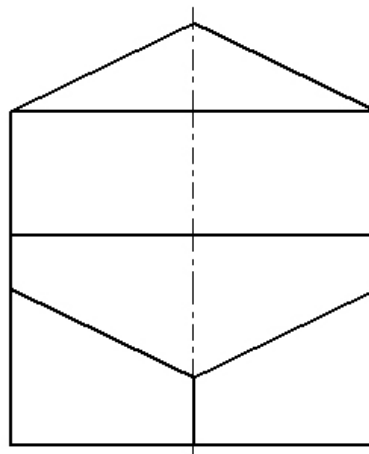


Рис. 2.17

*Чтобы избежать сложных построений, на виде СВЕРХУ осевые линии построим одновременно с размерами на чертеже.*

#### 4. Нанесение элементов оформления и простановка размеров

- К виду СВЕРХУ применяем режим «Эскиз».

*Для этого необходимо выбрать вид СВЕРХУ и во вкладке «Эскиз» в панели «Эскиз» выбрать команду «Начальный эскиз».*

- Шестиугольник проецируем с вида СВЕРХУ на рабочую плоскость контура.
- Описываем окружностью спроецированный шестиугольник.
- Выделяем описывающую окружность и во вкладке «Пояснение (ESKD)», в панели «Формат» в выпадающем меню «Слой» выбираем «Видимые тонкие (ГОСТ)».

*Данной последовательностью действий мы перемещаем окружность в слой видимых тонких линий и делаем толщину линии окружности в соответствии с настройкой слоя, т.е. тонкой.*

- Завершаем режим «Эскиз».
- Выбираем на вкладке «Пояснение (ESKD)» в панели «Обозначения» команду «Маркер центра» и применяем ее к окружности.

*Тем самым при помощи команды «Маркер центра» были достроены недостающие осевые линии на виде СВЕРХУ. Одновременно описывающая окружность является размером основания Призмы.*

- Из вкладки «Пояснение (ESKD)» в панели «Размеры» выбираем команду «Размеры», ставим диаметр окружности.
- К виду СПЕРЕДИ применяем режим «Эскиз» и проецируем два отрезка прямой с вида СПЕРЕДИ (рис. 2.18).

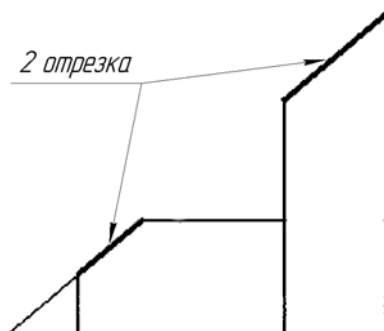


Рис. 2.18

- Командой «**Отрезок**» соединяем концы спроецированных *отрезков*. Перемещаем построенный *отрезок* в слой «**Видимые тонкие (ГОСТ)**».
- Завершаем режим «**Эскиз**».
- Командой «**Размеры**» проставляем оставшиеся *размеры на чертеже* (рис. 2.19).

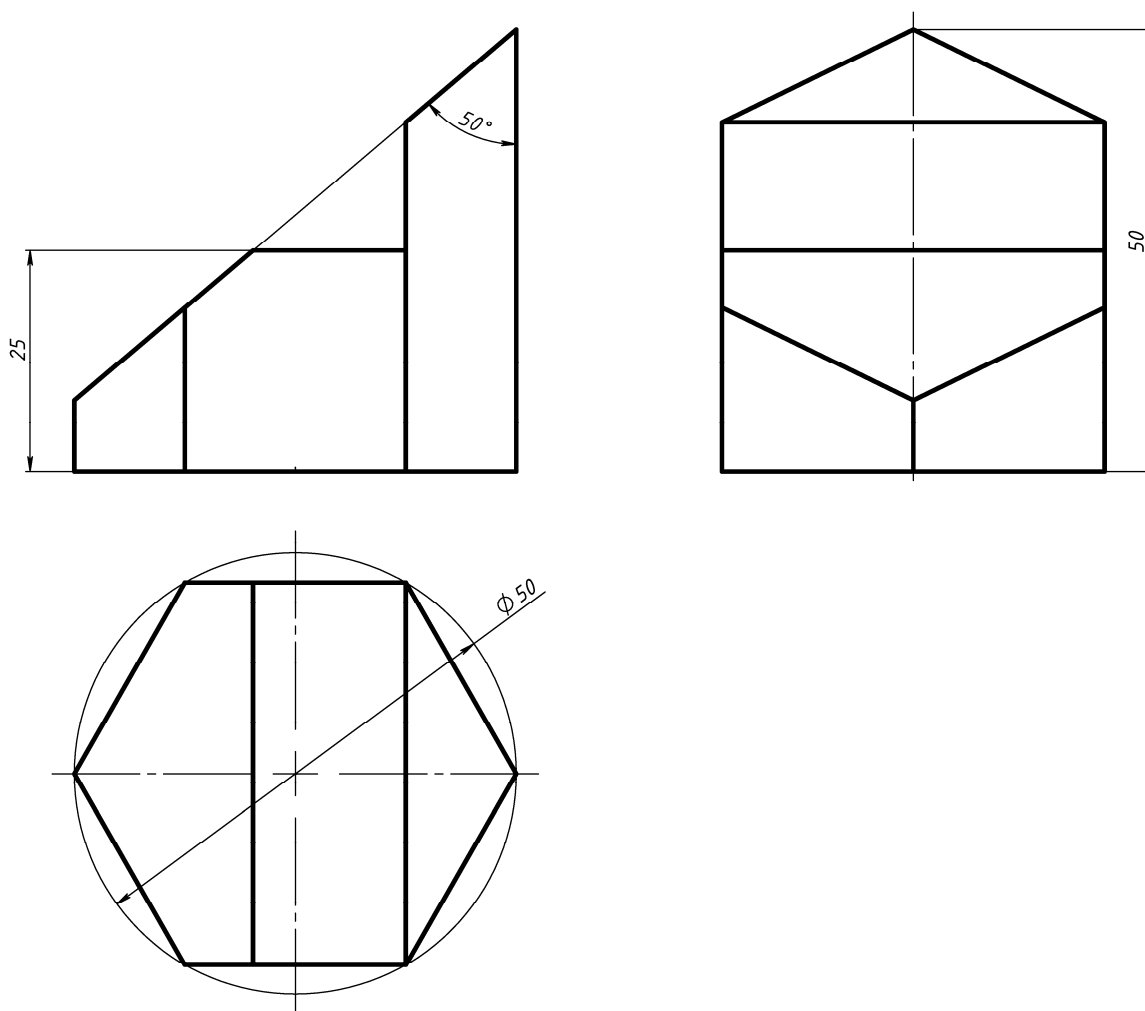


Рис. 2.19

### 5. Заполнение основной надписи

- Из вкладки «**Пояснение (ESKD)**» в панели «**Листы чертежа**» выбираем команду «**Основная надпись**». В диалоговом окне «**Основная надпись**» (рис. 2.20) заполняем необходимые графы.

Основная надпись

Осн.надп.

					<i>призма</i>			
						<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Под...</i>	<i>Дата</i>			0,0	2 : 1
<i>Разраб.</i>		<i>Елена</i>		<i>24.0...</i>				
<i>Пров.</i>								
<i>Т. контр.</i>						<i>Лист</i>	<i>Листы</i>	1
<i>Нач. отд.</i>					<i>Материал</i>	<input type="text"/>		
<i>Т. контр</i>					<input type="text"/>	<input type="text"/>		
<i>Утв.</i>								

?

>> OK Отмена

Рис. 2.20

Сохраняем файл с чертежом детали.

*На этом этапе задача выполнения чертежа считается завершенной.*

## 2.2. Пирамида со сквозным отверстием. Построение модели и выполнение чертежа

**Задача:** Требуется построить модель детали, затем выполнить чертеж. На чертеже должны быть три изображения (вид СПЕРЕДИ, вид СВЕРХУ и вид СЛЕВА), разрезы и размеры. Главное изображение оставить такое же, как в условии задачи (рис. 2.21). Заполнить основную надпись.

*Модель детали должна соответствовать следующему требованию: изменение одного или нескольких значений размерных зависимостей должно приводить к предсказуемым корректным изменениям формы модели детали.*

**Условие задачи:**

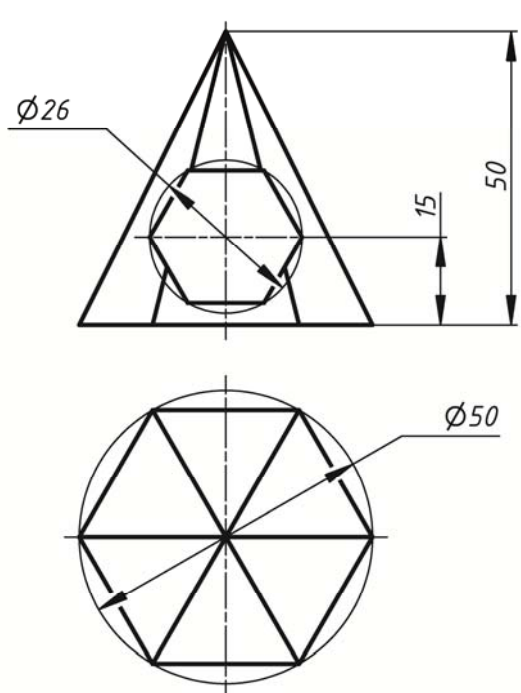


Рис. 2.21

### Анализ данных и составление маршрута построения модели детали

#### 1. Определение элементов модели детали

- Пирамида.
- Призма (сквозное призматическое отверстие).

#### 2. Определение данных расположения элементов модели детали

Пирамида

*Чтобы при построении избежать дополнительных рабочих плоскостей, нижнее основание Пирамиды расположим на основной рабочей плоскости  $XU$  с центром в начале координат.*

- Нижнее основание Пирамиды на основной рабочей плоскости  $XU$ .

Призма

*Из условия задачи основание Призмы располагается на плоскости параллельной основной рабочей плоскости  $XZ$ , а призматическое отверстие – сквозное, поэтому возможно расположить основание Призмы на основной рабочей плоскости  $XZ$ .*

- Основание Призмы располагается на *основной рабочей плоскости XZ*.

### 3. Определение размеров для моделирования элементов модели детали

*Размерами для моделирования для элемента «Пирамида» являются габаритные размеры, для элемента «Призма» – размеры основания и расположения призматического отверстия.*

- Размеры элементов:

Пирамида

1. Размер нижнего основания элемента «Пирамида».
2. Высота элемента «Пирамида».

Призма

1. Размер основания элемента «Призма».

- Размеры расположения элементов:

1. Размер между плоскостью нижнего основания Пирамиды и центром основания Призмы.

### 4. Выбор операций для построения элементов модели детали

*Пирамида и Призма получаются с помощью построения M1. Для элемента «Пирамида» выбираем базовую операцию «Лофт», чтобы избежать лишних расчетов и использовать только данные из условия задачи.*

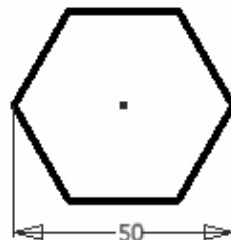
Пирамида

- Способ построения: **M1**.
- Операция: «**Лофт**».

*Таким образом, элемент «Пирамида» должен состоять из двух контуров: контур нижнего основания и контур верхнего основания. Эти контуры могут быть расположены на параллельных рабочих плоскостях.*

- *Контур* нижнего основания элемента «**Пирамида**» располагаем на *основной рабочей плоскости XY*.

*Ориентацию вершин шестиугольника берем из условия задачи (рис. 2.21, вид сверху).*



- *Контур* верхнего основания элемента «**Пирамида**» располагаем на рабочей плоскости параллельной *основной рабочей плоскости XY* с центром в начале координат.



(точка)

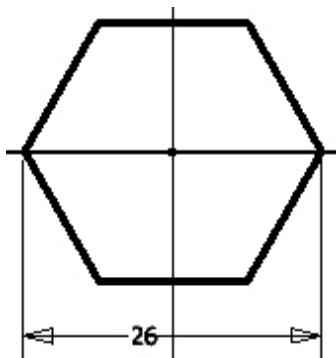
## Призма

- Способ построения: **М1**.

Для элемента «Призма» выбираем базовую операцию «Выдавливание» с примененной булевой операцией вычитание.

- Операция: «**Выдавливание**».

Для построения элемента «Призма» необходим один контур – контур основания Призмы. При этом рабочая плоскость должна быть перпендикулярна рабочим плоскостям элемента «Пирамида» (условие задачи), т.е. основная рабочая плоскость  $XZ$ .



## 5. Определение последовательности построения элементов модели детали

Последовательность:

- Пирамида.
- Призма.

### Построение модели детали

#### 1. Построение элемента «Пирамида»

- Выбираем команду «2D эскиз» и применяем к основной рабочей плоскости  $XU$ .
- На основной рабочей плоскости  $XU$  создаем шестиугольник с центром в начале координат.
- Накладываем на шестиугольник геометрические зависимости «**Фиксация**» и «**Горизонтальность**».
- Ставим размерную зависимость между двумя противоположными вершинами шестиугольника и присваиваем значение 50 мм.
- Завершаем режим «**Эскиз**».
- У основной рабочей плоскости  $XU$  включаем видимость.
- В панели «**Рабочие элементы**» выбираем команду «**Плоскость**». Делаем построение параллельное основной рабочей плоскости  $XU$  со смещением на 50 мм.

Данное расстояние между двумя рабочими плоскостями для элемента «Пирамида» является высотой.

- Выбираем команду «2D эскиз» и применяем к новой рабочей плоскости.

Поскольку новая рабочая плоскость создана параллельным переносом, то система координат заимствована с основной рабочей плоскости  $XU$  без изменений в расположении и направлении осей.

- Создаем точку с центром в начале координат.
- Завершаем режим «Эскиз».
- У рабочей плоскости верхнего основания элемента «**Пирамида**» выключаем видимость.
- Из панели «Создать» выбираем команду «**Лофт**». Указываем последовательно контуры. Завершаем операцию (рис. 2.22).

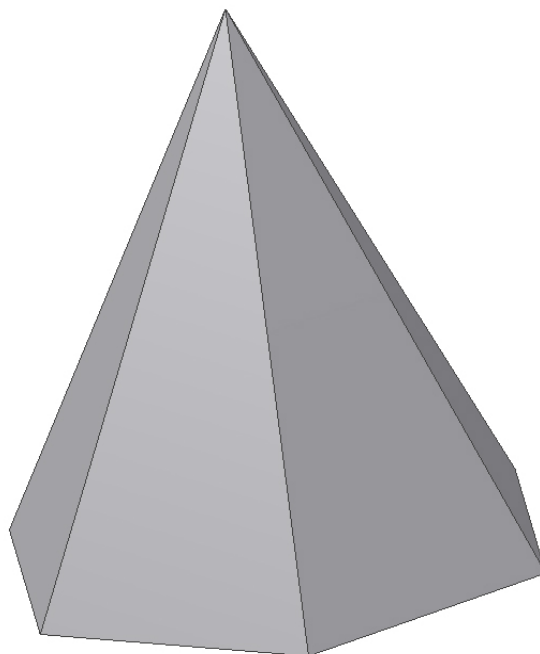


Рис. 2.22

## 2. Построение элемента «Призма» (сквозного призматического отверстия)

- К основной рабочей плоскости  $XZ$  применяем режим «Эскиз».
- Проецируем на основную рабочую плоскость  $XZ$  начало координат, т.е. основную рабочую точку.
- Строим шестиугольник в произвольном расположении.
- Геометрической зависимостью «**Вертикальность**» связываем центр шестиугольника и точку начала координат.
- Геометрической зависимостью «**Горизонтальность**» связываем одну из вершин с центром шестиугольника.
- Задаем расстояние между двумя противоположными вершинами 26 мм.
- Задаем расстояние между центром шестиугольника и точкой начала координат 15 мм (рис. 2.23).

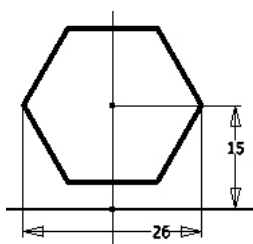


Рис. 2.23

- Завершаем режим «Эскиз».
- Выбираем команду «Выдавливание». Применяем команду для контура основания Призмы с настройками, как показано на рис. 2.24. В результате команды получаем Пирамиду со сквозным призматическим отверстием (рис. 2.25).

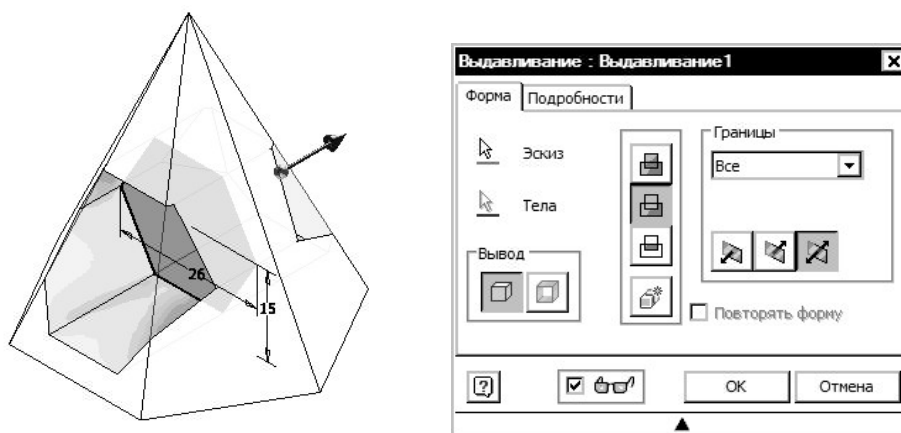


Рис. 2.24

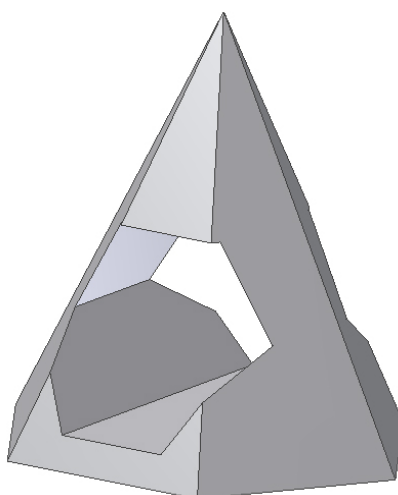


Рис. 2.25

Сохраняем файл с моделью детали.

### Выполнение чертежа детали

#### 1. Выбор формата листа и масштаба чертежа

- Открываем файл-шаблон чертежа «ГОСТ.idw».

Исходя из габаритных размеров детали, количества изображений, выбираем формат листа для чертежа А3 с горизонтальной ориентацией, а масштаб чертежа 2:1.

- Включаем поддержку ЕСКД.
- Командой «Формат» делаем необходимые настройки.

## 2. Создание базового вида (первого изображения на листе)

- Производим переопределение **системного вида СПЕРЕДИ** для модели детали.
- Командой «Базовый» располагаем на листе **вид СПЕРЕДИ**.

## 3. Создание основных (проекционных) видов

- Командой «Проекционный» строим на листе **вид СЛЕВА** и **вид СВЕРХУ** относительно **вида СПЕРЕДИ** (рис. 2.26).

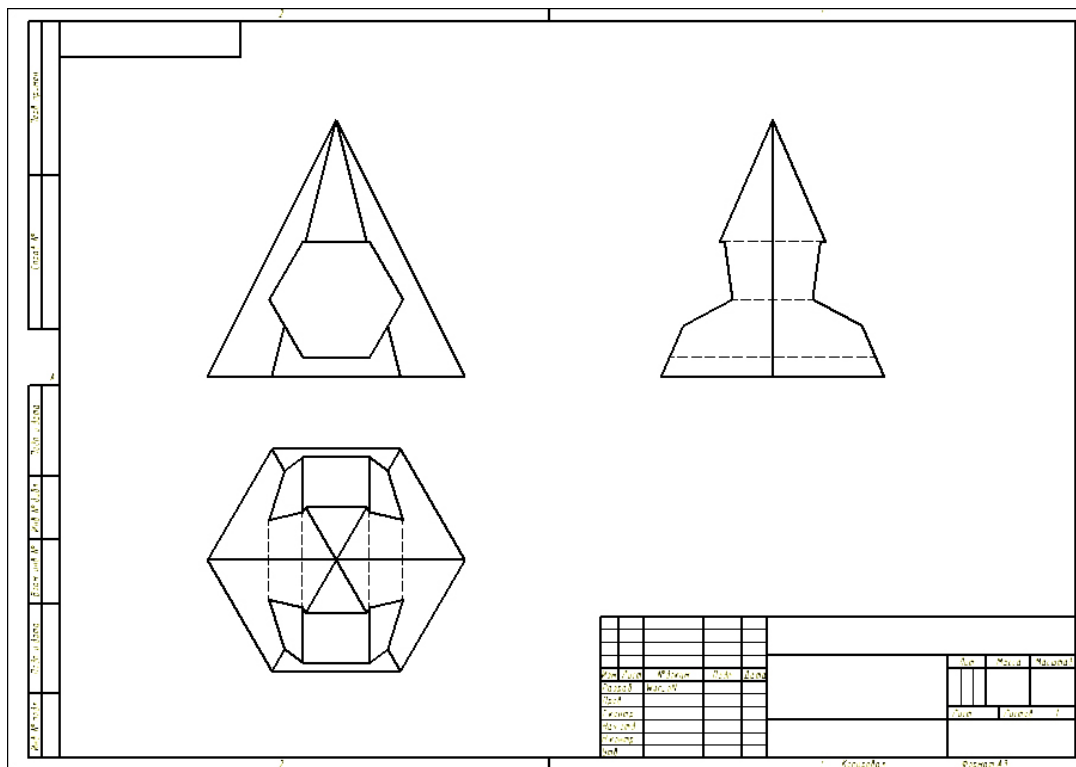


Рис. 2.26

Чтобы уменьшить количество построений, осевые линии на **виде СПЕРЕДИ** и на **виде СВЕРХУ** построим одновременно с размерами на чертеже.

## 4. Выполнение разрезов

Соединим в одном изображении половину вида с половиной разреза на месте **вида СВЕРХУ** и **вида СЛЕВА**.

Так как для соединения вида и разреза в системе не предусмотрено команды, то возможно использование команды «Местный разрез».

- Применяем к **виду СЛЕВА** режим «Эскиз».
- Строим примитив **прямоугольник**, как показано на рис. 2.27.
- Удаляем одну из сторон **прямоугольника** и командой «Слайн» соединяем свободные стороны **отрезков** (рис. 2.28).
- Завершаем режим «Эскиз».
- На вкладке «Размещение видов» из панели «Изменить» выбираем команду «Местный разрез». Сначала указываем на **вид СЛЕВА**. На **виде СПЕРЕДИ** указываем **точку** (рис. 2.29), которая задает положение секущей плоскости местного разреза. Принимаем команду (рис. 2.30).

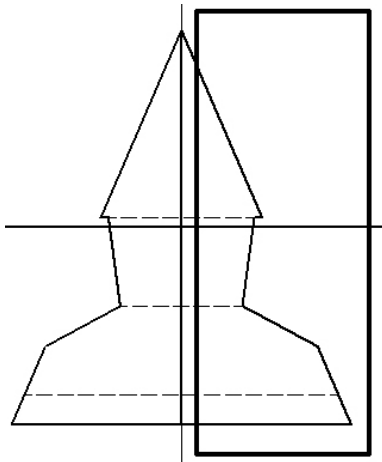


Рис. 2.27

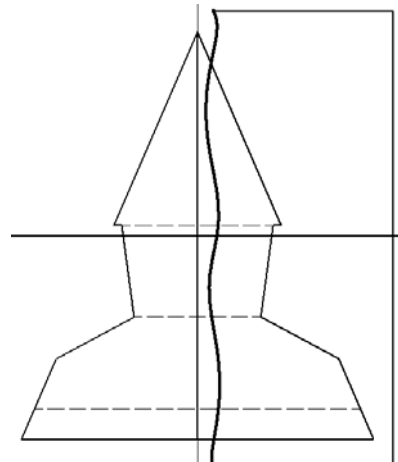


Рис. 2.28

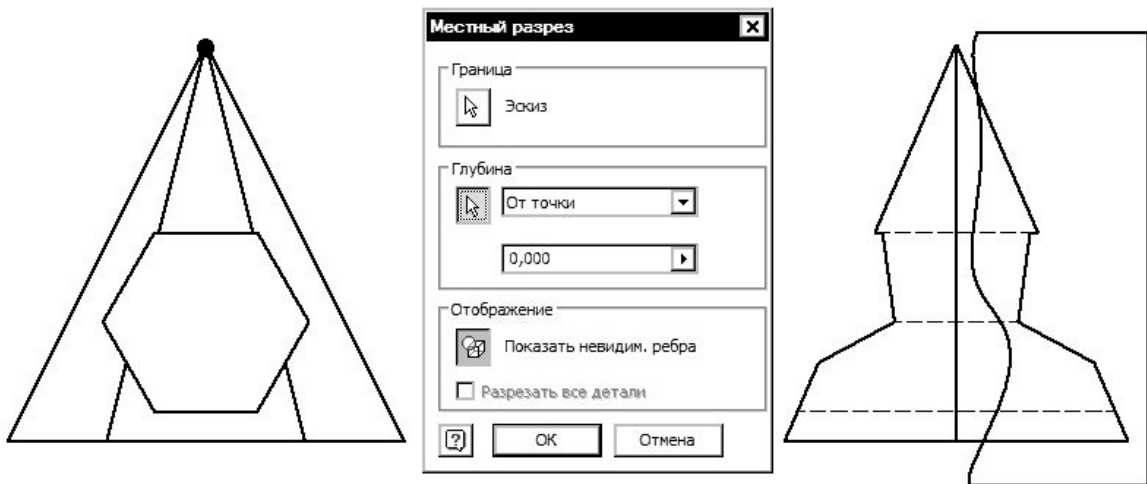


Рис. 2.29

Поскольку волнистая линия, разделяющая вид и разрез, является тонкой линией, то на листе необходимо переместить волнистую линию в слой «Видимые тонкие (ГОСТ)».

- Выделяем на **виде СЛЕВА** волнистую линию и перемещаем ее в слой «**Видимые тонкие (ГОСТ)**» (рис. 2.31).

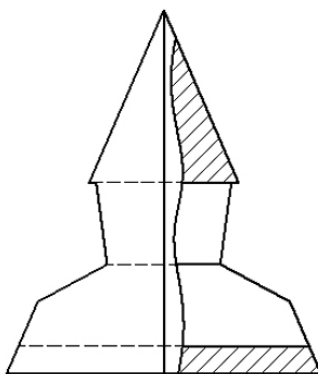


Рис. 2.30

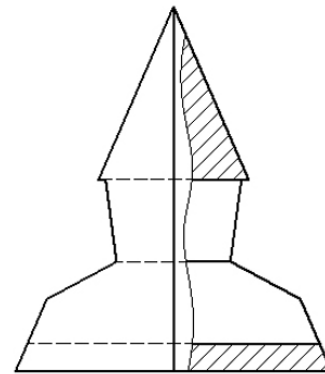


Рис. 2.31

Разрез на месте вида СЛЕВА выполнен, теперь остается создать разрез на месте вида СВЕРХУ.

- Применяем к *виду СВЕРХУ* режим «Эскиз».
- Строим примитив прямоугольник (рис. 2.32).
- Завершаем режим «Эскиз».
- Выбираем команду «Местный разрез». Указываем на *вид СВЕРХУ*, затем на *вид СПЕРЕДИ* указываем точку, задающую положение секущей плоскости местного разреза (рис. 2.33). Принимаем команду.

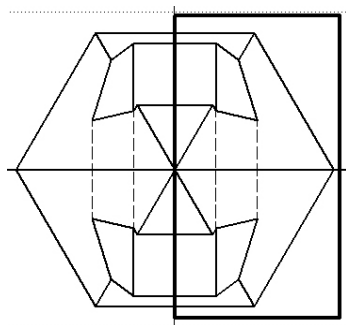


Рис. 2.32

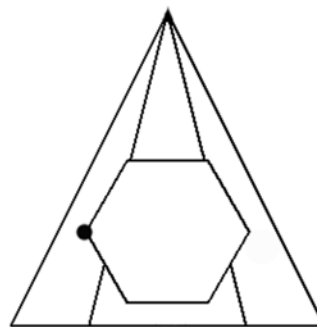


Рис. 2.33

- Выделяем два отрезка на *виде СВЕРХУ* (рис. 2.34) и перемещаем их в слой «Невидимый контур (ГОСТ)».
- Выключаем видимость слоя «Невидимый контур (ГОСТ)».
- Из панели «Создать» выбираем команду «Сечение». На *виде СПЕРЕДИ* указываем положение секущей плоскости (рис. 2.35). Изображение с разрезом смещаем ниже *вида СВЕРХУ*.

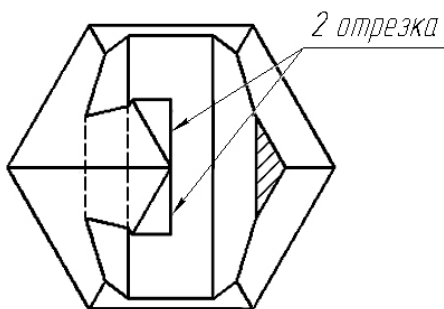


Рис. 2.34

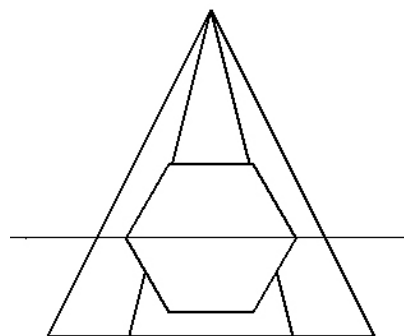


Рис. 2.35

- Выделяем все линии на изображении с разрезом и перемещаем их в слой «Невидимый контур (ГОСТ)».
- Обозначение разреза «А-А(2:1)» перемещаем на *вид СВЕРХУ* (рис. 2.36). Убираем из обозначения масштаб, для этого нужно вызвать контекстное меню и выбрать команду «Редактировать метку вида...».

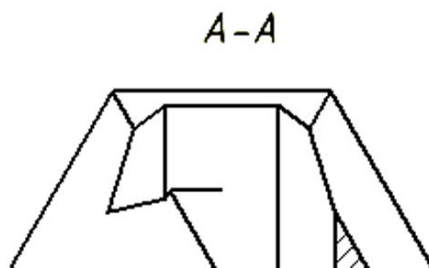


Рис. 2.36

### 5. Нанесение элементов оформления и простановка размеров

- К *виду СВЕРХУ* применяем режим «Эскиз».
- Шестиугольник проецируем с *вида СВЕРХУ* на рабочую плоскость контура.
- Описываем окружностью спроецированный шестиугольник.
- Выделяем описывающую окружность и перемещаем ее в слой «**Видимые тонкие (ГОСТ)**».
- Завершаем режим «Эскиз».
- Применяем команду «**Маркер центра**» к окружности.

Поскольку нанесение осевых линий может быть выполнено разными командами, то и на чертеже они могут получиться разными, поэтому осевые линии необходимо привести к общему виду.

- Командой «**Размеры**», ставим диаметр окружности (рис. 2.37).
- Для шестиугольника на *виде СПЕРЕДИ* повторяем построения (рис. 2.38).

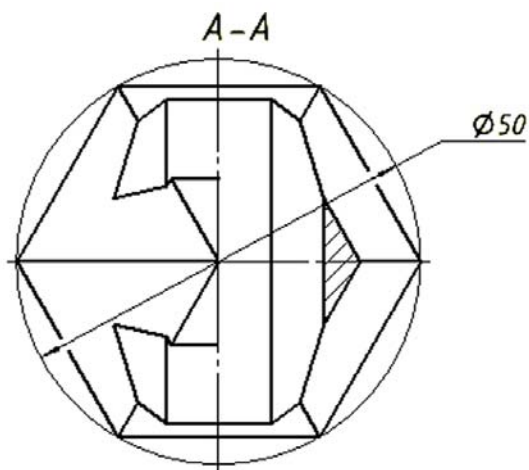


Рис. 2.37

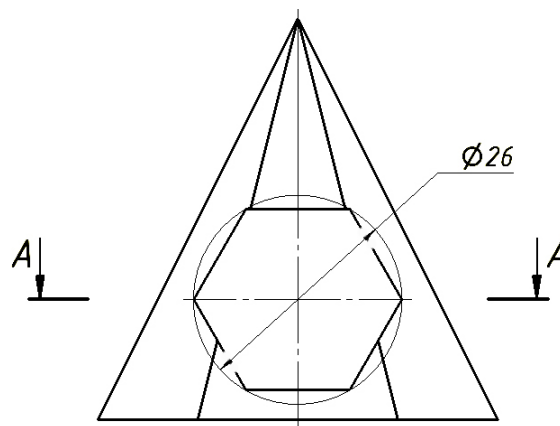


Рис. 2.38

- Проставляем оставшиеся *размеры* на чертеже (рис. 2.39).

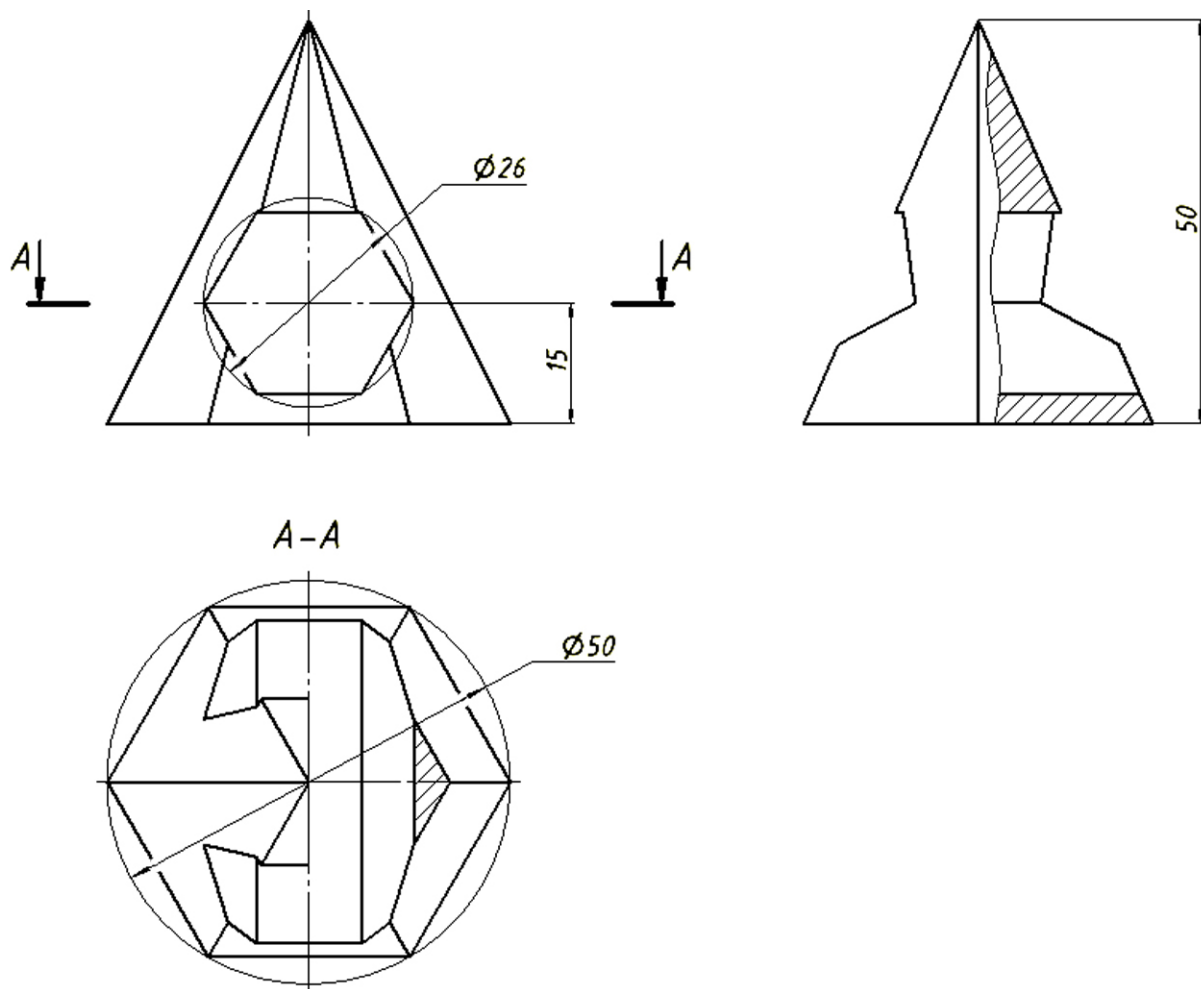


Рис. 2.39

### 6. Заполнение основной надписи

- Заполняем основную надпись.

Сохраняем файл с чертежом детали.

*На этом этапе задача выполнения чертежа считается завершенной.*

## 2.3. Полый шар со сквозными отверстиями. Построение модели и выполнение чертежа

**Задача:** Требуется построить модель детали, затем выполнить чертеж. На чертеже должны быть три изображения (вид СПЕРЕДИ, вид СВЕРХУ и вид СЛЕВА), разрезы и размеры. Главное изображение оставить такое же, как в условии задачи (рис.2. 40). Заполнить основную надпись.

*Модель детали должна соответствовать следующему требованию: изменение одного или нескольких значений размерных зависимостей должно приводить к предсказуемым корректным изменениям формы модели детали.*

**Условие задачи:**

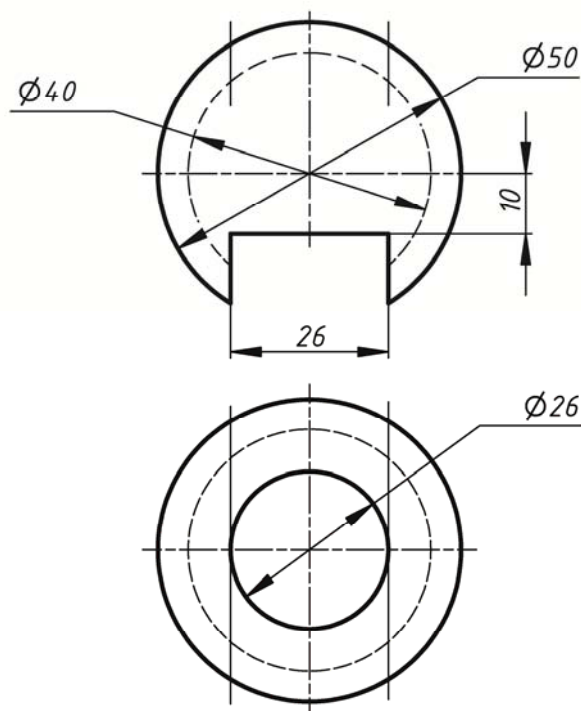


Рис. 2.40

### Анализ данных и составление маршрута построения модели детали

#### 1. Определение элементов модели детали

- Шар полый (с постоянной толщиной стенки).
- Цилиндр (цилиндрическое отверстие).
- Призма (призматическое сквозное отверстие).

#### 2. Определение данных расположения элементов модели детали

Шар

*Чтобы при построении модели детали избежать построений дополнительных рабочих плоскостей, рабочих осей и рабочих точек, расположим центр элемента «Шар» в начале координат, т.е. в основной рабочей точке.*

- Центр элемента «**Шар**» располагаем в начале координат.

### Цилиндр

Поскольку у элемента «Цилиндр» есть ось вращения, то достаточно определить ее положение. Из условия задачи ось вращения элемента «Цилиндр» и одна из осей вращения элемента «Шар» совпадают. Из условия расположения элемента «Шар» осью вращения элемента «Цилиндр» является основная рабочая ось Z.

Из условия задачи цилиндрическое отверстие проходит через верхнюю стенку элемента «Шар», поэтому основание элемента «Цилиндр» расположим на основной рабочей плоскости XY с центром в начале координат.

- Основание элемента «**Цилиндр**» располагаем на основной рабочей плоскости XY, осью вращения элемента является основная рабочая ось Z.

### Призма

Из условия задачи основание элемента «Призма» располагается на плоскости параллельной основной рабочей плоскости XZ, а призматическое отверстие – сквозное, поэтому расположим основание элемента «Призма» на основной рабочей плоскости XZ.

- Основание элемента «**Призма**» располагаем на основной рабочей плоскости XZ.

## 3. Определение размеров для моделирования элементов модели детали

- Размеры элементов:

#### Шар

1. Диаметр внешней поверхности элемента «**Шар**».
2. Диаметр внутренней поверхности элемента «**Шар**».

#### Цилиндр

1. Диаметр основания элемента «**Цилиндр**».
2. Высота элемента «**Цилиндр**» – отверстие проходит через одну стенку полого элемента «**Шар**».

#### Призма

1. Размеры основания элемента «**Призма**».
2. Высота элемента «**Призма**» – призматическое отверстие сквозное.

- Размеры расположения элементов:

1. Размер между одной из граней элемента «**Призма**» и плоскостью экватора элемента «**Шар**».

## 4. Выбор операций для построения элементов модели детали

#### Шар

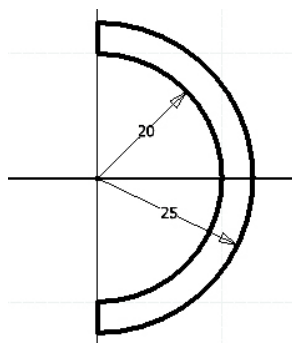
- Способ построения: **M2**.

Элемент «Шар» возможно построить следующими базовыми операциями: «Вращение» и «Сдвиг». Пересчет размеров при построении необходимых контуров не требуется в указанных базовых операциях. По количеству контуров при построении элемента приоритет у базовой операции «Вращение» – один контур.

- Операция: «**Вращение**».

Для первого контура можно выбрать любую из основных рабочих плоскостей. Расположим контур элемента «Шар» на основной рабочей плоскости XY.

Для операции «Вращение» необходим замкнутый контур, состоящий из двух концентрических дуг заданного радиуса с центром в начале координат. Ось вращения для контура элемента «Шар» выбираем основную рабочую ось Y.



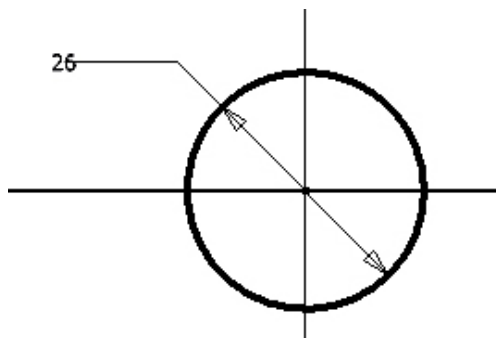
### Цилиндр

- Способы построения: **M1** и **M2**.

Элемент «Цилиндр» возможно построить следующими базовыми операциями: «Выдавливание», «Вращение», «Лофт» и «Сдвиг». Пересчет размеров при построении необходимых контуров не требуется в следующих базовых операциях: «Выдавливание», «Лофт» и «Сдвиг». По количеству контуров при построении элемента приоритет у базовой операции «Выдавливание» – один контур.

- Операция: «**Выдавливание**».

На основной рабочей плоскости XY контуром основания элемента Цилиндр является окружность заданного диаметра с центром в начале координат.



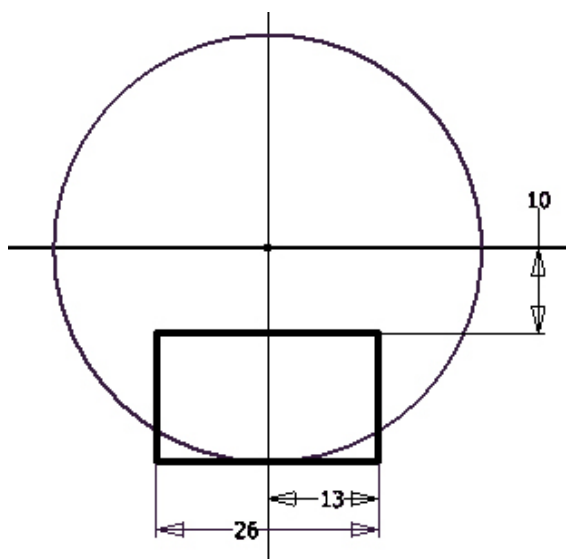
### Призма

- Способ построения: **M1**.

Элемент «Призма» возможно построить следующими базовыми операциями: «Выдавливание», «Лофт» и «Сдвиг». Пересчет размеров при построении необходимых контуров не требуется в указанных операциях. По количеству контуров при построении элемента приоритет у базовой операции «Выдавливание» – один контур.

- Операция: «**Выдавливание**».

На основной рабочей плоскости  $XZ$  до начала построения контура необходимо сделать дополнительное построение – спроецировать очерк внешней поверхности элемента «Шар». Затем построить прямоугольник с заданными размерами.



## 5. Определение последовательности построения элементов

Последовательность:

- Шар.
- Цилиндр.
- Призма.

### Построение модели детали

#### 1. Построение элемента «Шар»

- На основной рабочей плоскости  $XU$  строим две дуги окружности с центром в начале координат (рис. 2.41).
- Геометрическими зависимостями фиксируем центры дуг и выравниваем концы дуг по вертикали с центром (рис. 2.42).
- Соединяем соответствующие концы дуг отрезками (рис. 2.43).
- Задаем дугам требуемые размерные зависимости (рис. 2.44).

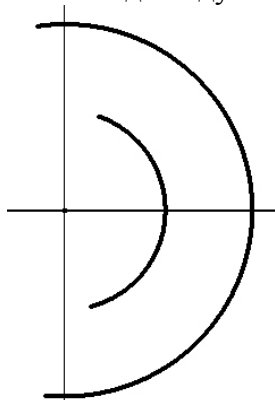


Рис. 2.41

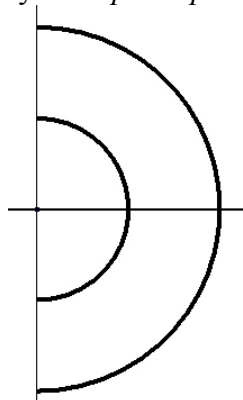


Рис. 2.42

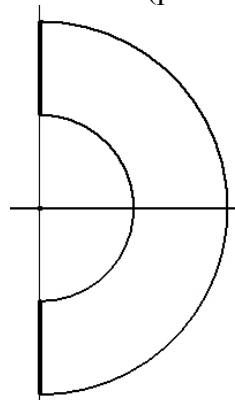


Рис. 2.43

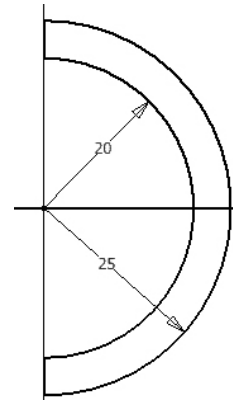


Рис. 2.44

- Завершаем режим «Эскиз».
- Включаем видимость основной рабочей оси  $Y$ .
- Применяем команду «Вращение» с настройками как на рис. 2.45.
- Выключаем видимость основной рабочей оси  $Y$ .



Рис. 2.45

## 2. Построение элемента «Цилиндр» (цилиндрического отверстия)

- Включаем видимость *рабочей плоскости XY*. Применяем к ней режим «Эскиз».
- Ставим *примитив окружность* с центром в начале координат.
- Фиксируем центр *окружности*.
- Задаем соответствующую *размерную зависимость* (рис. 2.46).

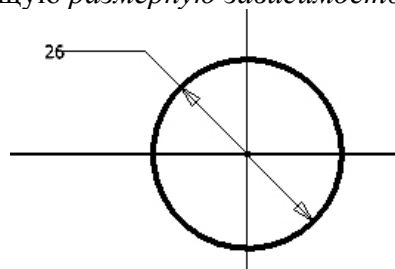


Рис. 2.46

- Завершаем режим «Эскиз».
- Применяем к *контуру основания цилиндра* команду «Выдавливание» с настройками как на рис. 2.47.
- Выключаем видимость *рабочей плоскости XY* (рис. 2.48).

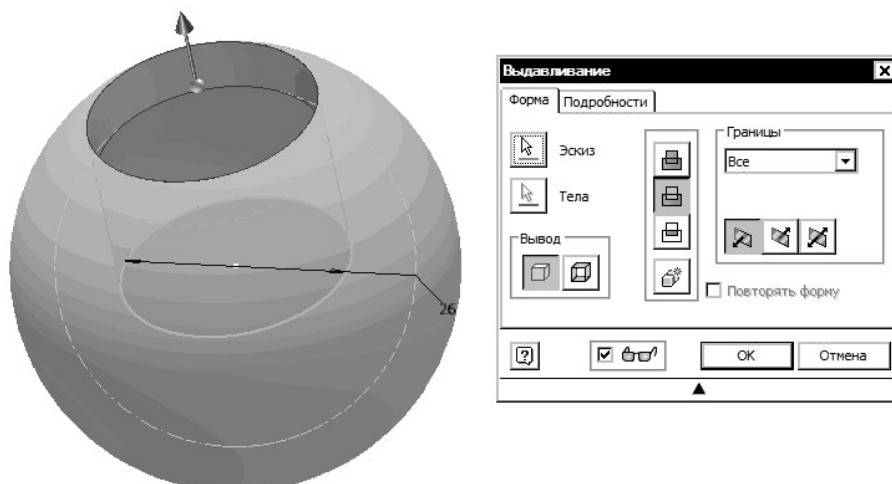


Рис. 2.47



Рис. 2.48

### 3. Построение элемента «Призма» (сквозного призматического отверстия)

- Включаем видимость *рабочей плоскости XZ*. Применяем к ней режим «Эскиз».
- Проецируем очерк *Шара* на *рабочую плоскость контура* (рис. 2.49).

При проецировании очерка элемента «Шар» на рабочую плоскость еще проецируется и центр элемента «Шар».

- Произвольно располагаем примитив *прямоугольник*.
- Накладываем *геометрическую зависимость «Касательность»* на нижнюю сторону *прямоугольника* и спроецированную *окружность* (рис. 2.50).

*Геометрическую зависимость «Касательность»* применяем в данном случае для того, чтобы при изменении диаметра элемента «Шар» нижняя сторона *прямоугольника* изменилась вместе со спроецированной *окружностью* элемента «Шар».

- Ставим *размерные зависимости* и задаем им необходимые величины (рис. 2.51).
- Завершаем режим «Эскиз».

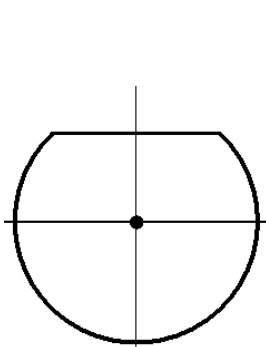


Рис. 2.49

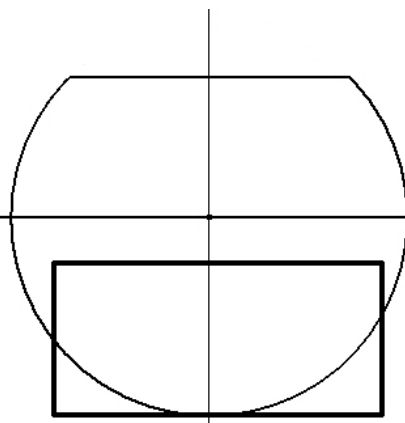


Рис. 2.50

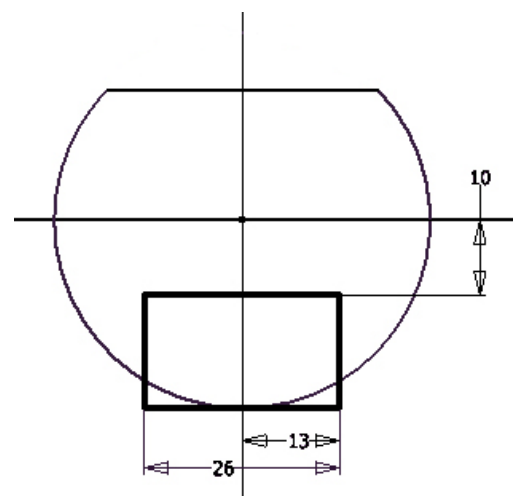


Рис. 2.51

- Применяем к *контур* основания элемента «Призма» команду «Выдавливание» с настройками как на рис. 2.52.
- Выключаем видимость *рабочей плоскости XZ* (рис. 2.53).

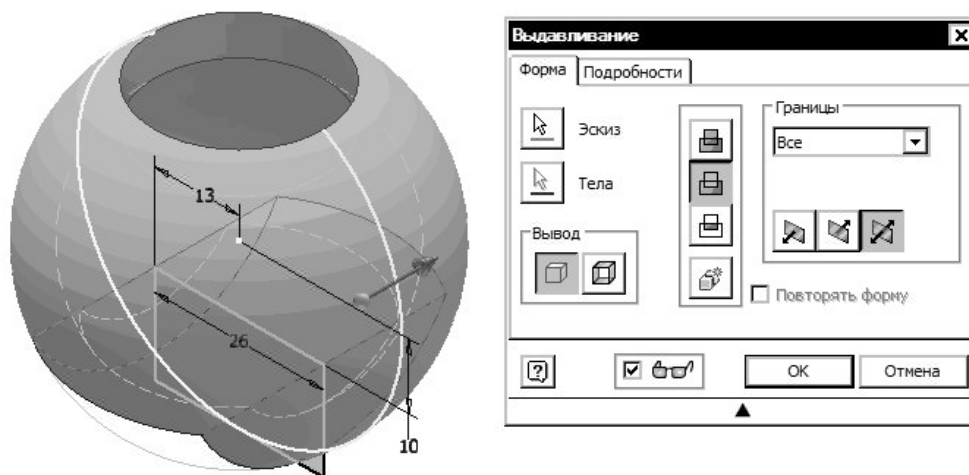


Рис. 2.52

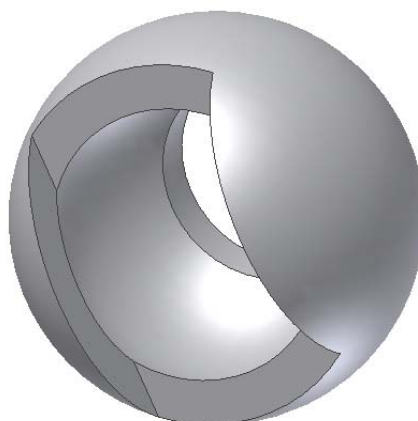


Рис. 2.53

Сохраняем файл с моделью детали.

### Выполнение чертежа детали

#### 1. Выбор формата листа и масштаба чертежа

- Открываем файл-шаблон чертежа «ГОСТ.idw».

*Исходя из габаритных размеров детали, количества изображений, выбираем формат листа для чертежа А3 с горизонтальной ориентацией, а масштаб чертежа 2:1.*

- Включаем поддержку ЕСКД.
- Командой «**Формат**» делаем необходимые настройки.

#### 2. Создание базового вида (первого изображения на листе)

- Командой «**Базовый**» располагаем на листе **вид СПЕРЕДИ**.

#### 3. Создание основных (проеекционных) видов

- Командой «**Проекционный**» строим на листе **вид СЛЕВА** и **вид СВЕРХУ** относительно **вида СПЕРЕДИ** (рис. 2.54).

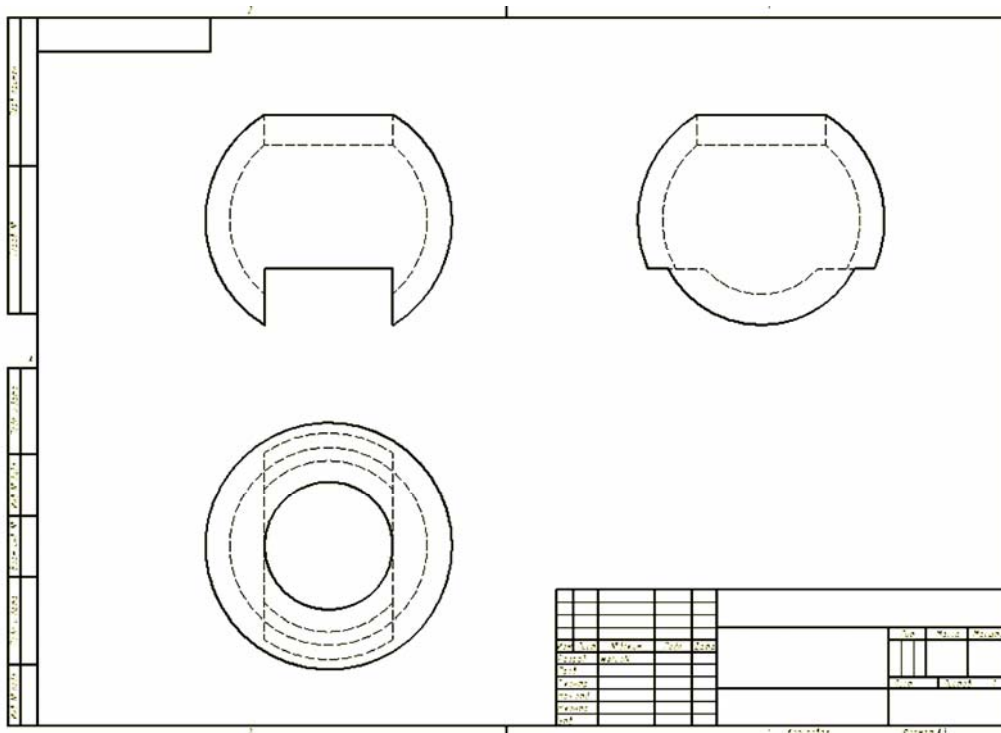


Рис. 2.54

Чтобы уменьшить количество построений, осевые линии на виде СПЕРЕДИ и на виде СВЕРХУ построим одновременно с размерами на чертеже.

#### 4. Выполнение разрезов

На месте вида СПЕРЕДИ и вида СЛЕВА создадим простые разрезы.

- Применяем к *виду СЛЕВА* режим «Эскиз».
- Строим примитив прямоугольник, перекрывающий все изображение.
- Завершаем режим «Эскиз».
- Применяем команду «Местный разрез».
- Для *вида СПЕРЕДИ* повторяем команду «Местный разрез».

Соединим в одном изображении половину вида с половиной разреза на месте *вида СВЕРХУ*.

- Применяем к *виду СВЕРХУ* режим «Эскиз».
- Строим примитив прямоугольник, перекрывающий половину изображения.
- Завершаем режим «Эскиз».
- Применяем команду «Местный разрез».
- Выделяем два отрезка на *виде СВЕРХУ*, разделяющие изображение вида и изображение разреза, и перемещаем их в слой «Невидимый контур (ГОСТ)».
- Выключаем видимость слоя «Невидимый контур (ГОСТ)».
- Командой «Сечение» достраиваем обозначение разреза (рис. 2.55).

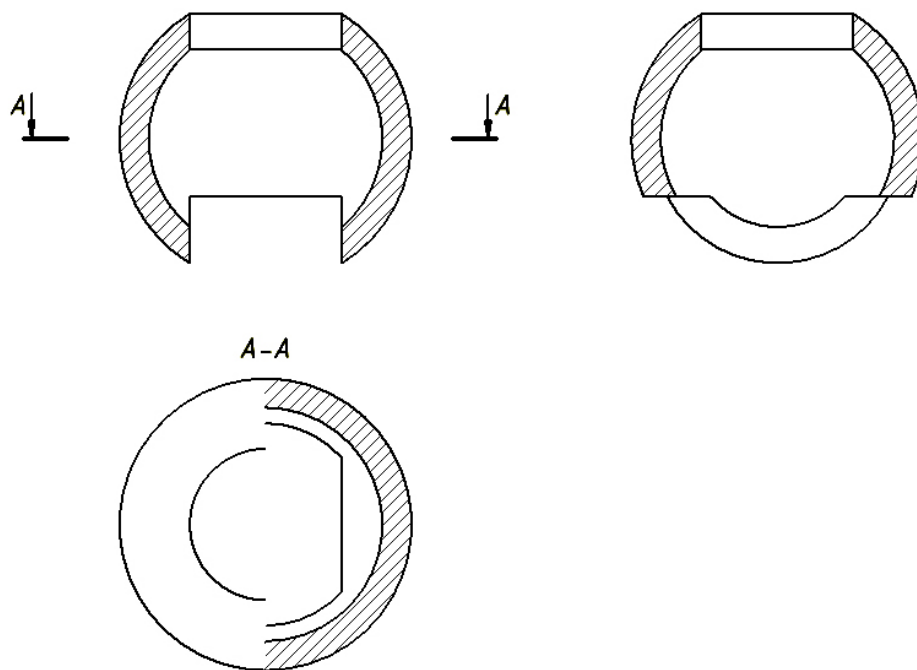


Рис. 2.55

### 5. Нанесение элементов оформления и простановка размеров

- Строим осевые линии.
- Командой «**Размеры**» проставляем размеры на чертеже (рис. 2.56).

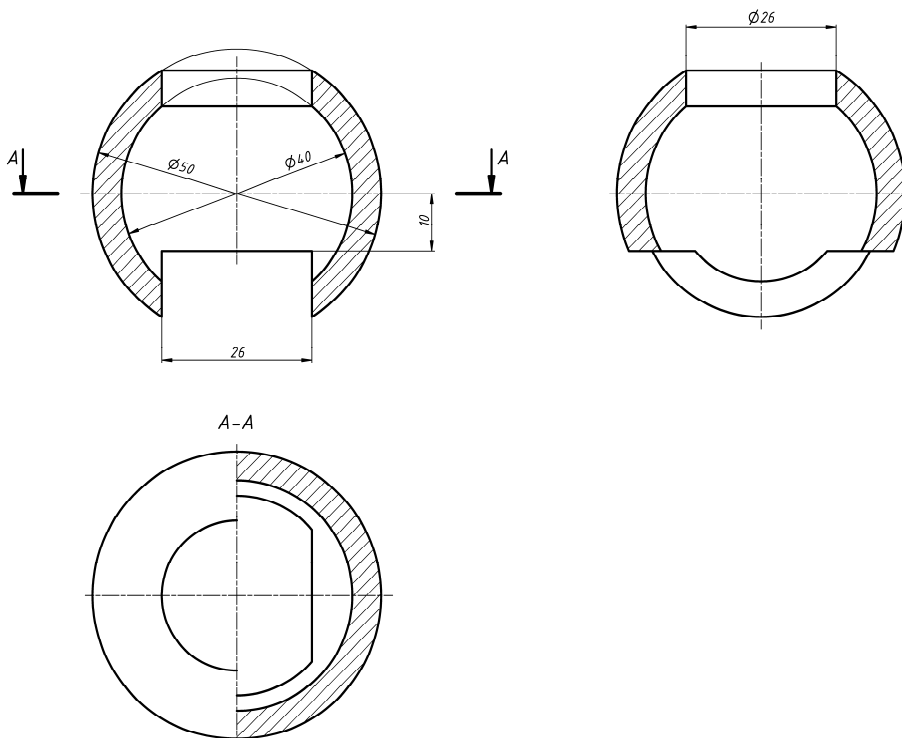


Рис. 2.56

### 6. Заполнение основной надписи

- Заполняем основную надпись.

Сохраняем файл с чертежом детали.

*На этом этапе задача выполнения чертежа считается завершенной.*

### Глава 3. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ И ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЗОВЫХ И КОНСТРУКЦИОННЫХ ОПЕРАЦИЙ

Для упрощения моделирования ряда конструктивных элементов детали в графической системе Autodesk Inventor предусмотрены операции, которые назовем конструктивными операциями и которые применяют для создания следующих элементов детали: «Отверстие», «Резьба», «Сопряжение», «Фаска», «Ребро жесткости» (рис. 3.1, рис. 3.2) и другие, а также для моделирования пружин и оболочек.

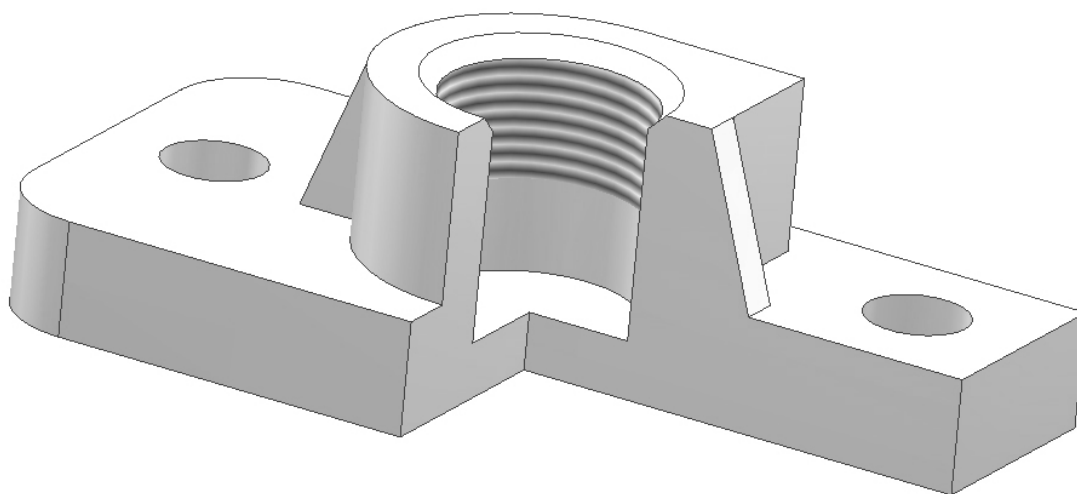


Рис. 3.1

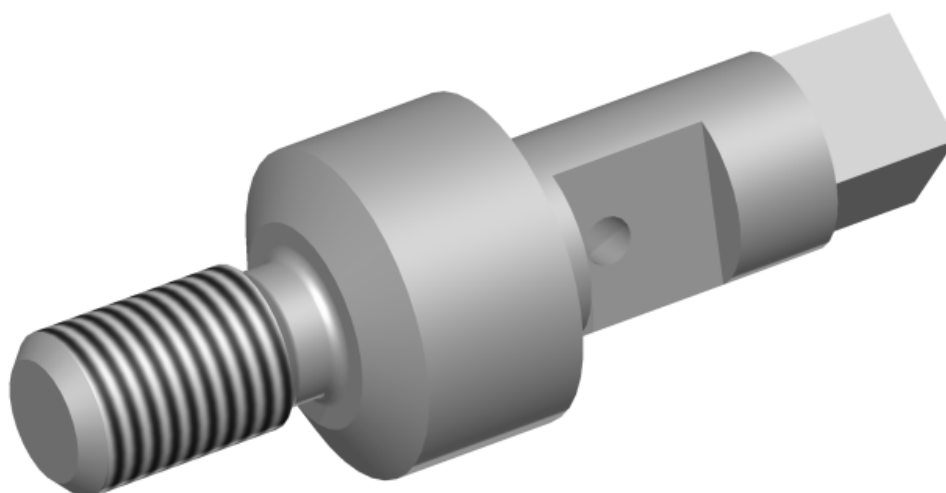


Рис. 3.2

### 3.1. Основание. Построение модели и выполнение чертежа

**Задача:** Требуется построить модель детали, затем выполнить чертеж. На чертеже должны быть три изображения (вид СПЕРЕДИ, вид СВЕРХУ и вид СЛЕВА), разрезы, сечения и размеры. Главное изображение оставить такое же, как в условии задачи (рис. 3.3). Заполнить основную надпись.

*Модель детали должна соответствовать следующему требованию: изменение одного или нескольких значений размерных зависимостей должно приводить к предсказуемым корректным изменениям формы модели детали.*

**Условие задачи:**

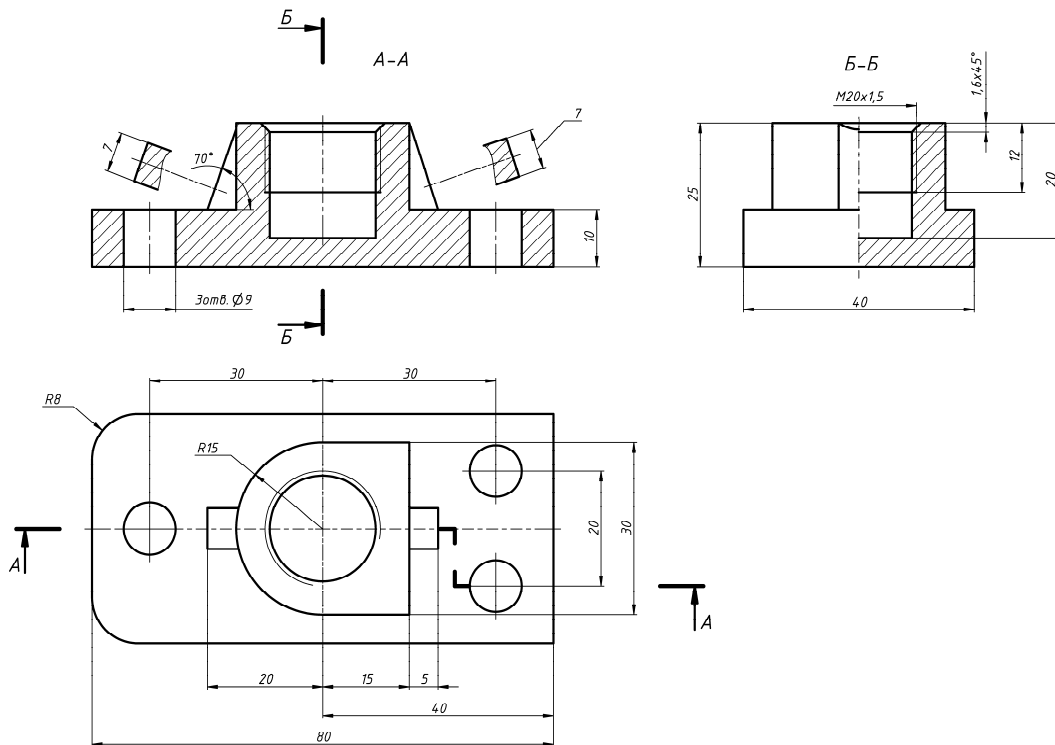


Рис. 3.3

#### Анализ данных и составление маршрута построения модели детали

При разбиении детали на элементы каждый из них может состоять из нескольких геометрических фигур, т.к. не всегда целесообразно делать более подробную детализацию. При этом наименование элемента может быть в некоторой степени произвольным.

##### 1. Определение элементов модели детали

- Призма – Основание (Основание с Сопряжениями, рис. 3.4).
- Призма – Цилиндр (состоит из Призмы и Цилиндра, рис. 3.5).
- Цилиндр (цилиндрическое отверстие с Резьбой и Фаской, рис. 3.6).
- Цилиндр – Отверстие (3 цилиндрических Отверстия, рис. 3.7).
- Ребро жесткости 1 (рис. 3.8).
- Ребро жесткости 2 (рис. 3.9).

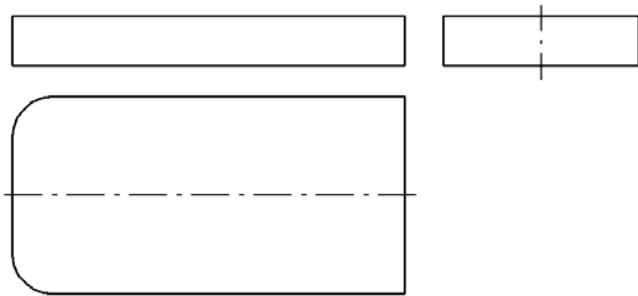


Рис. 3.4

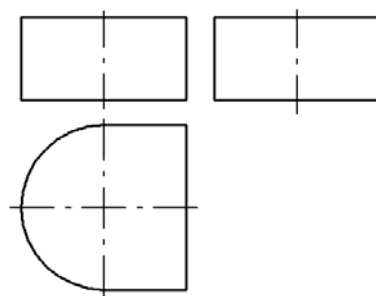


Рис. 3.5

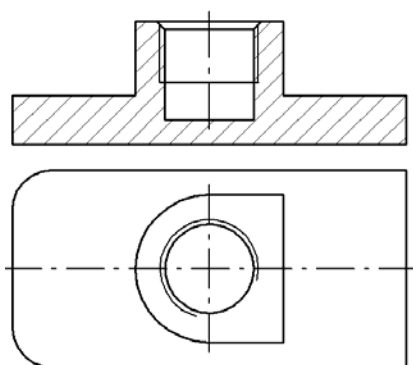


Рис. 3.6

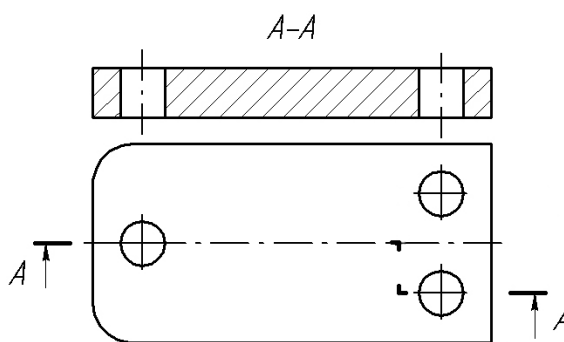


Рис. 3.7

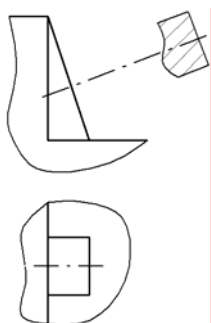


Рис. 3.8

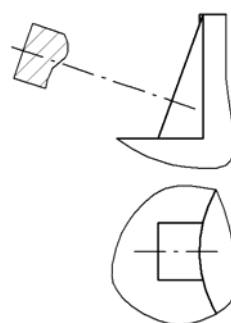


Рис. 3.9

## 2. Определение данных расположения элементов модели детали

### Призма – Основание

- Из условия задачи нижнее основание элемента «**Призма – Основание**» располагаем на плоскости  $XU$ .

### Призма – Цилиндр

- Нижнее основание элемента «**Призма – Цилиндр**» располагаем на верхнем основании элемента «**Призма – Основание**».

### Цилиндр

- Верхнее основание элемента «**Цилиндр**» совпадает с верхним основанием элемента «**Призма – Цилиндр**». Элемент «**Цилиндр**» проходит (образует глухое отверстие) через элементы «**Призма – Цилиндр**» и «**Призма – Основание**».

### Цилиндр – Отверстие

- Верхнее основание элемента «**Цилиндр – Отверстие**» располагаем на верхнем основании элемента «**Призма – Основание**». Элемент «**Цилиндр – Отверстие**» проходит (образует сквозное отверстие) через элемент «**Призма – Основание**».

### Ребро жесткости 1

- Нижнее основание элемента «**Ребро жесткости 1**» располагаем на верхнем основании элемента «**Призма – Основание**». Боковая грань элемента «**Ребро жесткости 1**» прилегает к боковой грани элемента «**Призма – Цилиндр**».
- Элемент «**Ребро жесткости 1**» располагаем вдоль *основной рабочей плоскости XZ*.

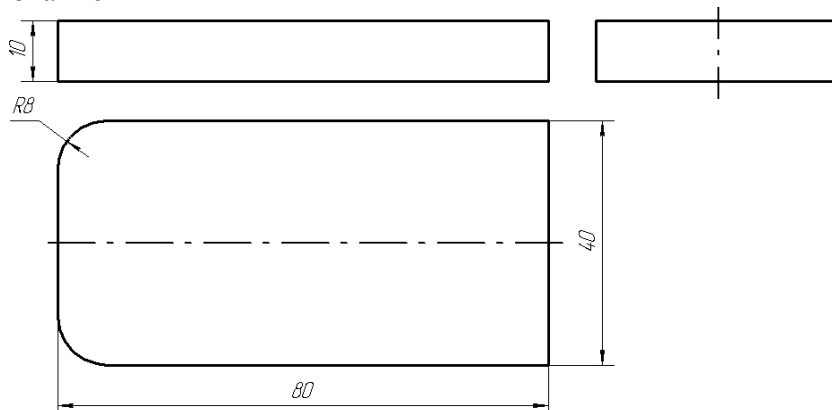
### Ребро жесткости 2

- Нижнее основание элемента «**Ребро жесткости 2**» располагаем на верхнем основании элемента «**Призма – Основание**». Боковая поверхность элемента «**Ребро жесткости 2**» прилегает к цилиндрической поверхности элемента «**Призма – Цилиндр**».
- Элемент «**Ребро жесткости 2**» располагаем вдоль *основной рабочей плоскости XZ*.

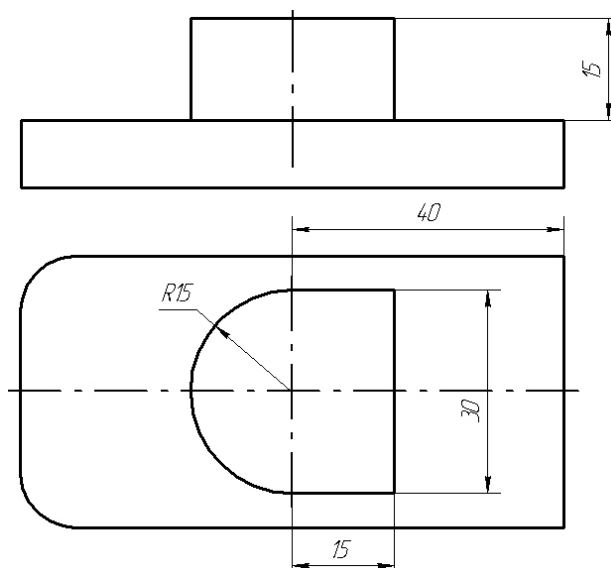
## 3. Определение размеров для моделирования элементов модели детали

Размеры формы и расположения элементов модели детали:

### Призма – Основание



### Призма – Цилиндр





#### 4. Выбор операций для построения элементов модели детали

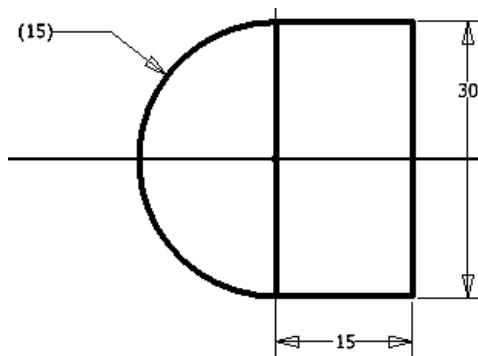
##### Призма – Основание

- Способ построения: **М1**.
- Операция: «**Выдавливание**».
- *Контур* нижнего основания элемента «**Призма – Основание**» располагаем на *основной рабочей плоскости XY*.



##### Призма – Цилиндр

- Способ построения: **М1**.
- Операция: «**Выдавливание**».
- *Контур* нижнего основания элемента «**Призма – Цилиндр**» располагаем на *рабочей плоскости*, совпадающей с верхним основанием элемента «**Призма – Основание**», параллельно *основной рабочей плоскости XY*.



##### Цилиндр

Для создания резьбы в отверстии необходимо применять конструкционную операцию «Отверстие». В операции «Отверстие» предлагается возможность построения фаски заданием диаметра большего основания фаски и угла наклона. Но чтобы избежать лишнего пересчета размеров фаски из условия задачи, воспользуемся конструкционной операцией «Фаска». Таким образом, в создании одного элемента модели детали применим две конструкционные операции.

- Операция: «**Отверстие**».
- *Контуром* для элемента «**Цилиндр**» является *примитив точка*, определяющий центр цилиндрического отверстия с резьбой.
- Операция: «**Фаска**»

- Достаточным условием для создания фаски является линия пересечения элемента «**Призма – Цилиндр**» и элемента «**Цилиндр**» (т.е. кромка глухого отверстия).

Все необходимые настройки элемента Цилиндр находятся в конструкционной операции «Отверстие».

Цилиндр – Отверстие

- Операция: «**Отверстие**».
- *Контуром* для элемента «**Цилиндр – Отверстие**» является примитив точка, определяющий центр элемента.

Ребро жесткости 1

Для построения элемента «**Ребро жесткости 1**» существует конструкционная операция «**Ребро жесткости**».

- Операция: «**Ребро жесткости**».
- *Контуром* является примитив «**Отрезок**» (рис. 3.10).

Ребро жесткости 2

- Операция: «**Ребро жесткости**».
- *Контуром* является примитив отрезок (рис. 3.11).

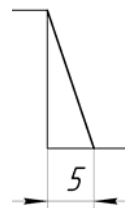


Рис. 3.10

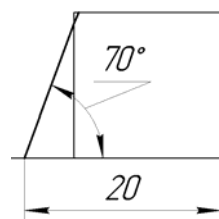


Рис. 3.11

## 5. Определение последовательности построения элементов модели детали

Последовательность:

- Призма – Основание.
- Призма – Цилиндр.
- Цилиндр.
- Цилиндр – Отверстие.
- Ребро жесткости 1.
- Ребро жесткости 2.

### Построение модели детали

#### 1. Построение элемента «Призма – Основание»

- Выбираем команду «**2D-эскиз**» и применяем ее к основной рабочей плоскости XY.
- Проецируем на основную рабочую плоскость XY основные рабочие оси X и Y.
- Создаем примитив прямоугольник.
- Задаем размерные зависимости.

- Зависимостью «Симметрия» выравниваем прямоугольник относительно проекций основных осей (рис. 3.12).
- ПрIMITив сопряжение применяем к соответствующим углам прямоугольника (рис. 3.13).
- Завершаем режим «Эскиз».
- Применяем базовую операцию «Выдавливание» к контуру. Выдавливаем на расстояние 10 мм.

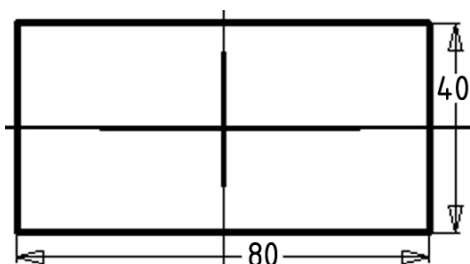


Рис. 3.12



Рис. 3.13

## 2. Построение элемента «Призма – Цилиндр»

- Применяем режим «Эскиз» к верхнему основанию элемента «Призма – Основание» и проецируем на рабочую плоскость верхнего основания основную рабочую ось X и основную рабочую точку.
- Создаем примитив прямоугольник.
- Задаем размерные зависимости.
- Зависимостью «Симметрия» выравниваем прямоугольник относительно проекции основной рабочей оси X.
- Зависимость «Совмещение» применяем к проекции основной рабочей точки и стороне прямоугольника (рис. 3.14).
- Создаем примитив дуга: 3 точки.
- Зависимость «Совмещение» применяем к концам дуги и соответствующим углам прямоугольника (рис. 3.15).
- Задаем размер дуги.
- Завершаем режим «Эскиз».
- Применяем базовую операцию «Выдавливание» к контуру. Выдавливаем на расстояние 15 мм.

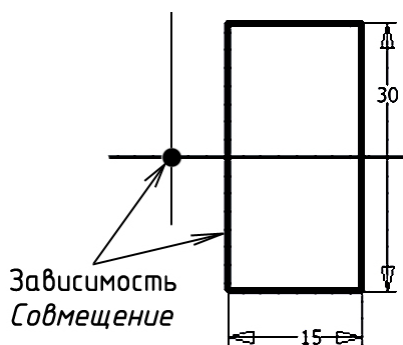


Рис. 3.14

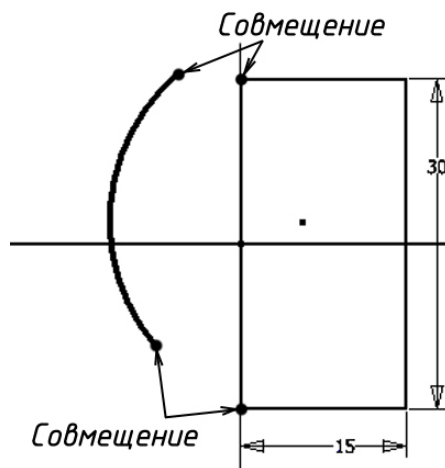


Рис. 3.15

### 3. Построение элемента «Цилиндр»

- Применяем режим «Эскиз» к верхнему основанию элемента «Призма – Цилиндр» и проецируем на рабочую плоскость верхнего основания основную рабочую точку.
- Завершаем режим «Эскиз».
- Из панели «Изменить» выбираем конструкционную операцию «Отверстие».
- В диалоговом окне «Отверстие» задаем параметры, как на рис. 3.16.
- Принимаем операцию «Отверстие».

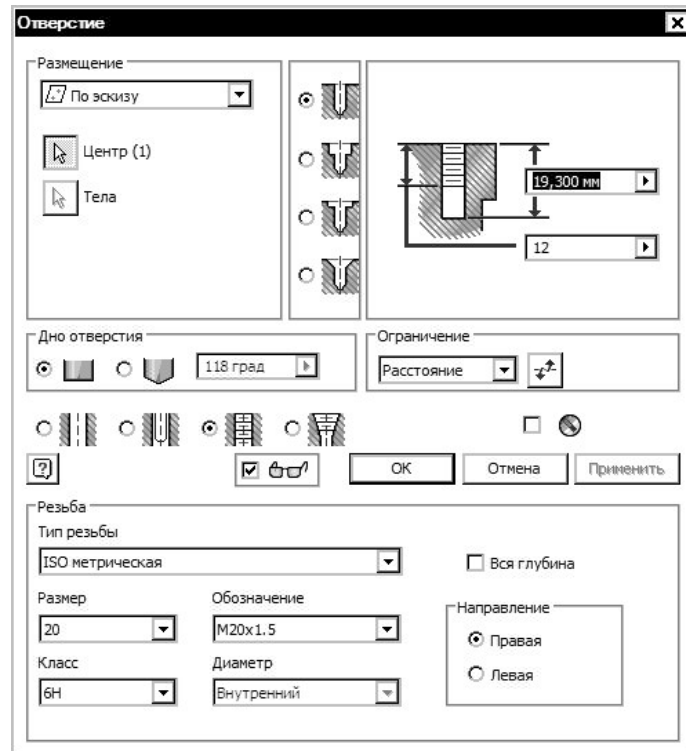


Рис. 3.16

- Из панели «Изменить» выбираем конструкционную операцию «Фаска». В качестве контура выбираем кромку отверстия.
- В диалоговом окне «Фаска» задаем параметры, как на рис. 3.17.
- Принимаем операцию «Фаска» (рис. 3.18).



Рис. 3.17

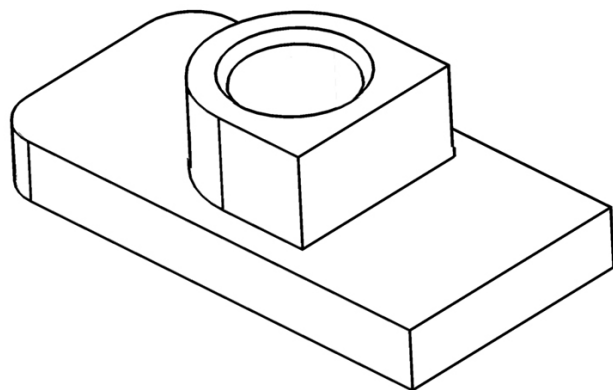


Рис. 3.18

#### 4. Построение элемента «Цилиндр – Отверстие»

- Применяем режим «Эскиз» к верхнему основанию элемента «Призма – Основание» и проецируем на рабочую плоскость верхнего основания основную рабочую точку и основную рабочую ось X.
- Командой «Точка» на рабочей плоскости верхнего основания элемента «Призма – Основание» создаем три точки.
- К точкам применяем зависимости, как показано на рис. 3.19.
- Задаем размерные зависимости, как на рис. 3.20.
- Завершаем режим «Эскиз».

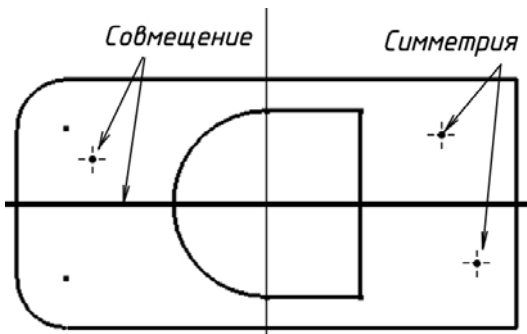


Рис. 3.19

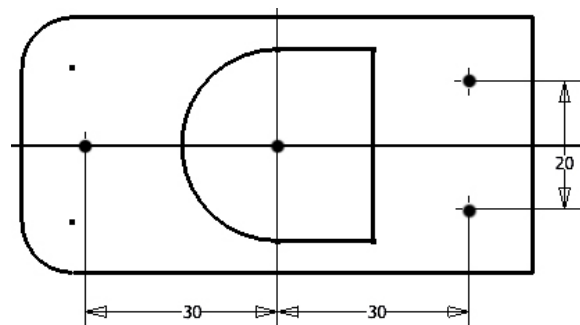


Рис. 3.20

- Выбираем конструкционную операцию «Отверстие».
- В диалоговом окне «Отверстие» задаем параметры, как на рис. 3.21. В группе «Геометрия» указываем последовательно точки центров отверстий.
- Принимаем операцию «Отверстие» (рис. 3.22).

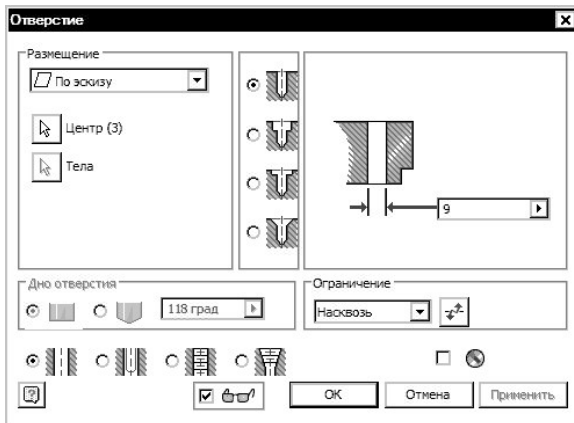


Рис. 3.21

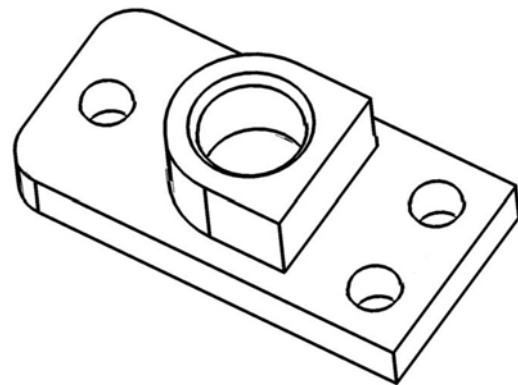


Рис. 3.22

#### 5. Построение элемента «Ребро жесткости 1»

- Применяем режим «Эскиз» к основной рабочей плоскости XZ.
- Проецируем на основную рабочую плоскость XZ ребра боковой грани элемента «Призма – Цилиндр» (рис. 3.23).
- Строим примитив отрезок.
- Накладываем зависимости, как показано на рис. 3.24.
- Ставим размерную зависимость (рис. 3.25).
- Завершаем режим «Эскиз».
- Из панели «Создать» выбираем конструкционную операцию «Ребро жесткости». В диалоговом окне «Ребро жесткости» задаем настройки как на рис. 3.26.
- Принимаем операцию «Ребро жесткости» (рис. 3.27).

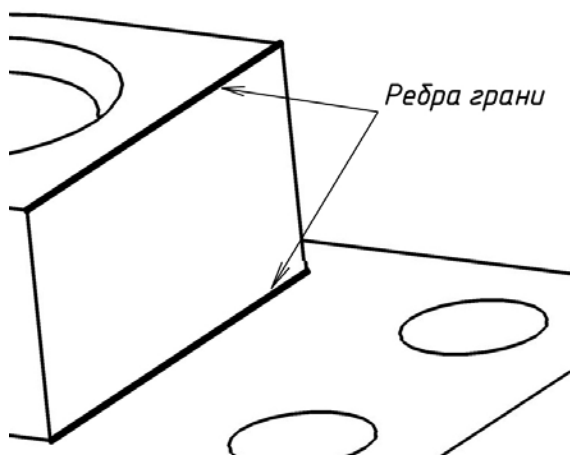


Рис. 3.23

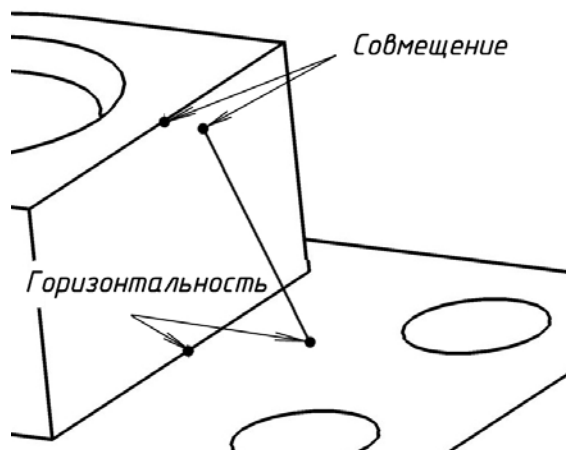


Рис. 3.24

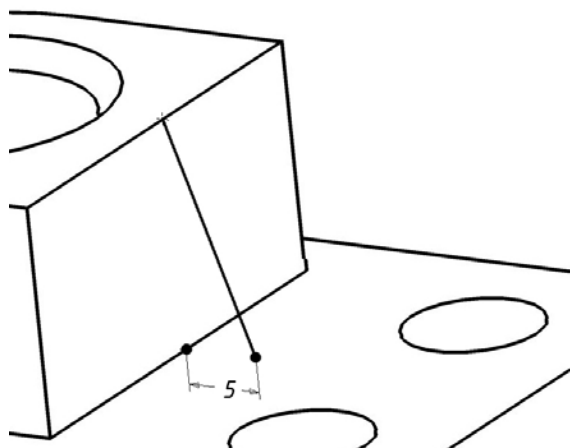


Рис. 3.25

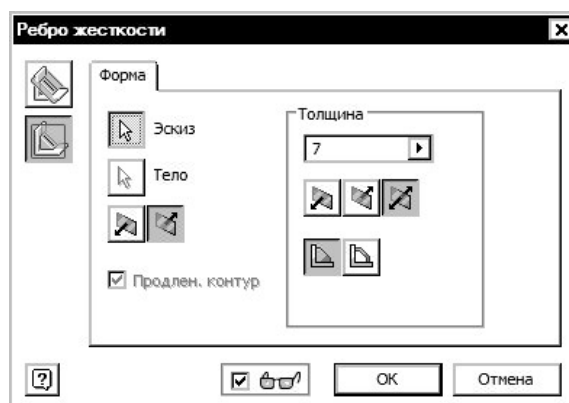


Рис. 3.26

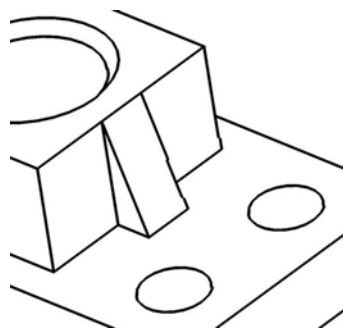


Рис. 3.27

## 6. Построение элемента «Ребро жесткости 2»

Боковая поверхность элемента «Ребро жесткости 2» прилегает к цилиндрической поверхности элемента «Призма – Цилиндр», поэтому необходимо сделать дополнительное построение из-за специфики пересечения элементов. При этом включим в дополнительное построение управление размерами элемента «Ребро жесткости 2».

- Применяем режим «Эскиз» к верхнему основанию элемента «Призма – Основание».
- Строим примитив прямоугольник.

Когда режим «Эскиз» применяется к граням элементов, то автоматически система создает проекцию грани на рабочей плоскости контура. Воспользуемся этим.

- Применяем зависимость «Совмещение» к углам прямоугольника и проекции элемента «Призма – Цилиндр» (рис. 3.28).
- Задаем размерные зависимости между стороной прямоугольника и центром дуги как на рис. 3.29.

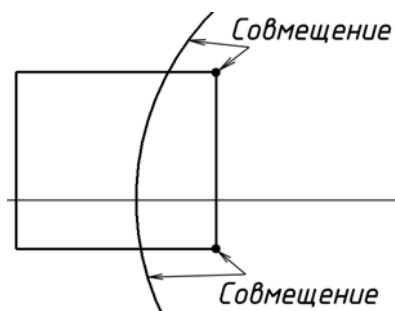


Рис. 3.28

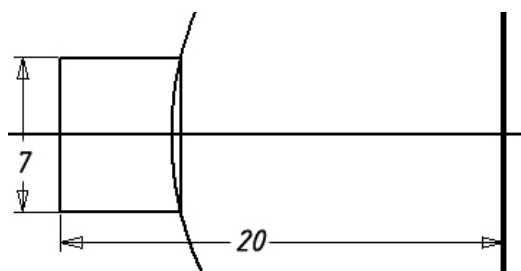


Рис. 3.29

- Завершаем режим «Эскиз».
- Из панели «Рабочие элементы» выбираем команду «Плоскость». Для построения рабочей плоскости используем сторону прямоугольника и основную рабочую плоскость XZ, угол наклона ставим 0 (рис. 3.30).
- Выбираем команду «Точка». Для ее построения указываем рабочую плоскость и ребро верхнего основания элемента «Призма – Цилиндр» (рис. 3.31).
- К рабочей плоскости применяем режим «Эскиз».

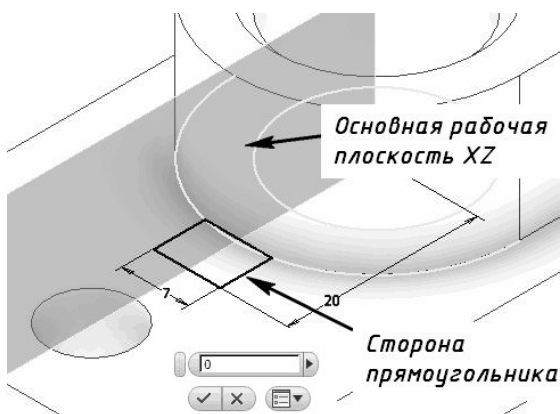


Рис. 3.30

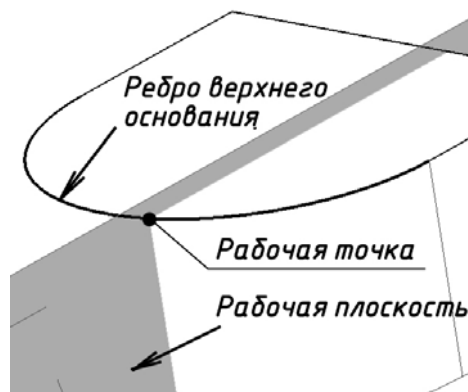


Рис. 3.31

- На рабочую плоскость проецируем сторону прямоугольника и рабочую точку (рис. 3.32).

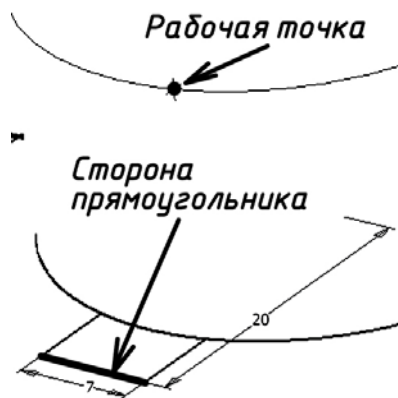


Рис. 3.32

- Строим *примитив отрезок*.
- Зависимостью «**Совмещение**» связываем *отрезок* с проекциями стороны прямоугольника и рабочей точки.
- Завершаем режим «**Эскиз**».
- Выбираем *конструкционную операцию «Ребро жесткости»*. В диалоговом окне «**Ребро жесткости**» задаем соответствующие настройки, в группе «**Толщина**» указываем на размерную линию стороны *прямоугольника* равную 7 мм.
- Применяем *конструкционную операцию «Ребро жесткости»* (рис. 3.33).

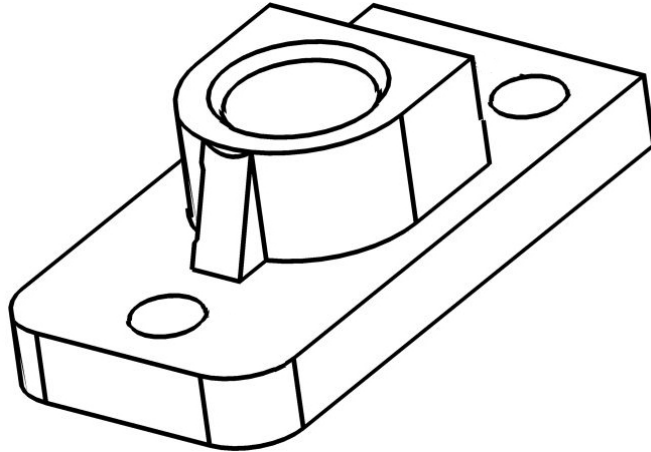


Рис. 3.33

Сохраняем файл с моделью детали.

### Выполнение чертежа детали

#### 1. Выбор формата листа и масштаба чертежа

- Открываем *файл-шаблон чертежа «ГОСТ.idw»*.

*Исходя из габаритных размеров детали, количества изображений, выбираем формат листа для чертежа А3 с горизонтальной ориентацией, а масштаб чертежа 2:1.*

- Включаем поддержку ЕСКД.
- Командой «**Формат**» делаем необходимые настройки.

#### 2. Создание базового вида (первого изображения на листе)

*Поскольку на месте вида СПЕРЕДИ предполагается полный разрез, то за базовый вид целесообразно выбрать вид СВЕРХУ. Это позволит в дальнейшем меньшим количеством построений выполнить чертеж.*

- Выбираем команду «**Базовый**». В диалоговом окне «**Вид чертежа**» в группе «**Направление**» выбираем «**Системный вид СПЕРЕДИ**» (рис. 3.34).

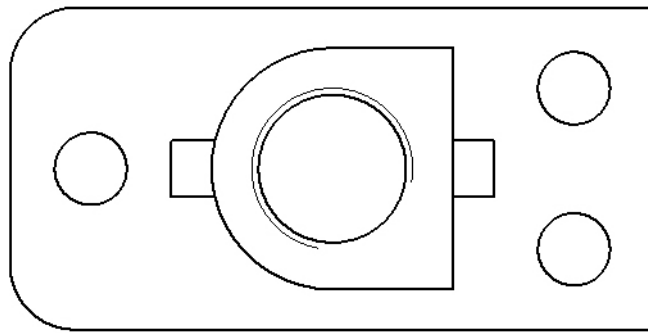


Рис. 3.34

### 3. Выполнение разрезов и сечений

- Выбираем команду «Сечение».
- На *виде СВЕРХУ* задаем положение секущей плоскости разреза (рис. 3.35).

Таким образом, получен разрез на месте вида СПЕРЕДИ. Но в разрезе система заштриховала ребра жесткости. Сделаем несколько построений для устранения этого недостатка.

- На полученном разрезе скрываем штриховку и применяем режим «Эскиз».
- Проецируем в режиме «Эскиз» геометрию с изображения разреза, как показано на рис. 3.36.

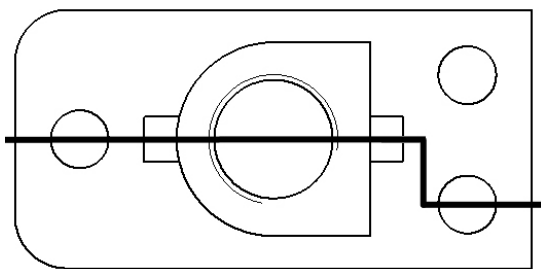


Рис. 3.35

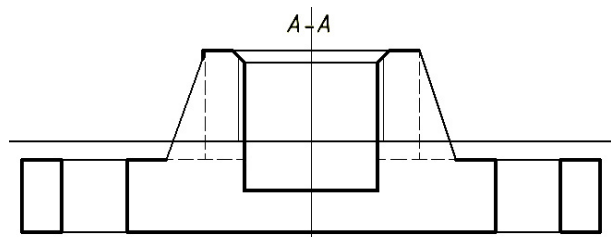


Рис. 3.36

Поскольку в режиме «Эскиз» возможно построить штриховку только внутри замкнутого контура, то требуется замкнуть все необходимые контуры.

- ПрIMITИВом отрезок достраиваем контур (рис. 3.37).
- Выбираем команду «Штриховка», применяем команду к замкнутым контурам (рис. 3.38).
- Завершаем режим «Эскиз».

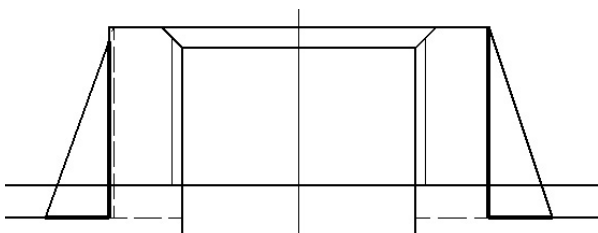


Рис. 3.37

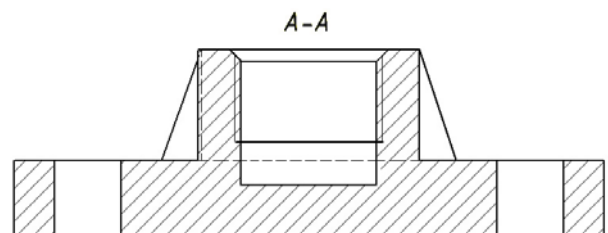


Рис. 3.38

Для выполнения разреза на месте вида СЛЕВА, необходимо создать проекционный вид относительно вида СПЕРЕДИ. Затем соединить в одном изображении половину вида с половиной разреза на месте вида СЛЕВА.

- Выбираем команду «**Проекционный**». Относительно **вида СПЕРЕДИ** ставим **вид СЛЕВА** (рис. 3.39).
- Соединяем в одном изображении половину вида с половиной разреза на месте **вида СЛЕВА** (рис. 3.40).
- Достаиваем осевые линии на *чертеже*.
- Выключаем видимость слоев содержащих невидимые линии.

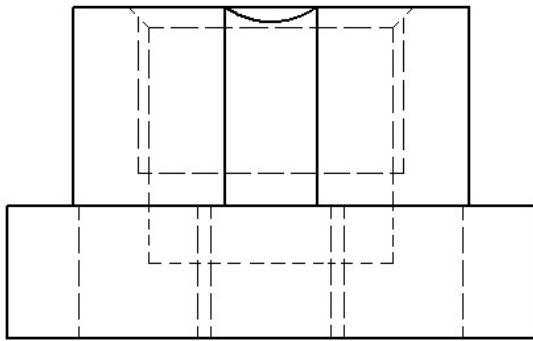


Рис. 3.39

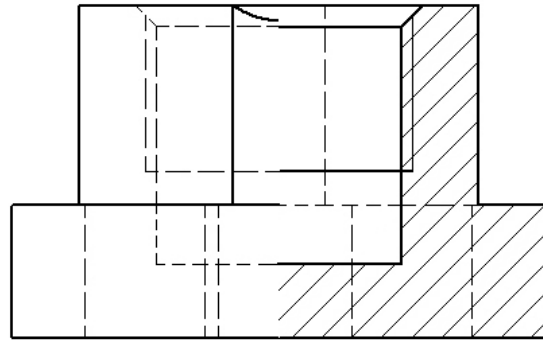


Рис. 3.40

Для выполнения вынесенных сечений ребер жесткости в системе имеется необходимый инструментарий, но в данном случае сложность выполнения построенной неоправдана. Поэтому воспользуемся режимом «Эскиз» и вычертим сечения вручную.

- К **виду СПЕРЕДИ** применяем режим «Эскиз» и проецируем линию ребра жесткости.
- Строим *отрезок* и накладываем зависимость «**Перпендикулярность**» (рис. 3.41).
- *Отрезок* перемещаем в слой «**Осевая линия (ГОСТ)**» и в свойствах *отрезка* в группе «**Тип линии**» выбираем «**Осевая**».
- Командой «**Прямоугольник: три точки**» строим примитив *прямоугольник*, на одну из его сторон и осевую линию накладываем зависимость «**Перпендикулярность**» (рис. 3.42).
- На две стороны *прямоугольника* и осевую линию накладываем зависимость «**Симметрия**», удаляем одну сторону *прямоугольника* и ставим *размерную зависимость* (рис. 3.43).

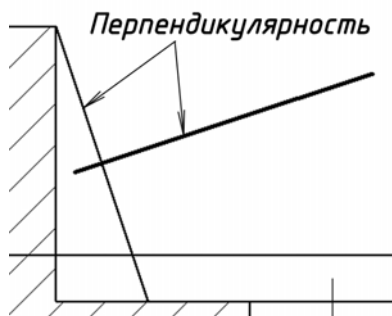


Рис. 3.41

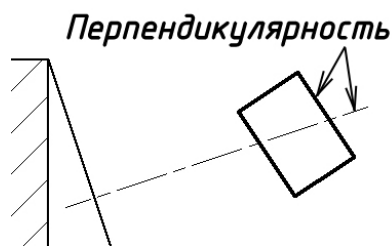


Рис. 3.42

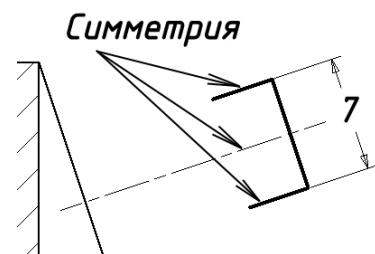


Рис. 3.43

- Командой «**Слайн**» строим *отрезок* кривой линии (рис. 3.44).
- *Отрезок* кривой линии перемещаем в слой «**Видимые тонкие (ГОСТ)**».
- Применяем команду «**Штриховка**» к замкнутому контуру.

- Завершаем режим «Эскиз» (рис. 3.45).

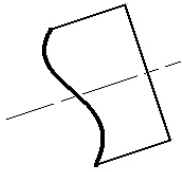


рис. 3.44

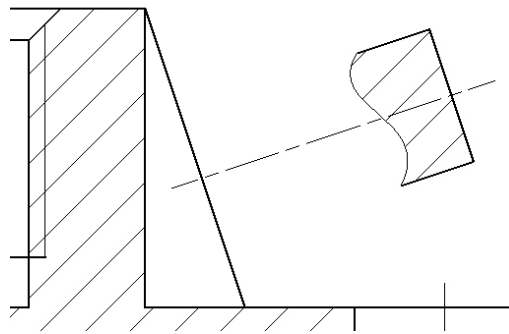


Рис. 3.45

*Аналогично достраиваем сечение для второго ребра жесткости.*

- Строим второе сечение.

*Примечание. Переместим окружность фаски на виде СВЕРХУ в слой «Невидимые линии (ГОСТ)».*

#### **4. Нанесение элементов оформления и простановка размеров**

- Проставляем размеры на чертеже.

#### **5. Заполнение основной надписи**

- Заполняем основную надпись.

Сохраняем файл с чертежом детали.

*На этом этапе задача выполнения чертежа считается завершенной.*

## 3.2. Вал. Построение модели и выполнение чертежа

**Задача:** Требуется построить модель детали, затем выполнить чертеж. На чертеже должны быть: главное изображение (вид СПЕРЕДИ), местный разрез, два сечения, выносной элемент и размеры. Главное изображение оставить такое же, как в условии задачи (рис. 3.46). Заполнить основную надпись.

*Модель детали должна соответствовать следующему требованию: изменение одного или нескольких значений размерных зависимостей должно приводить к предсказуемым корректным изменениям формы модели детали.*

**Условие задачи:**

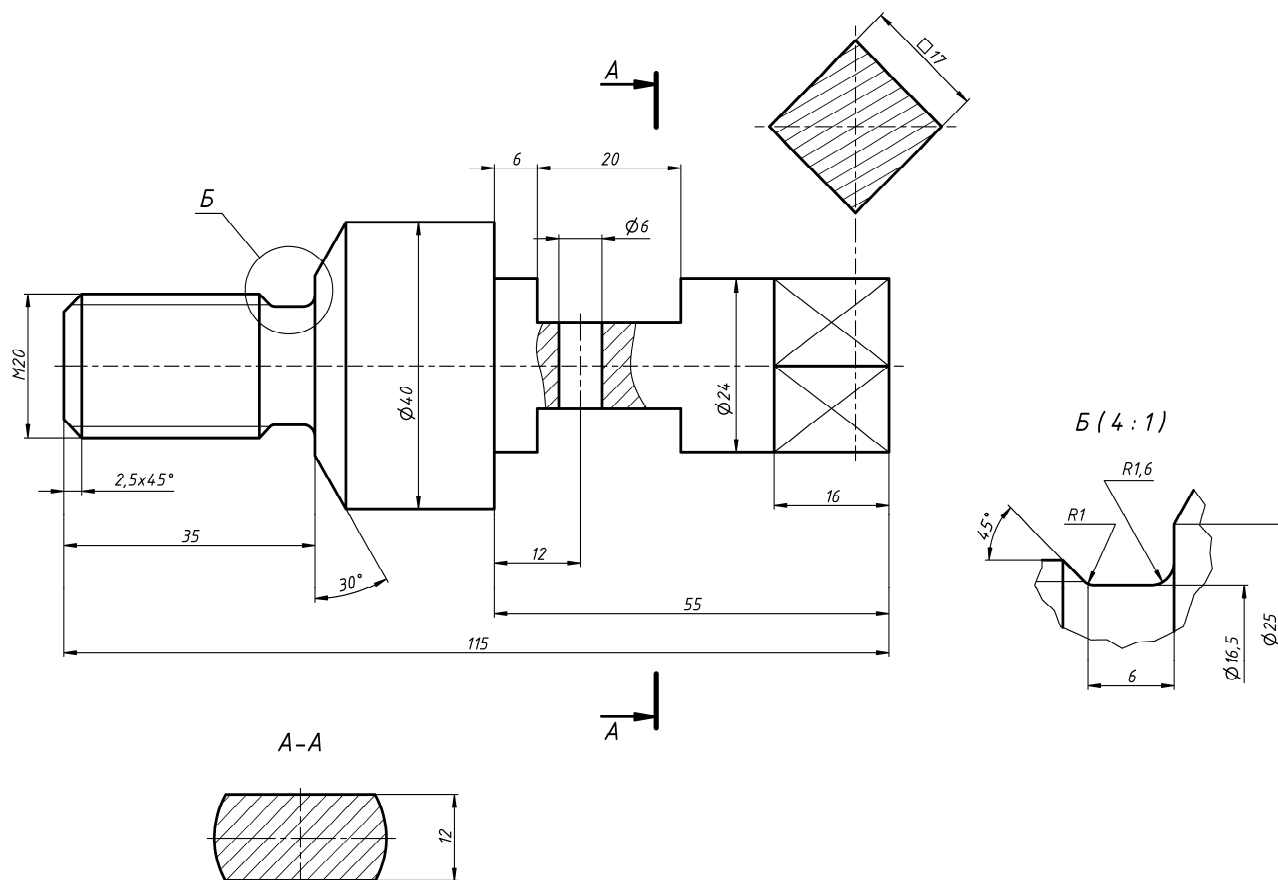


Рис. 3.46

### Анализ данных и составление маршрута построения модели детали

#### 1. Определение элементов модели детали

- Тело вращения (рис. 3.47).
- Хвостовик (рис. 3.48).
- Лыска (рис. 3.49).
- Отверстие (цилиндрическое).
- Наружная резьба.
- Фаска.
- Сопряжение 1 (рис. 3.50).
- Сопряжение 2 (рис. 3.50).

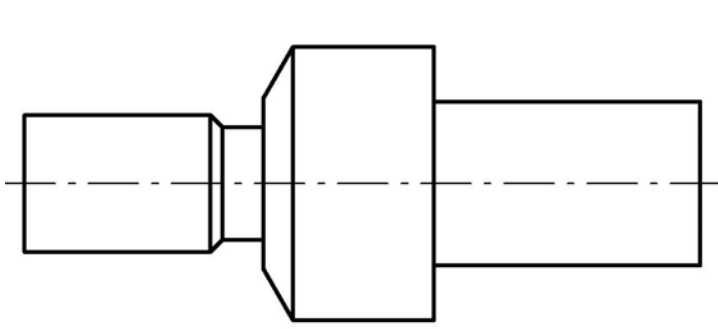


Рис. 3.47

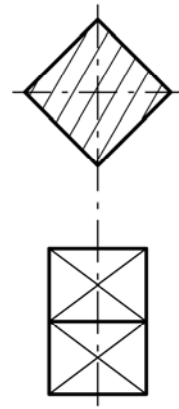


Рис. 3.48

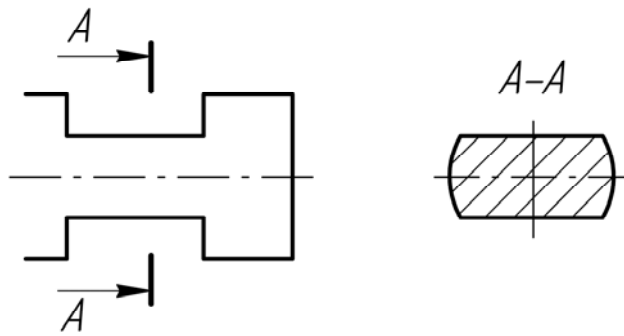


Рис. 3.49

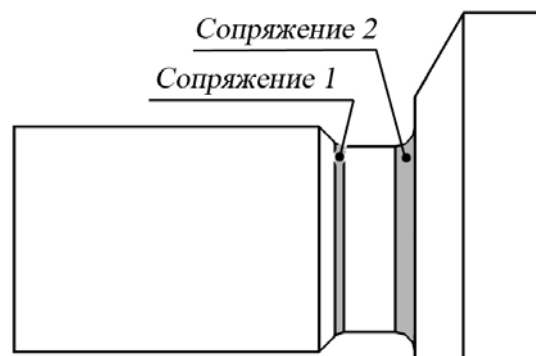
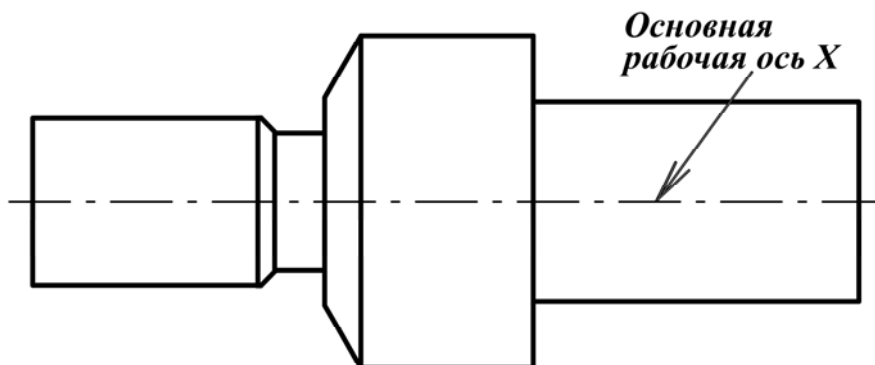


Рис. 3.50

## 2. Определение данных расположения элементов модели детали

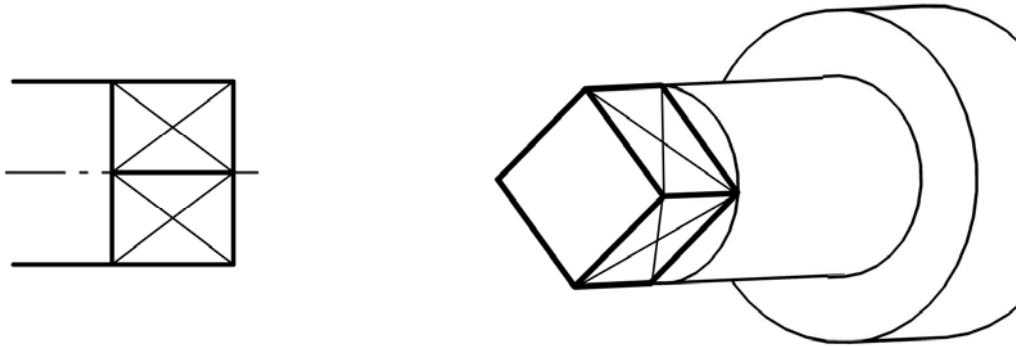
Тело вращения

*Осью вращения элемента «Тело вращения» выбираем основную рабочую ось X.*



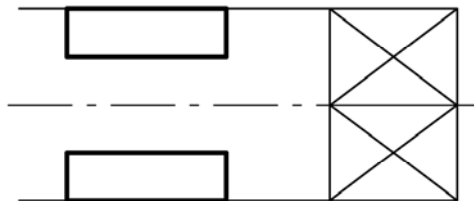
### Хвостовик

- Основание элемента «Хвостовик» (квадрат) располагаем на правом торце элемента «Тело вращения».



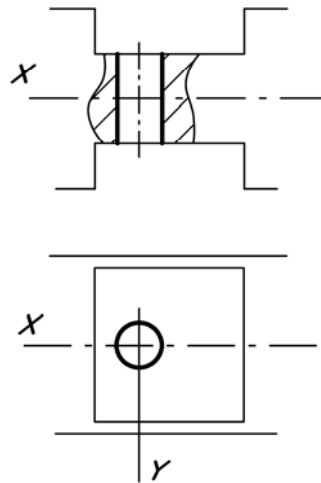
### Лыска

- Основание элемента «Лыска» (два прямоугольника) располагаем на основной рабочей плоскости XZ.



### Отверстие

- Основание элемента «Отверстие» располагаем на основной рабочей плоскости XY.



### Наружная резьба

Из условия задачи элемент «Наружная резьба» располагаем на цилиндрической поверхности диаметром 20 мм.

### Фаска

По условию задачи фаской оформляем резьбу M20.

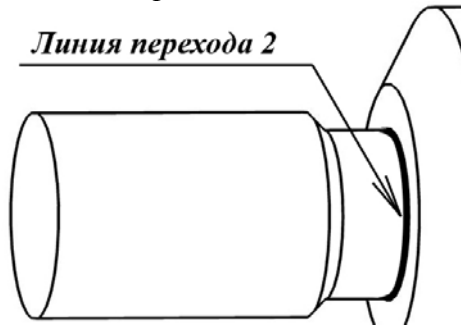
### Сопряжение 1

Из условия задачи элемент «Сопряжение 1» располагаем на линии перехода 1 между конической поверхностью и цилиндрической поверхностью  $\varnothing 16.5$  элемента «Тело вращения».



### Сопряжение 2

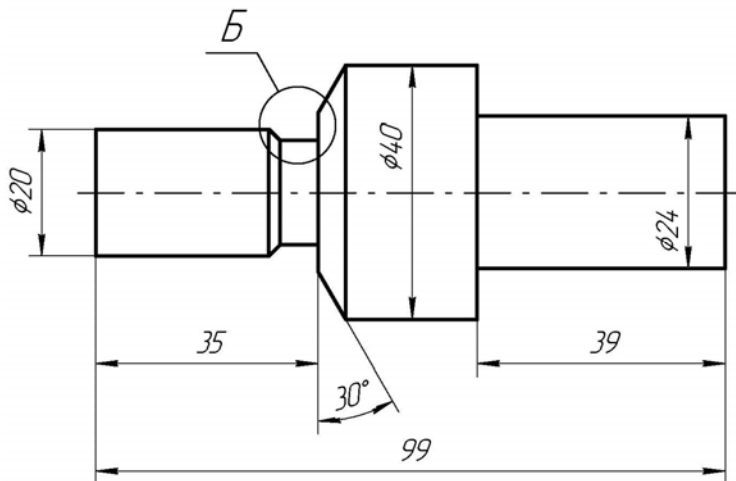
Из условия задачи элемент «Сопряжение 2» располагаем на линии перехода 2 между торцом и цилиндрической поверхностью  $\varnothing 16,5$  элемента «Тело вращения».



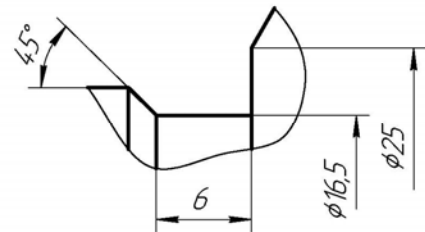
### 3. Определение размеров для моделирования элементов модели детали

Размеры формы и расположения элементов модели детали:

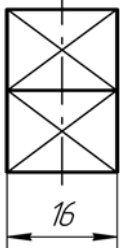
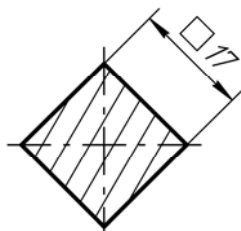
Тело вращения



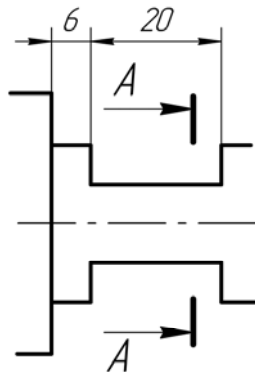
Б (увеличено)



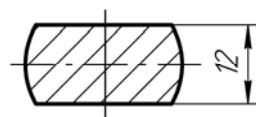
Хвостовик



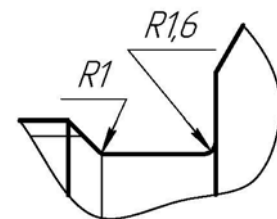
Лыска

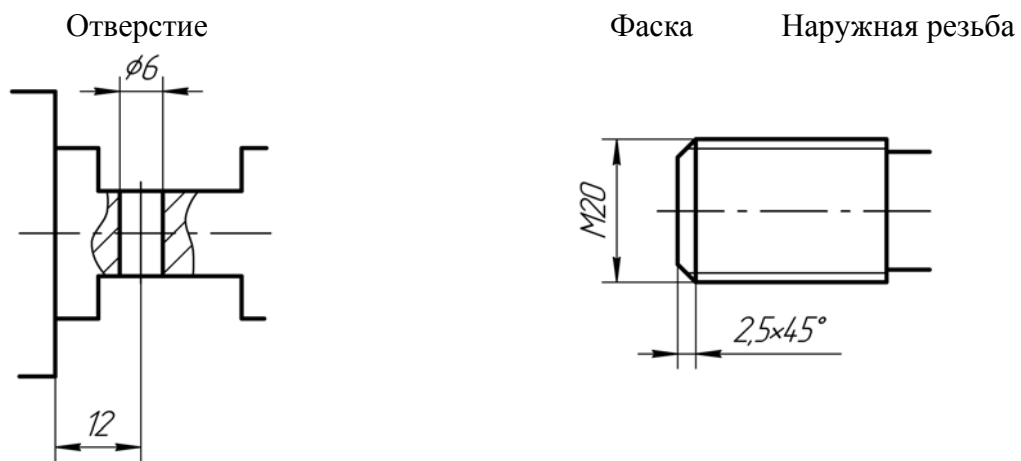


A-A



Сопряжение 1  
Сопряжение 2

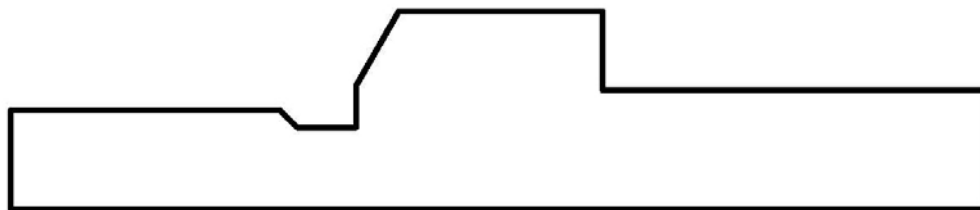




#### 4. Выбор операций для построения элементов модели детали

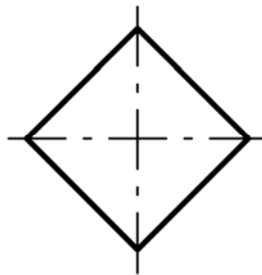
Тело вращения

- Способ построения: **M2**.
- Операция: «**Вращение**».
- *Контур элемента «Тело вращения» располагаем на основной рабочей плоскости XY.*



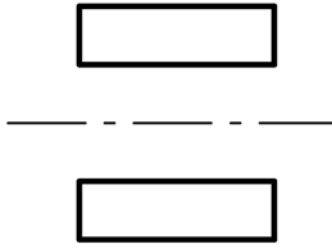
Хвостовик

- Способ построения: **M1**.
- Операция: «**Выдавливание**».
- *Контуром основания элемента «Хвостовик» является квадрат.*



Лыска

- Способ построения: **M1**.
- Операция: «**Выдавливание**».
- *Контуром элемента «Лыска» являются прямоугольники, расположенные на основной рабочей плоскости XZ.*



#### Отверстие

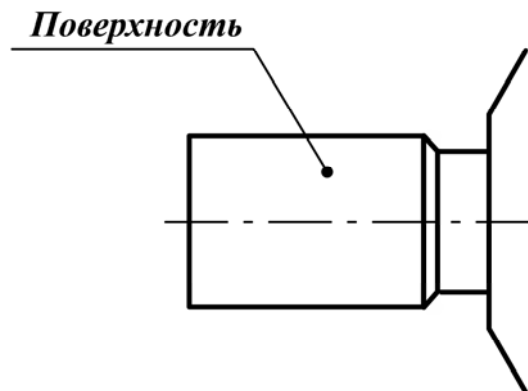
- Способ построения: **М1**.
- *Операция: «Выдавливание».*
- *Контуром элемента «Отверстие» является окружность, расположенная на основной рабочей плоскости XY.*



#### Наружная резьба

- *Операция: «Резьба».*

*Построение элемента «Наружная резьба» выполним конструкционной операцией «Резьба», для которой не требуется контур. При этом необходимо указать поверхность для нанесения резьбы.*



#### Фаска

- *Операция: «Фаска» (конструкционная операция).*

#### Сопряжение 1, Сопряжение 2

- *Операция: «Сопряжение» (конструкционная операция).*

### 5. Определение последовательности построения элементов модели детали

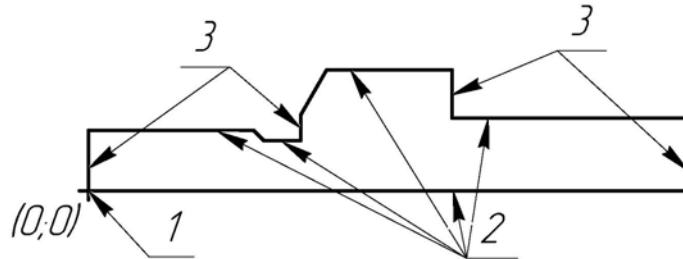
Последовательность:

- Тело вращения.
- Хвостовик.
- Лыска.
- Отверстие.
- Наружная резьба.
- Фаска.
- Сопряжение 1.
- Сопряжение 2.

## Построение модели детали

### 1. Построение элемента «Тело вращения»

- В режиме «Эскиз» командой «Отрезок» строим замкнутую ломаную линию, начальную точку первого отрезка располагаем в начале координат (0, 0).
- Накладываем зависимости, которые указаны на рис. 3.51.



Зависимости: 1 – «Фиксация»  
2 – «Горизонтальность»  
3 – «Вертикальность»

Рис. 3.51

Для исключения пересчета диаметров в радиусы при простановке размеров присвоим отрезку, вокруг которого будет производиться вращение контура, значение «Ось».

- Выделяем отрезок, в панели «Формат» выбираем команду «Осевая линия» (рис. 3.52).
- Ставим размерные зависимости (рис. 3.53).
- Завершаем режим «Эскиз».
- Применяем базовую операцию «Вращение» к контуру (рис. 3.54).

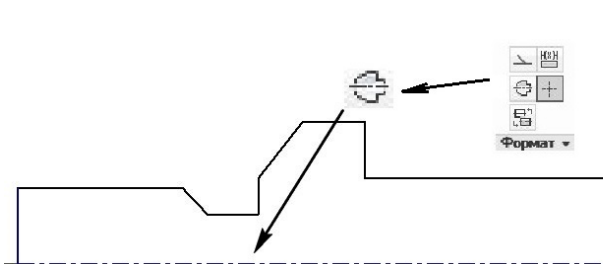


Рис. 3.52

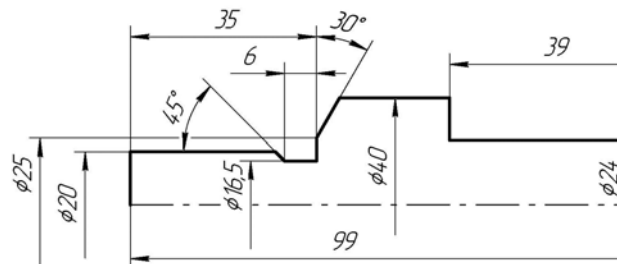


Рис. 3.53

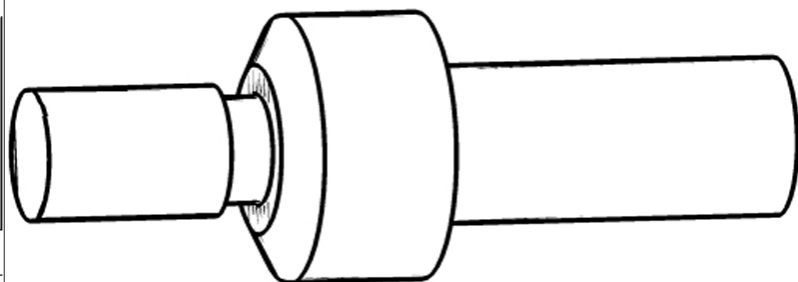
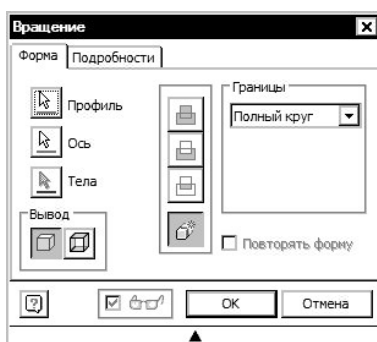


Рис. 3.54

## 2. Построение элемента «Хвостовик»

- Применяем режим «Эскиз» к торцу элемента «Тело вращения» (рис. 3.55).

*Торец элемента Тело вращения*

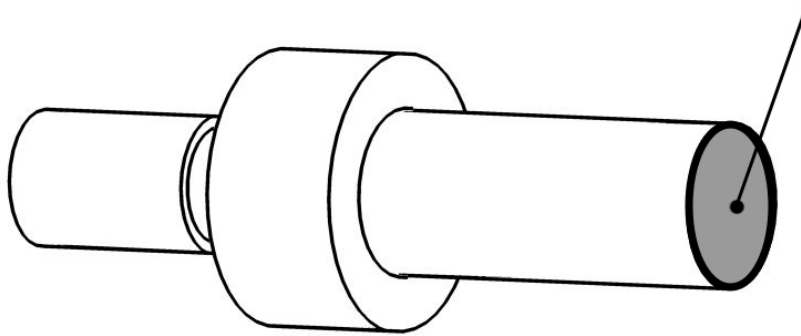


Рис. 3.55

- Строим командой «Многоугольник» примитив квадрат (рис. 3.56).
- Накладываем зависимости (рис. 3.57).
- Завершаем режим «Эскиз».
- Применяем базовую операцию «Выдавливание» к контуру (рис. 3.58).

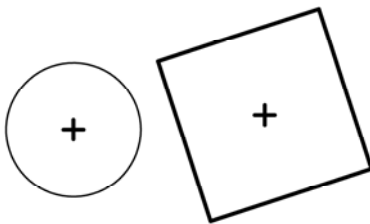
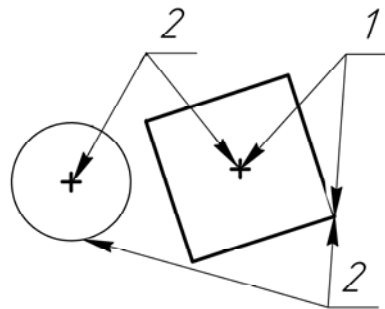


Рис. 3.56



*Зависимости: 1 – «Горизонтальность»  
2 – «Совмещение»*

Рис. 3.57

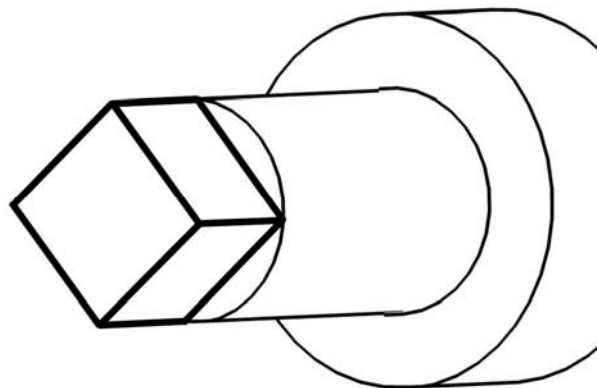
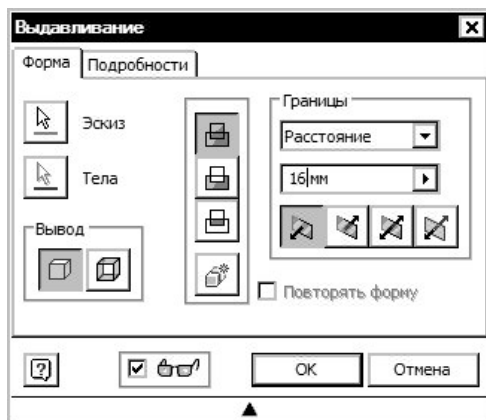


Рис. 3.58

## 3. Построение элемента «Лыска»

- Применяем режим «Эскиз» на основную рабочую плоскость XZ.
- Из панели «Создать» выбираем команду «Проецировать геометрию».

Командой «Проецировать геометрию» получено сечение модели детали в основной рабочей плоскости XZ, необходимое в дальнейшем для наложения зависимостей и простановки размеров.

- Командой «Прямоугольник: 2 точки» строим два прямоугольника (рис. 3.59).
- Накладываем зависимости, как показано на рис. 3.60.

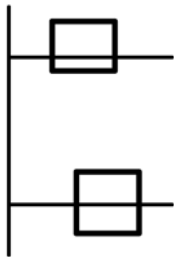


Рис. 3.59

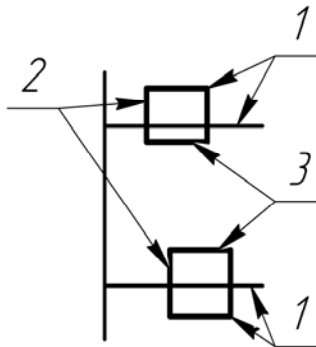


Рис. 3.60

Зависимости:  
1 – «Совмещение»  
2 – «Вертикальность»  
3 – «Равенство»

- Ставим *размерные зависимости* (рис. 3.61).
- Завершаем режим «Эскиз».
- Применяем базовую операцию «Выдавливание» к контуру (рис. 3.62).

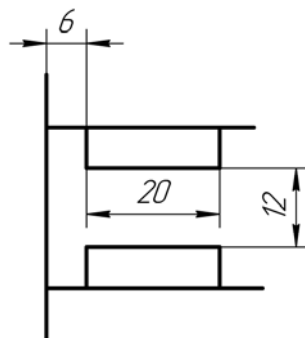


Рис. 3.61

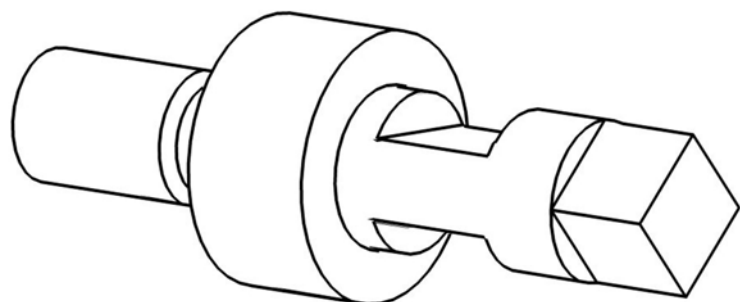
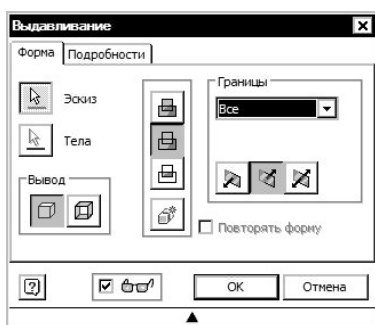


Рис. 3.62

#### 4. Построение элемента «Отверстие»

- Применяем режим «Эскиз» на основную рабочую плоскость XY, проецируем на неё основную рабочую ось X и торец элемента «Тело вращения» (рис. 3.63).
- Строим окружность (рис. 3.64).

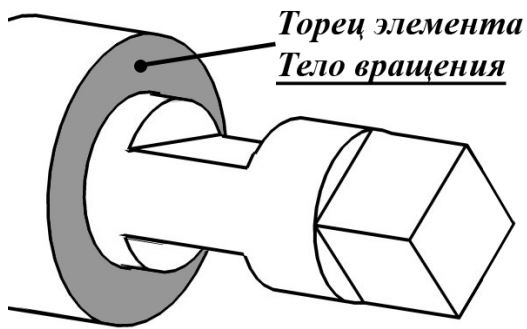


Рис. 3.63

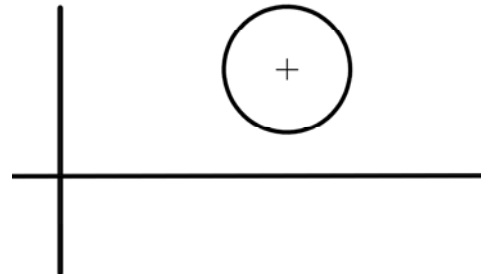


Рис. 3.64

- Накладываем зависимости (рис. 3.65).
- Ставим *размерные зависимости* (рис. 3.66).
- Завершаем режим «Эскиз».
- Применяем базовую операцию «Выдавливание» (рис. 3.67).

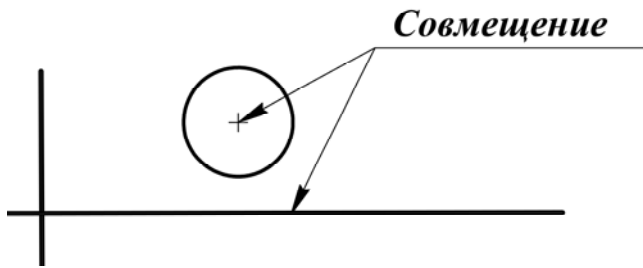


Рис. 3.65

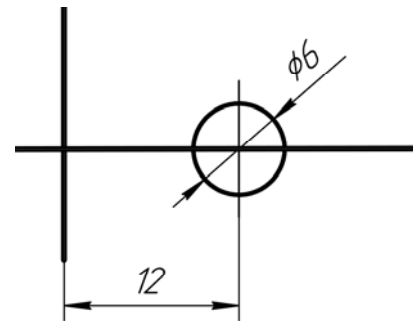


Рис. 3.66

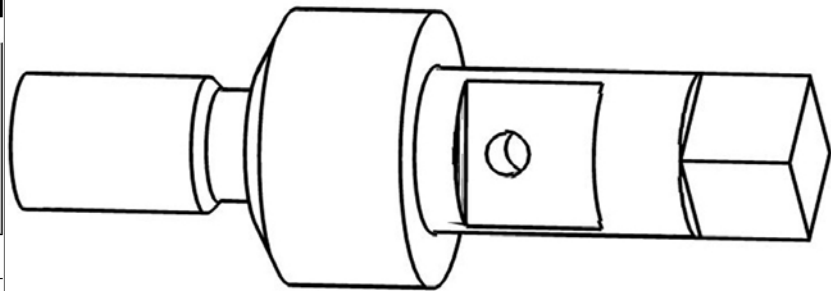
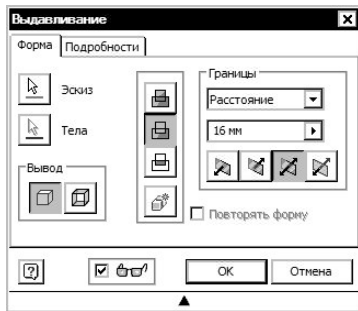


Рис. 3.67

### 5. Построение элемента «Наружная резьба»

- В режиме «Модель» выбираем *конструкционную операцию «Резьба»* и применяем ее к поверхности элемента «Тело вращения» (рис. 3.68).

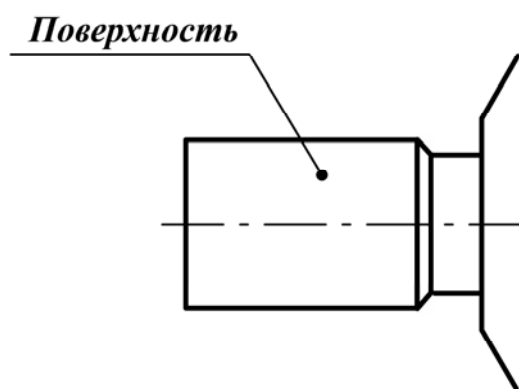
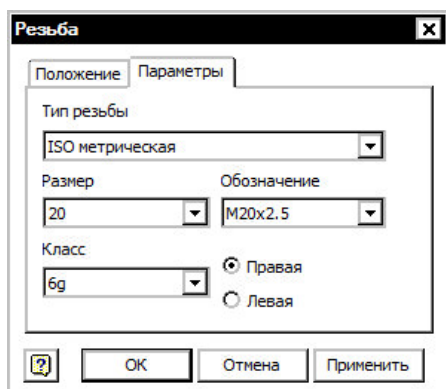


Рис. 3.68

## 6. Построение элемента «Фаска»

- В режиме «Модель» выбираем *конструкционную операцию «Фаска»* и применяем ее к кромке торца элемента «Тело вращения» (рис. 3.69).

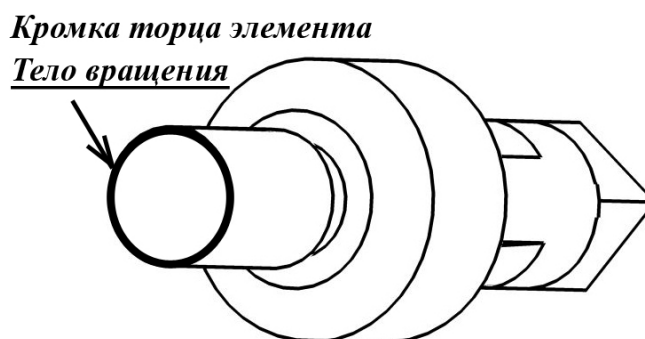
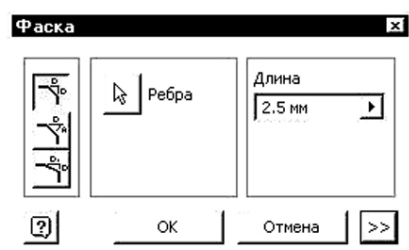


Рис. 3.69

## 7. Построение элемента «Сопряжение 1»

- В режиме «Модель» выбираем *конструкционную операцию «Сопряжение»* и применяем ее к линии перехода элемента «Тело вращения» (рис. 3.70).

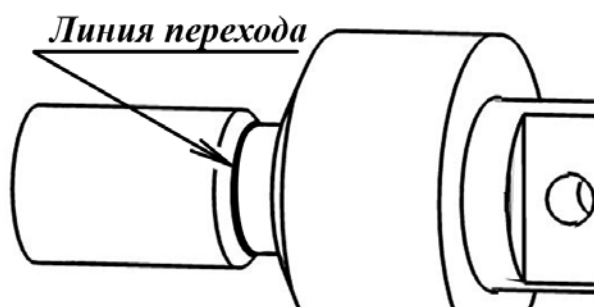
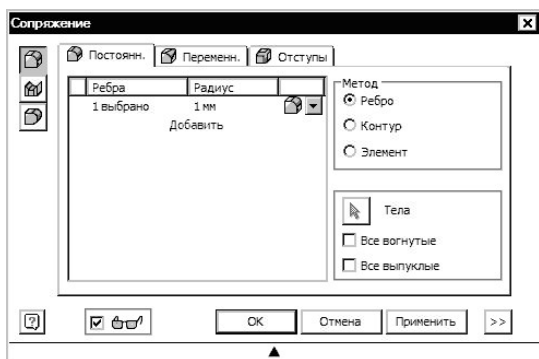


Рис. 3.70

## 8. Построение элемента «Сопряжение 2»

- Аналогично выбираем *конструкционную операцию «Сопряжение»* и применяем ее к линии перехода элемента «Тело вращения» (рис. 3.71).

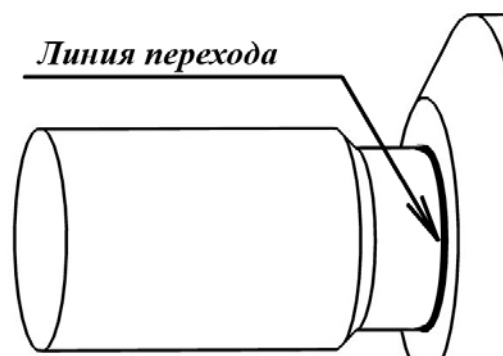
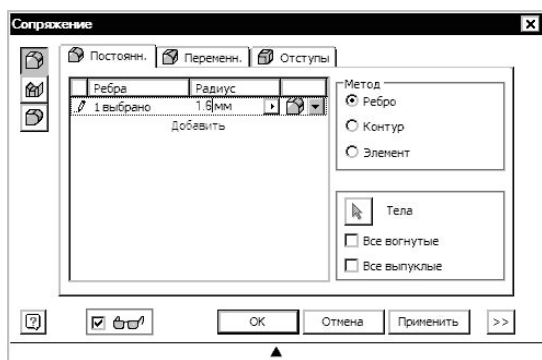
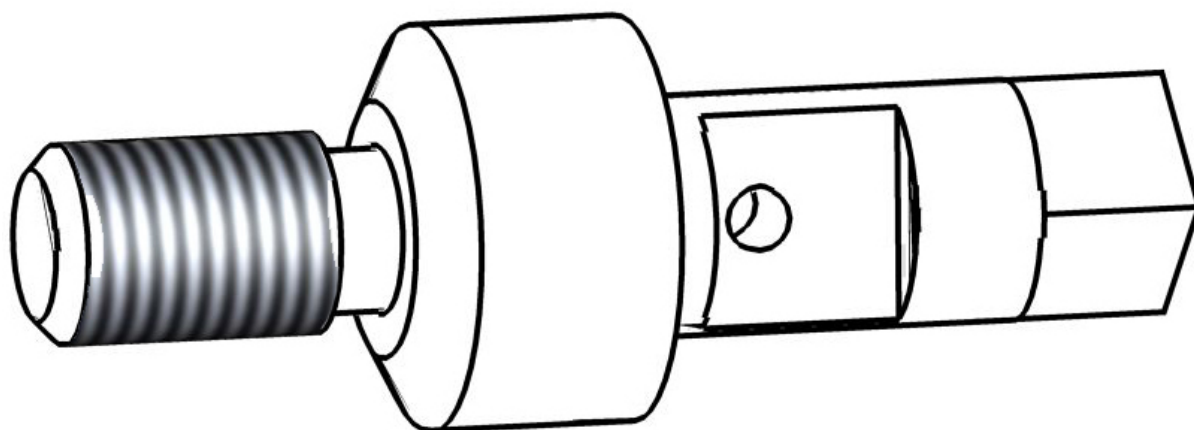


Рис. 3.71



Сохраняем файл с моделью детали.

### Выполнение чертежа детали

#### 1. Выбор формата листа и масштаба чертежа

- Открываем *файл-шаблон чертежа «ГОСТ.idw»*.

*Исходя из габаритных размеров детали, количества изображений, выбираем формат листа для чертежа А3 с горизонтальной ориентацией, а масштаб чертежа 2:1.*

- Включаем поддержку ЕСКД.
- Командой **«Формат»** делаем необходимые настройки.

#### 2. Создание базового вида (первого изображения на листе)

*Предполагается одно изображение – главное (на плоскость, параллельную оси поверхности).*

- Выбираем команду **«Базовый»**. В диалоговом окне **«Вид чертежа»** в группе **«Направление»** выбираем **«Системный вид СВЕРХУ»** (рис. 3.72).

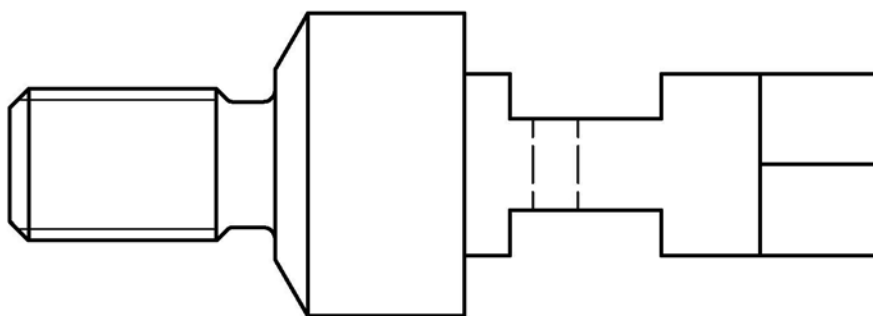


Рис. 3.72

### 3. Выполнение разрезов и сечений

На чертеже присутствует только одно изображение детали. Для создания местного разреза при помощи команды «Местный разрез» необходимо два изображения. Поэтому создадим сначала сечение.

- Выбираем команду «Сечение», располагаем секущую плоскость, как показано на рис. 3.73.
- Задаем необходимые настройки в диалоговом окне «Сечение».

Таким образом, создано сечение в проекционной связи с главным изображением (рис. 3.74). По условию задачи снимем данную связь с изображением сечения и расположим его в любом месте листа.

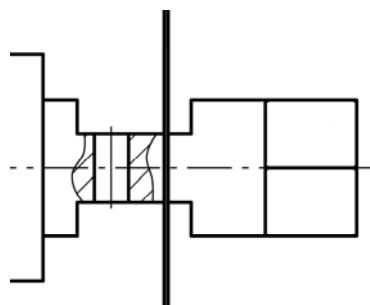


Рис. 3.73

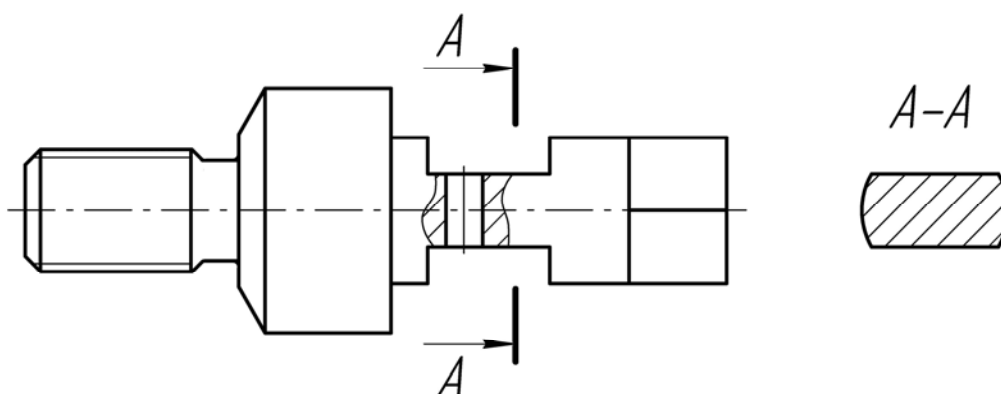


Рис. 3.74

- Вызываем контекстное меню от изображения сечения, выбираем команду «Выравнивание – Разорвать» (рис. 3.75). Затем располагаем изображение на листе формата (рис. 3.76).

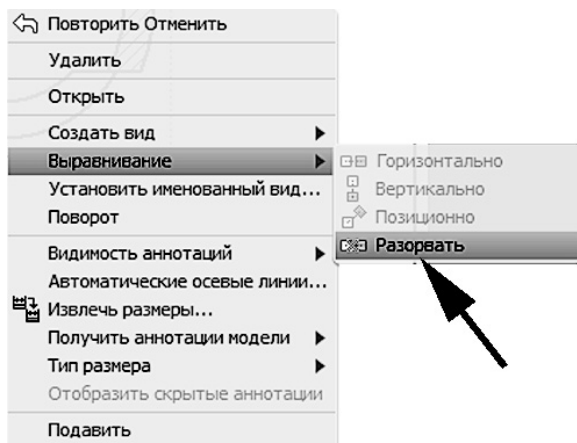


Рис. 3.75

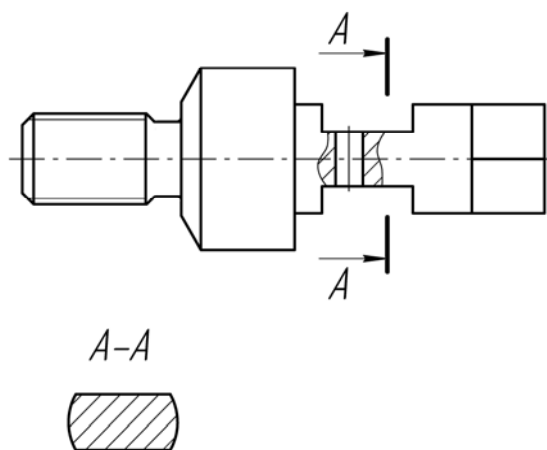


Рис. 3.76

Теперь можно приступать к построению местного разреза.

- Применяем к *виду СЛЕВА* режим «Эскиз».
- Строим примитив прямоугольник
- Удаляем две стороны прямоугольника, и командой «Слайд» соединяем свободные стороны отрезков (рис. 3.77)
- Завершаем режим «Эскиз».
- Выбираем команду «Местный разрез». Указываем на *вид СПЕРЕДИ*, затем на *сечении A-A* указываем точку (рис. 3.78), задающую положение секущей плоскости местного разреза (рис. 3.79). Принимаем команду.

Волнистые линии, ограничивающие местный разрез, перемещаем в слой «Видимые тонкие (ГОСТ)».

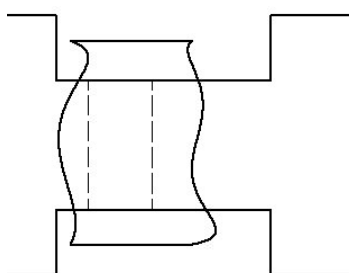


Рис. 3.77

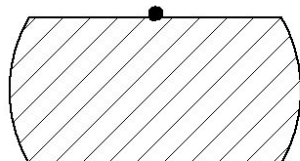


Рис. 3.78

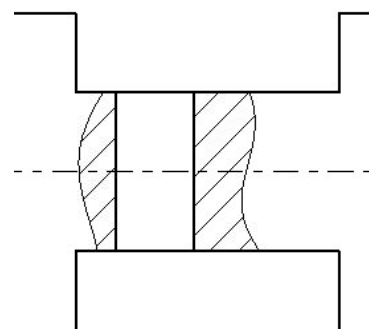


Рис. 3.79

Производим построение вынесенного сечения (рис. 3.80).

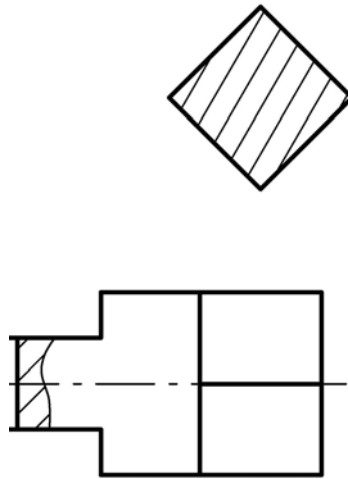


Рис. 3.80

#### 4. Создание выносного элемента

*Проточка на самой модели детали выполнена со всеми скруглениями и на чертеже она изображается без упрощений.*

- Командой **«Выносной вид»** строим изображение выносного элемента (рис. 3.81).

*Изображение выносного элемента так же отображается без упрощений. Вносим корректировки.*

- Достаиваем недостающие *отрезки* и перемещаем их в слой **«Видимые тонкие (ГОСТ)»**.
- Завершаем режим **«Эскиз»** (рис. 3.82).

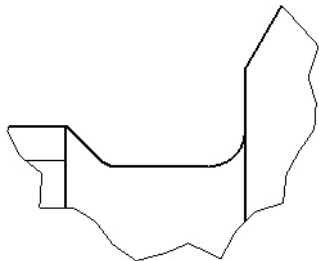


Рис. 3.81

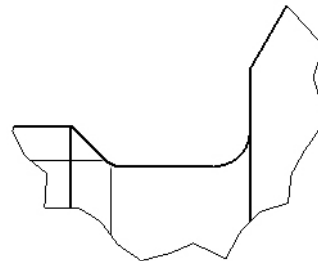


Рис. 3.82

#### 5. Нанесение элементов оформления и простановка размеров

- Проставляем на *чертеже размеры*.
- Достаиваем осевые линии на *чертеже*.

#### 6. Заполнение основной надписи

- Заполняем основную надпись.

Сохраняем файл с чертежом детали.

*На этом этапе задача выполнения чертежа считается завершенной.*

## Литература

1. ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2014. – 8 с.
2. ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. – М., Стандартинформ, 2011. – 24 с.
3. ГОСТ 2.051-2013. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2014. – 10 с.
4. ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2006. – 10 с.
5. ГОСТ 2.053-2013. Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2014. – 10 с.
6. ГОСТ 2.054-2013. Единая система конструкторской документации. Электронное описание изделия. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2015. – 11 с.
7. ГОСТ 2.055-2014. Единая система конструкторской документации. Электронная спецификация. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2014. – 26 с.
8. ГОСТ 2.056-2014. Единая система конструкторской документации. Электронная модель детали. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2015. – 25 с.
9. ГОСТ 2.057-2014. Единая система конструкторской документации. Электронная модель сборочной единицы. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2014. – 19 с.
10. ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. – М., Стандартинформ, 2014. – 12 с.
11. ГОСТ 2.104-2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. – М., Стандартинформ, 2006. – 14 с.
12. ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам. – М., Стандартинформ, 2007. – 29 с.
13. ГОСТ 2.511-2011. Единая система конструкторской документации. Правила передачи данных электронных документов. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2011. – 8 с.
14. ГОСТ 2.512-2011. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения пакета данных для передачи электронных документов. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2011. – 9 с.
15. ГОСТ 2.611-2011. Единая система конструкторской документации. Электронный каталог изделий. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2012. – 22 с.
16. ГОСТ 2.612-2011. Единая система конструкторской документации. Электронный формуляр. Общие положения. – М., Стандартинформ, 2012. – 18 с.
17. Гузненков В.Н., Демидов С.Г. Autodesk Inventor в курсе инженерной графики. Учебное пособие для вузов. *Допущено УМО по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим специальностям.* – М.: Горячая линия–Телеком, 2009. – 144 с.
18. Алиева Н.П., Журбенко П.А., Сенченкова Л.С. Построение моделей и выполнение чертежей в системе Autodesk Inventor. Учебное пособие. *Допущено Учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника».* – М.: ДМК Пресс, 2011. – 112 с.

19. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Autodesk Inventor 2012. Трёхмерное моделирование деталей и создание чертежей: учеб. пособие. *Допущено Учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по машиностроительным направлениям подготовки.* – М.: ДМК Пресс, 2012. – 120 с.

20. Сайт компании Autodesk: <http://www.autodesk.ru>

## Приложение

В приложении приведены варианты задач для самостоятельной проработки материала, изложенного в пособии.

### **КОНТУР**

**Задача:** Построить контур по указанным размерам, затем контур выдавить толщиной 5 мм.

### **ПРИЗМА**

**Задача:** Требуется построить модель детали, затем создать чертеж. На чертеже должны быть три изображения (вид спереди, вид сверху и вид слева) и размеры. Главное изображение оставить такое же, как в условии задачи. Заполнить основную надпись.

### **ПИРАМИДА**

**Задача:** Требуется построить модель детали, затем создать чертеж. На чертеже должны быть три изображения (вид спереди, вид сверху и вид слева), разрезы и размеры. Главное изображение оставить такое же, как в условии задачи. Заполнить основную надпись.

### **ШАР**

**Задача:** Требуется построить модель детали, затем создать чертеж. На чертеже должны быть три изображения (главное, сверху и слева), разрезы и размеры. Главное изображение оставить как в условии задачи. Заполнить основную надпись.

### **ОСНОВАНИЕ**

**Задача:** Требуется построить модель детали, затем создать чертеж. Главное изображение оставить такое же, как в условии задачи. Заполнить основную надпись.

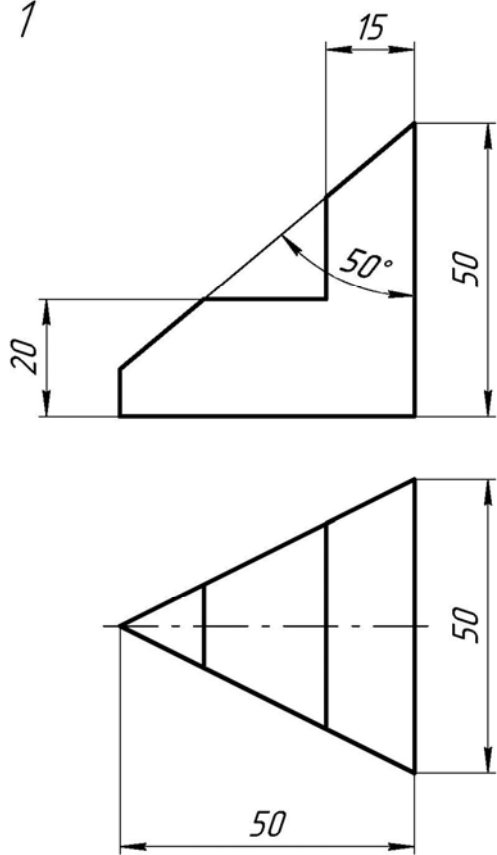
### **ТЕЛО ВРАЩЕНИЯ**

**Задача:** Требуется построить модель детали, затем создать чертеж. Главное изображение оставить таким же, как в условии задачи. Заполнить основную надпись.

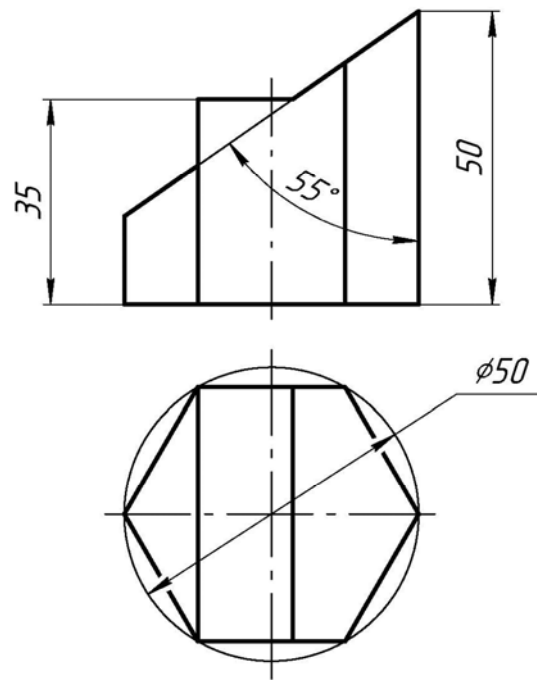


ПРИЗМА

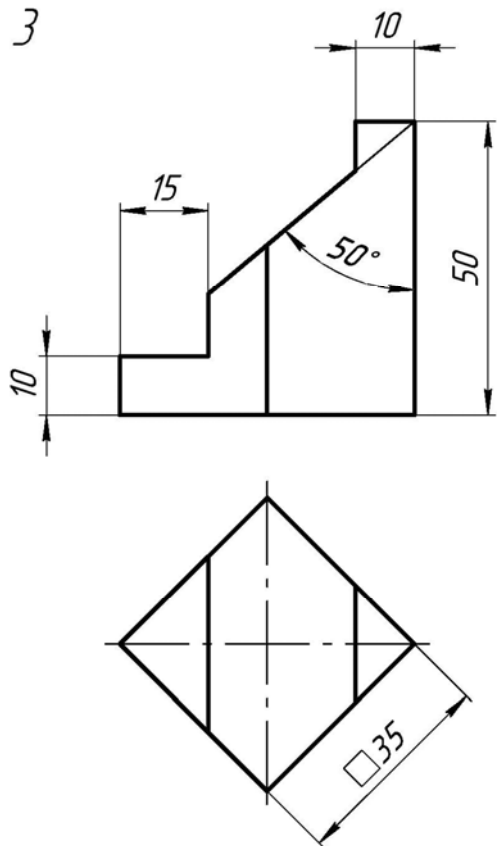
1



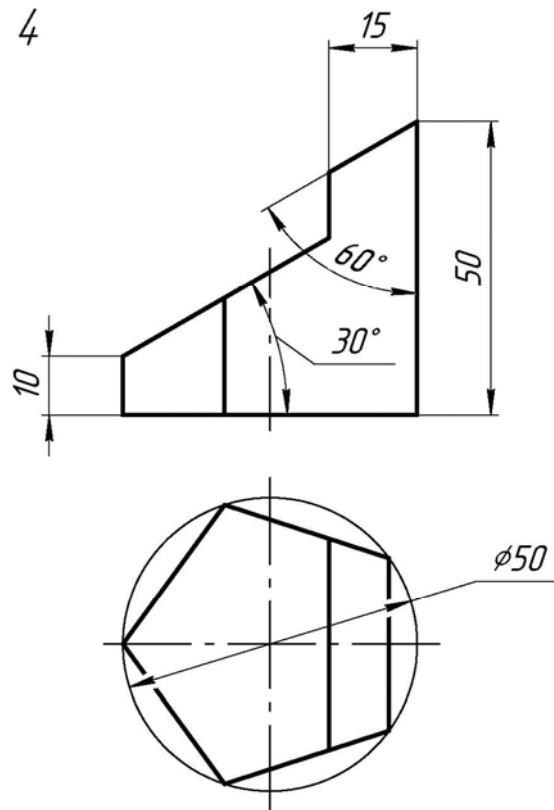
2



3

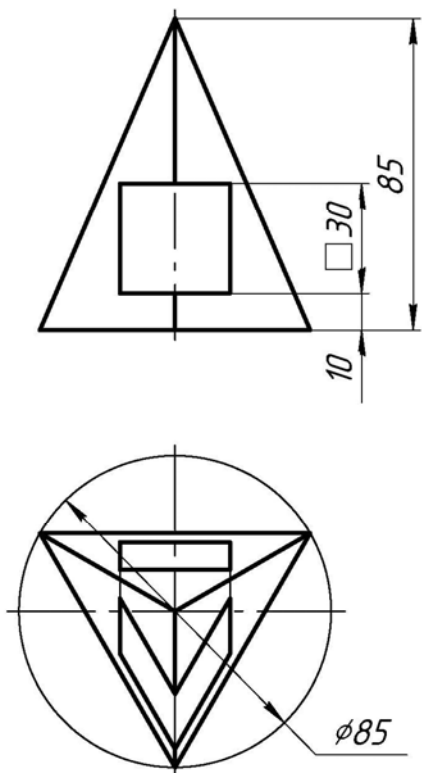


4

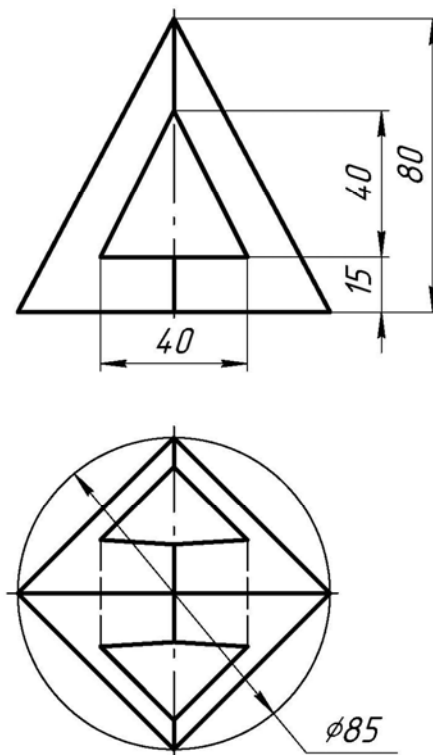


# ПИРАМИДА

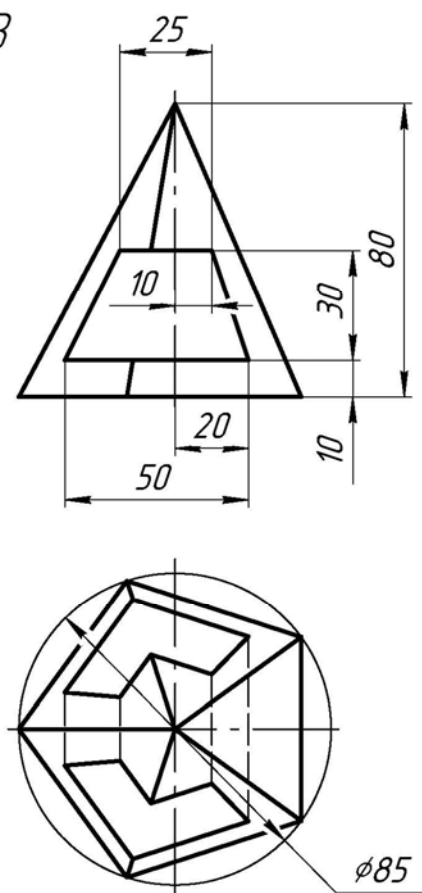
1



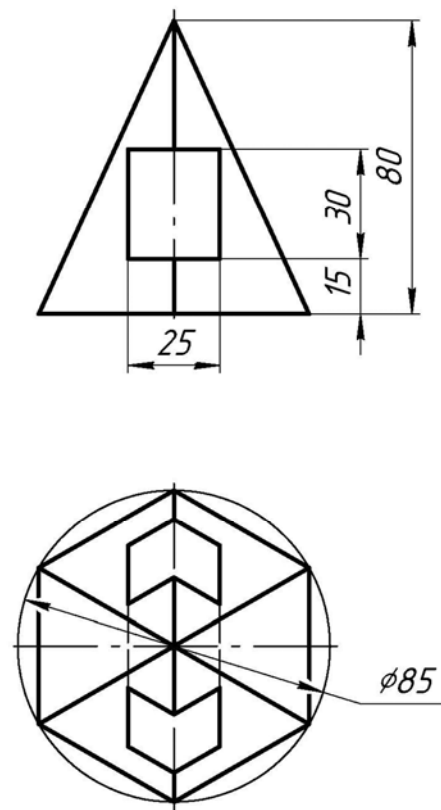
2



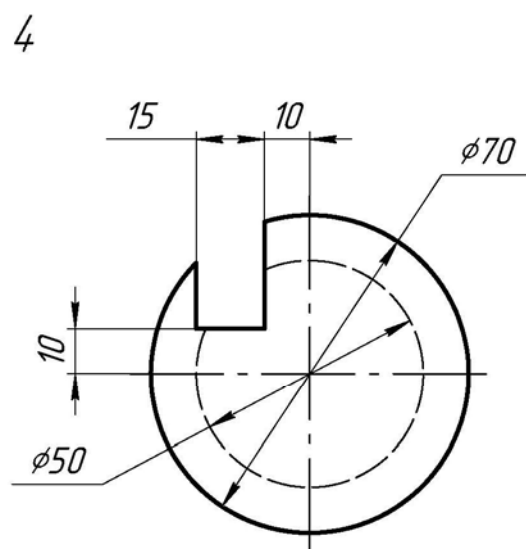
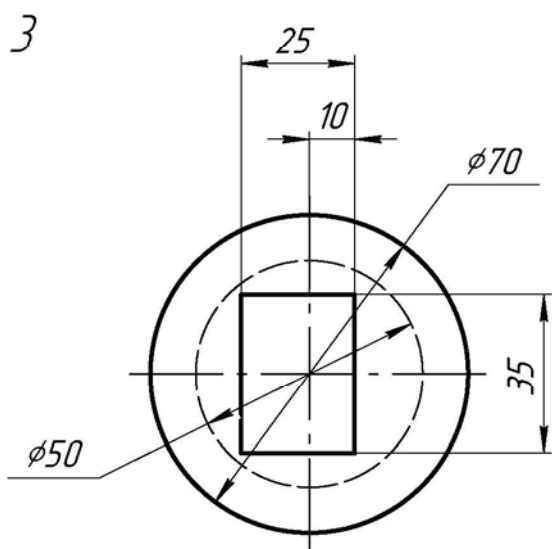
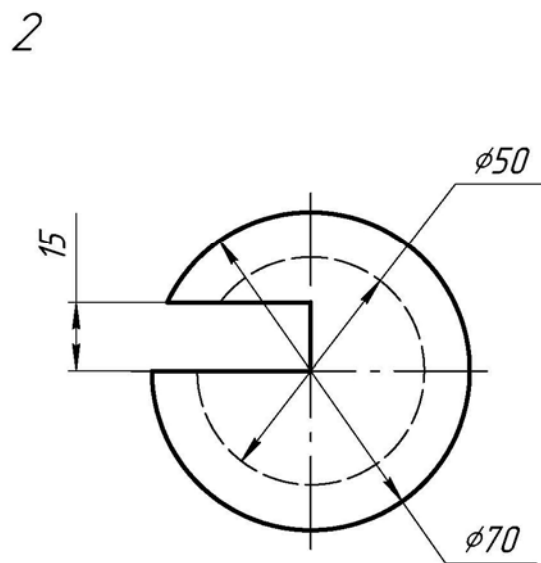
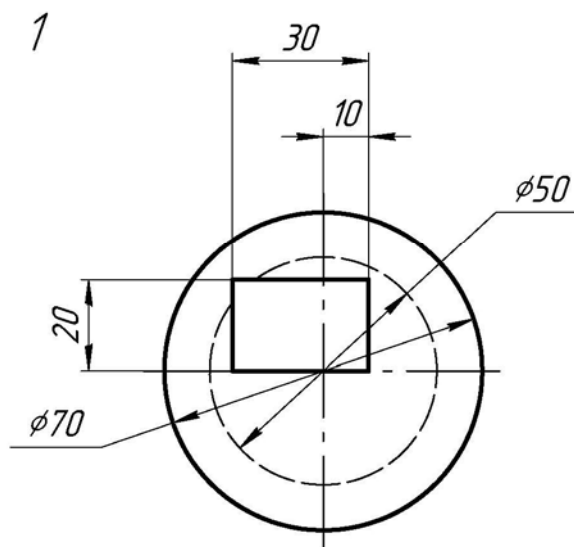
3



4

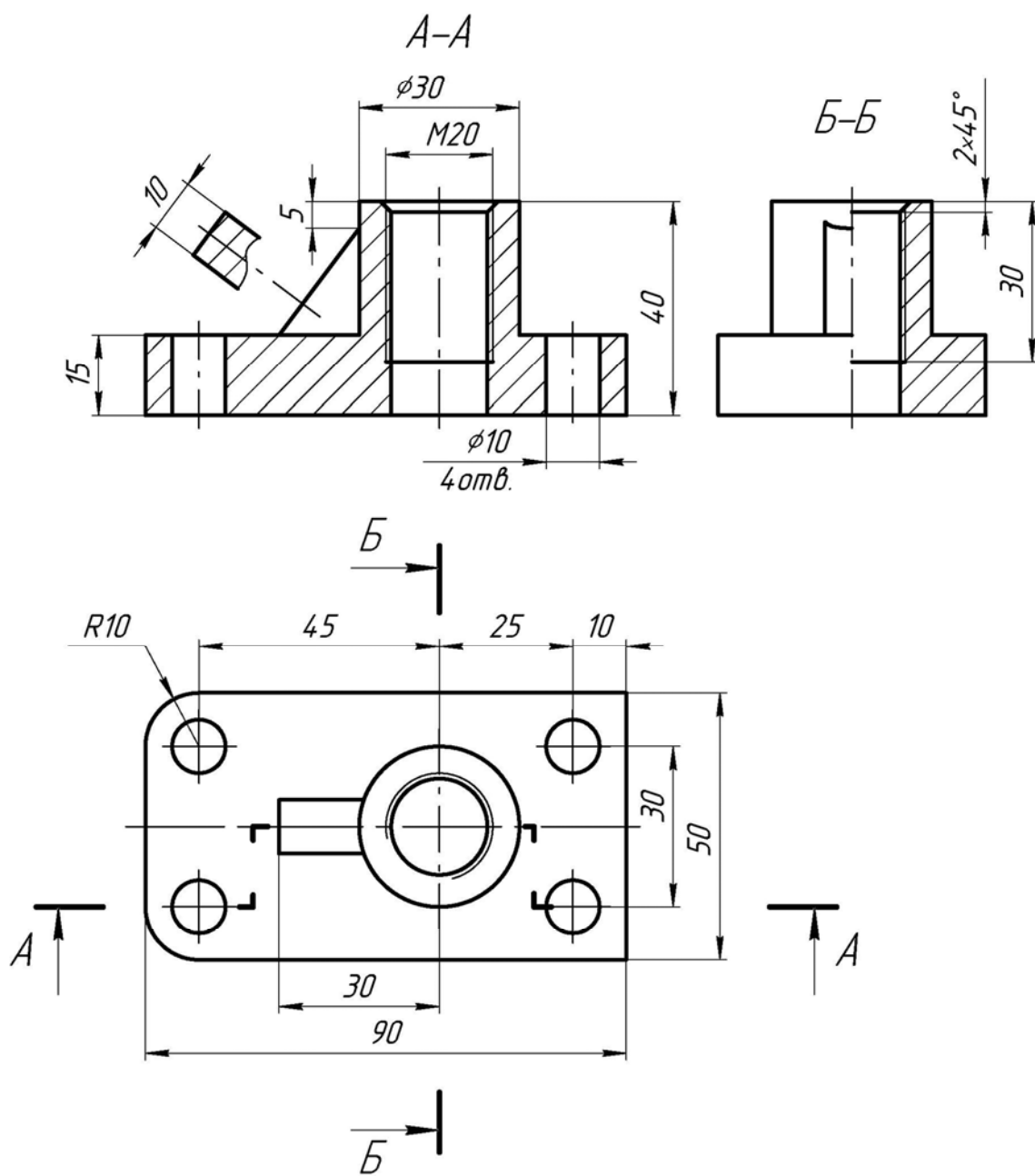


ШАР

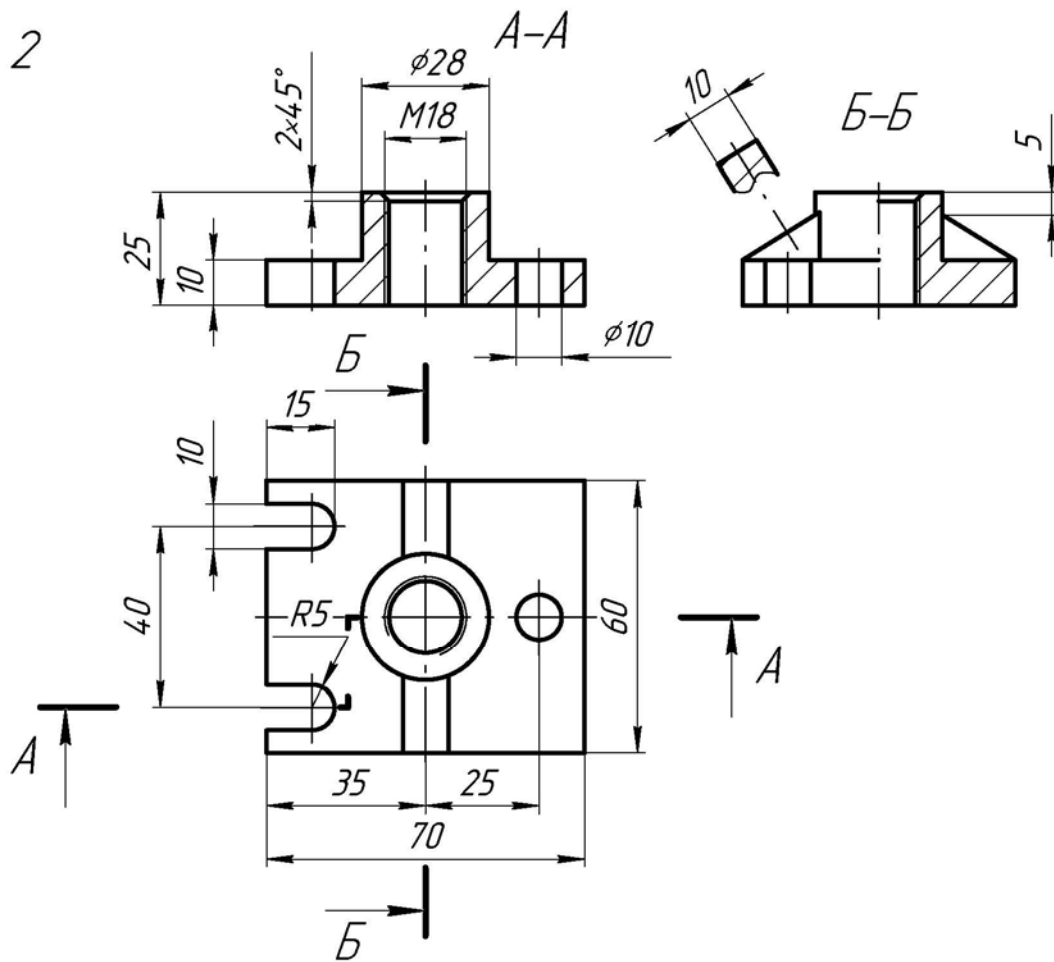


# ОСНОВАНИЕ

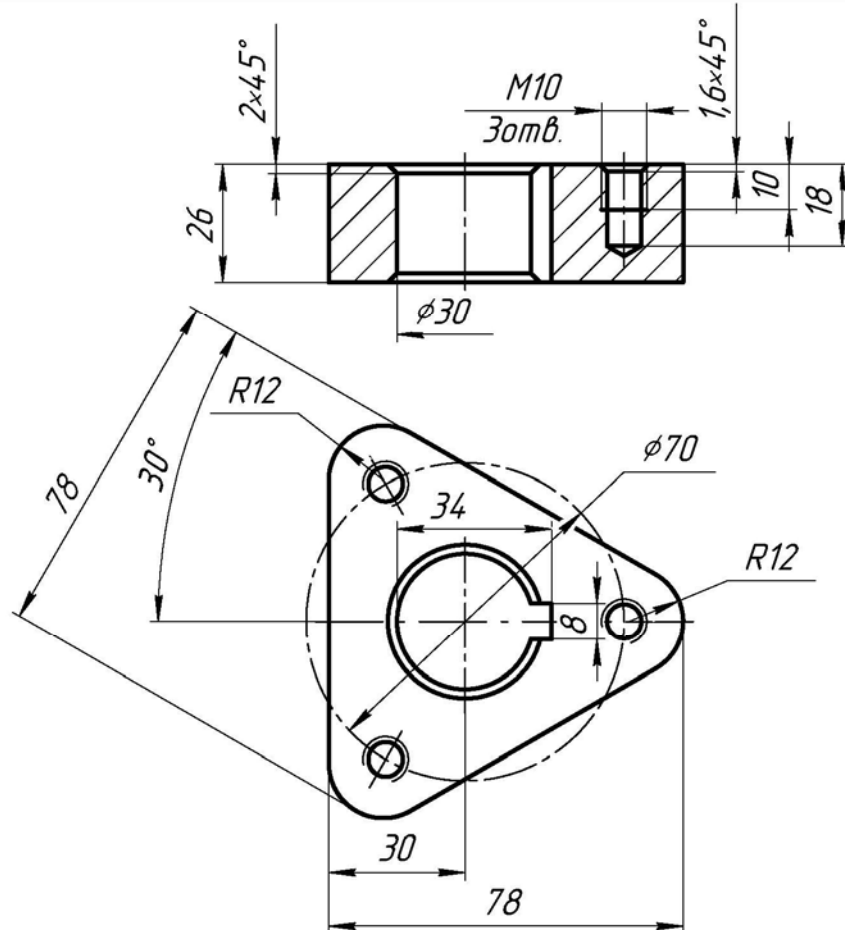
1



2

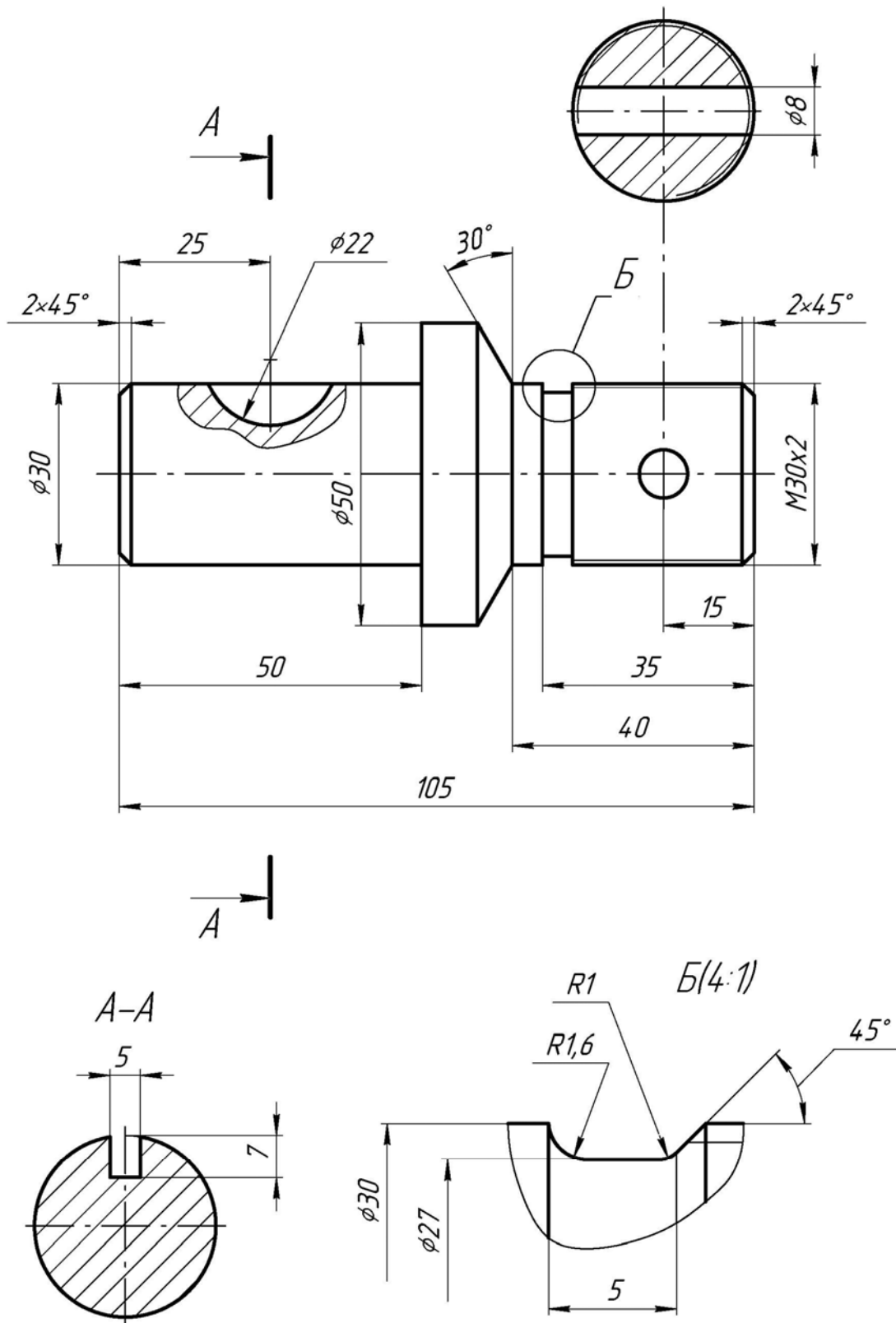


3

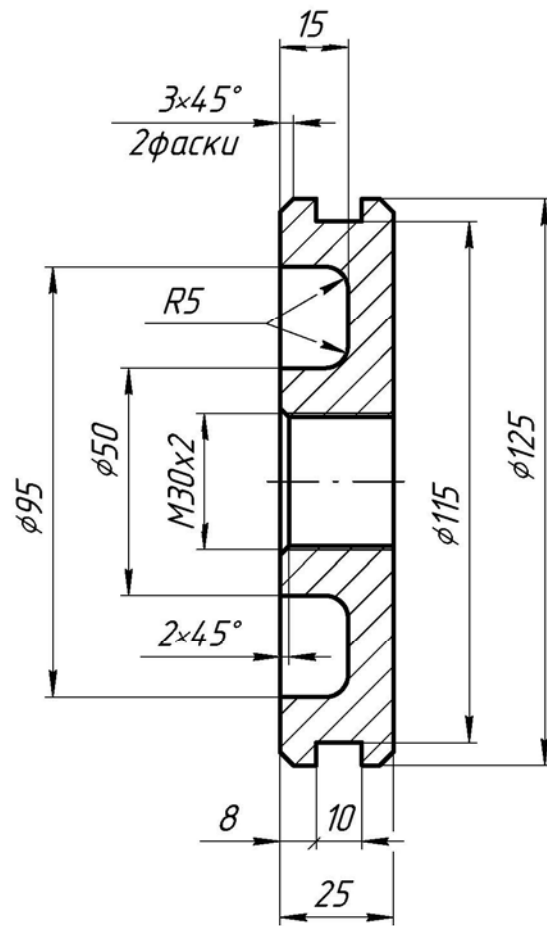


# ТЕЛО ВРАЩЕНИЯ

1



2



3

