

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

---

ИНЖЕНЕРНАЯ  
И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА  
Методические указания  
по выполнению лабораторных работ

Часть 2



Санкт-Петербург  
2022

Составители: А. Г. Федоренко, В. А. Голубков

Рецензент – кандидат технических наук, доцент *И. Н. Лукьяненко*

Даны методические указания по выполнению и оформлению лабораторных работ по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» с помощью графического редактора КОМПАС-3D V16. Во вторую часть включены лабораторные работы, направленные на практическое закрепление теоретического материала о кривых линиях и поверхностях.

Предназначены для студентов ГУАП очной формы обучения по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности (профилю) программы (специализации) «Цифровая энергетика».

Подготовлены к публикации кафедрой прикладной математики Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения».

---

Публикуется в авторской редакции  
Компьютерная верстка *В. Н. Костиной*

---

Подписано к печати 30.08.2022.  
Формат 60 × 84 1/16. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2.  
Тираж 50 экз. Заказ № 383.

---

Редакционно-издательский центр ГУАП  
190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская ул., д. 67, лит. А

© Санкт-Петербургский государственный  
университет аэрокосмического  
приборостроения, 2022

# 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

## 1.1. Цель работы

Начертательная геометрия – раздел курса «Инженерная и компьютерная графика», в котором изучаются теоретические вопросы построения геометрических примитивов. Спецификой данной работы является то, что она выполняется на компьютере с использованием графического редактора КОМПАС-3D V16.

Целью данной работы является ознакомление студентов с основными темами начертательной геометрии:

- построение точек пересечения прямых и поверхностей;
- построение сечений поверхностей;
- определение линий пересечения поверхностей;
- построение разверток поверхностей;
- построение аксонометрических изображений геометрических тел.

К каждой из задач приводятся общие методические указания по их решению и алгоритмы построения результатов на экране дисплея компьютера.

Решение задач оформляется в виде сохраненного файла в форматах .cdg и PDF. Формат листа и масштаб изображения выбираются самостоятельно.

Все работы должны соответствовать ГОСТам:

ГОСТ 2.104-68. Основные надписи.

ГОСТ 2.301-2006. Форматы.

ГОСТ 2.302-68. Масштабы.

ГОСТ 2.303-65. Линии.

ГОСТ 2.304-81. Шрифты.

ГОСТ 2.305-2008. Изображения.

## 1.2. Основы КОМПАС V16

Графический редактор КОМПАС-3D V16 является совершенной системой автоматизированного проектирования, он используется при создании конструкторской документации, в частности для изготовления чертежей и эскизов.

КОМПАС-3D V16 является векторным редактором, поэтому он работает не с изображением как таковым, а с геометрическим описанием объектов, которые представляются графическими примитивами (точка, отрезок, окружность, эллипс и т. д.).

Примитивы могут редактироваться с помощью соответствующих команд (копирование, перенос, вращение, массив и т. д.), также могут изменяться их свойства (толщина линий, цвет, тип).

Установка программы КОМПАС-3D V16 осуществляется в операционной системе Windows10. После запуска программы на экране появляется меню выбора типа нового документа (рис. 1.1).

После выбора опции «Чертеж» на экране появляется электронный шаблон формата A4 (ГОСТ2.301-68) с основной (незаполненной) надписью формы 1 (ГОСТ2.104-68) (рис. 1.2.)

На экране выделены четыре функциональные зоны:

– **Рабочая графическая зона** представляет наибольшую область экрана в которой выполняется чертеж. В левом нижнем углу шаблона расположена пиктограмма пользовательской системы координат (ПСК). Направление стрелок показывает положительное направление координат, ось Z направлена на пользователя;

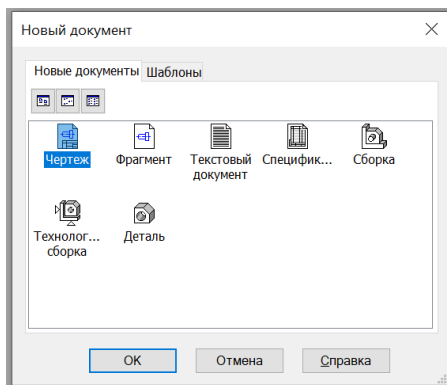
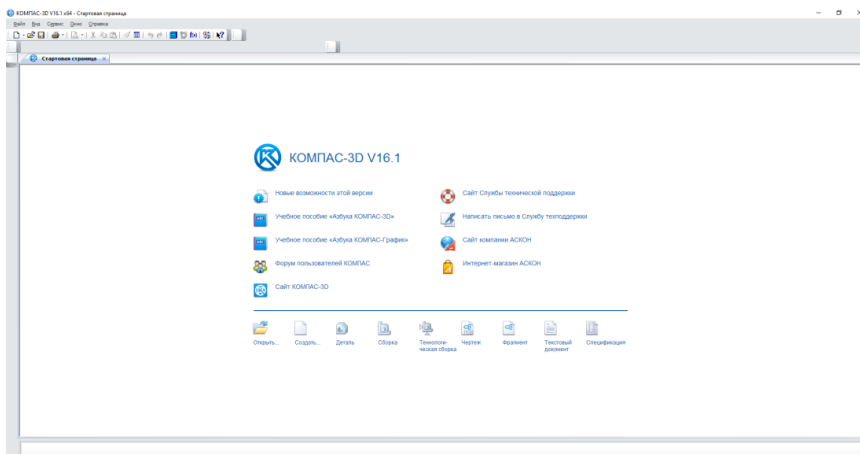


Рис. 1.1. Меню выбора типа документа



Слева от рабочей зоны расположены «Плавающие» панели инструментов, они могут устанавливаться в любом месте экрана.

– **Панель свойств** расположена под рабочей графической зоной, в ней отражаются команды и их опции.

Плавающее меню «Геометрия» расположенное с левой стороны рабочей графической зоны содержат команды:

– «**Точка**», панель свойств параметров которой расположена в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.3.).

– «**Вспомогательная прямая**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.4.).

– «**Отрезок**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.5.).

– «**Окружность**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.6.).

– «**Дуга**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.7.).

– «**Эллипс**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.8.).

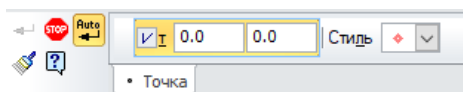


Рис. 1.3. Настройки команды «Точка»

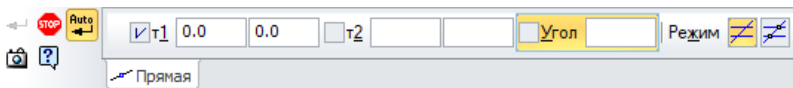


Рис. 1.4. Настройки команды «Вспомогательная прямая»

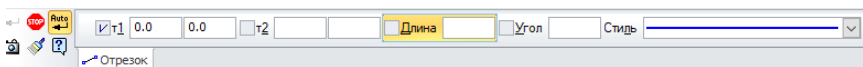


Рис. 1.5. Настройки команды «Отрезок»

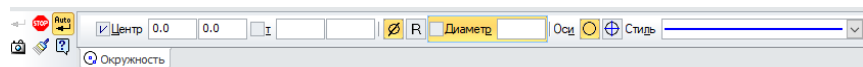


Рис. 1.6. Настройки команды «Окружность»

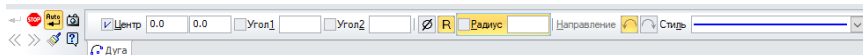


Рис. 1.7. Настройки команды «Дуга»



Рис. 1.8. Настройки команды «Эллипс»

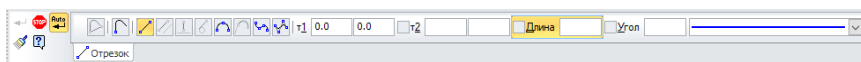


Рис. 1.9. Настройки команды «Непрерывный ввод объектов»

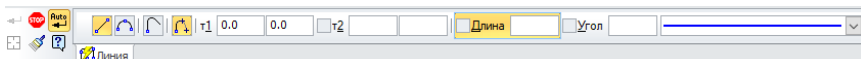


Рис. 1.10. Настройки команды «Линия»

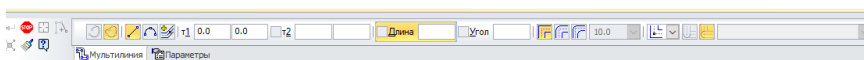


Рис. 1.11. Настройки команды «Мультилиния»

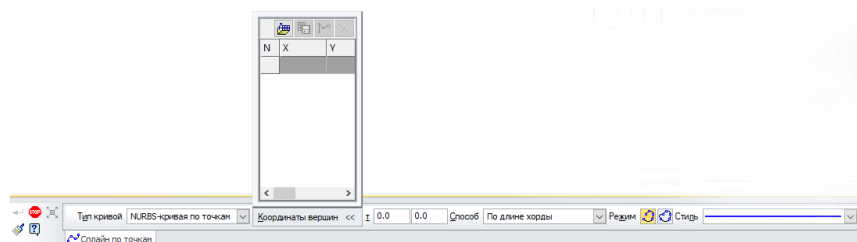


Рис. 1.12. Настройки команды «Сплайн»

– «**Непрерывный ввод объектов (конечная точка объекта является начальной точкой последующего объекта)**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.9.).

– «**Линия**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.10.).

– «**Мультилиния**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.11.).

– «**Сплайн**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.12.).

Команды «**Фаска**» и «**Скругление**» активизируются после создания объекта на чертеже.

– «**Фаска**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.13.).

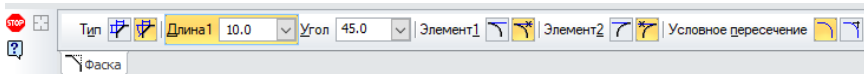


Рис. 1.13. Настройки команды «Фаска»

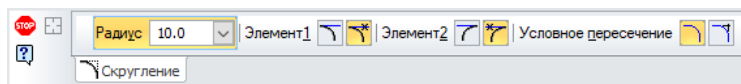


Рис. 1.14. Настройки команды «Скругление»



Рис. 1.15. Настройки команды «Прямоугольник»

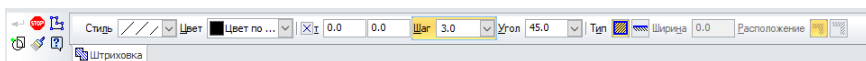


Рис. 1.16. Настройки команды «Штриховка»



Рис. 1.17. Настройки команды «Авторазмер»

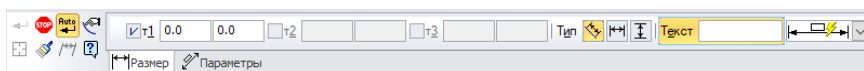


Рис. 1.18. Настройки команды «Линейный размер»

– **«Скругление»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.14.).

– **«Прямоугольник»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.15.).

– **«Штриховка»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.16.).

Плавающее меню **«Размеры»** расположенное с левой стороны рабочей графической зоны содержат команды:

– **«Авторазмер»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.17.).

– **«Линейный размер»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.18.).

– «**Угловой размер**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.19.).

– «**Размер высоты**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.20.).

Действие команд простановки диаметральных и радиальных размеров активизируются после изображения окружностей и дуг на чертеже.

– «**Диаметральный размер**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.21.).

– «**Радиальный размер**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.22.).

Радиальные размеры дуг окружностей активизируются после их изображения на чертеже.

– «**Размер дуги окружности**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.23.).

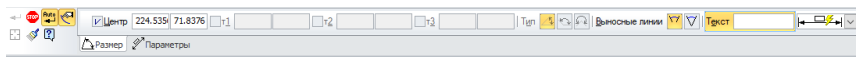


Рис. 1.19. Настройки команды «Угловой размер»

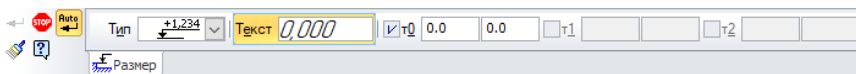


Рис. 1.20. Настройки команды «Размер высоты»



Рис. 1.21. Настройки команды «Диаметральный размер»

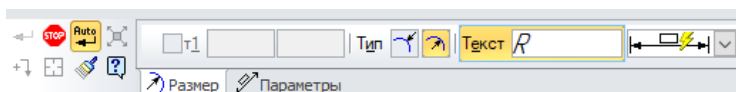


Рис. 1.22. Настройки команды «Радиальный размер»

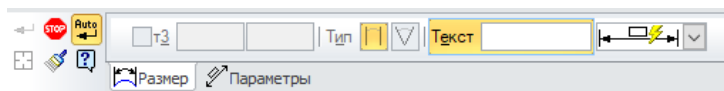


Рис. 1.23. Настройки команды «Размер дуги окружности»

Плавающее меню «**Обозначения**» расположенное с левой стороны рабочей графической зоны содержат команды:

– «**Ввод текста**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.24.).

– «**Ввод таблицы**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.25.).

– «**Шероховатость**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.26.).

– «**База**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.27.).

– «**Линия-выноски**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.28.).

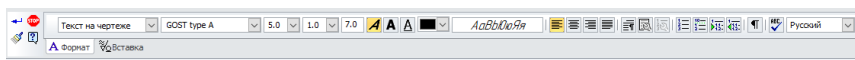


Рис. 1.24. Настройки команды «Ввод текста»

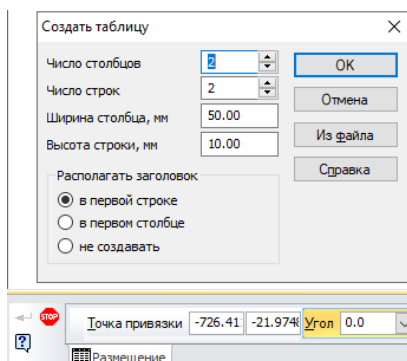


Рис. 1.25. Настройки команды «Ввод таблицы»

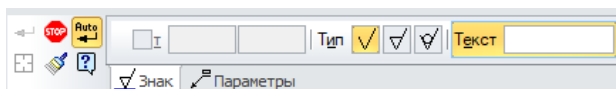


Рис. 1.26. Настройки команды «Шероховатость»

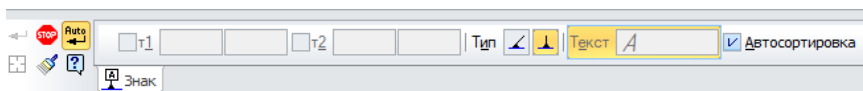


Рис. 1. 27.Настройки команды «База»



Рис. 1.28. Настройки команды «Линия-выноска»

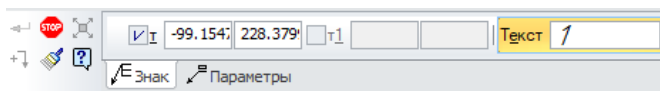


Рис. 1.29. Настройки команды «Обозначение позиций»

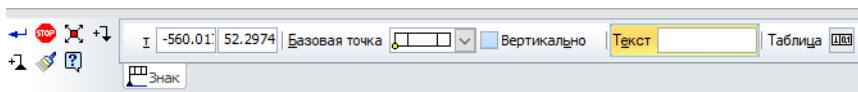


Рис. 1.30. Настройки команды «Допуск формы»

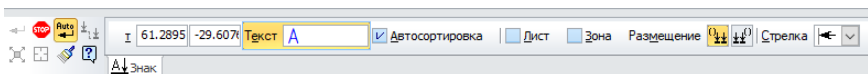


Рис. 1.31. Настройки команды «Линия разреза»

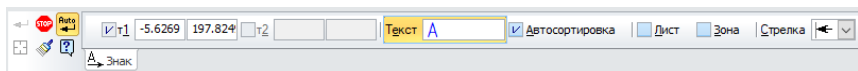


Рис. 1.32. Настройки команды «Стрелка взгляда»

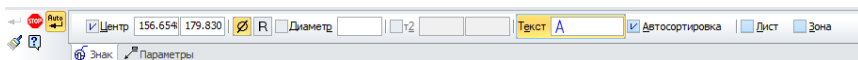


Рис. 1.33. Настройки команды «Выносной элемент»

– «**Обозначение позиций**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.29.).

– «**Допуск формы**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.30.).

– «**Линия разреза**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.31.).

– «**Стрелка взгляда**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.32.).

– «**Выносной элемент**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.33.).

– «**Осевая линия по двум точкам**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.34).

– «**Обозначение центра**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.35.).

– «**Автоосевая**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.36.).

– «**Волнистая линия**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.37.).

– «**Условное пересечение**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.38.).

Плавающее меню «**Редактирование**» расположенное с левой стороны рабочей графической зоны содержит команды, которые активируются после выбора объекта текущей рамкой:

– «**Сдвиг**», панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.39.).

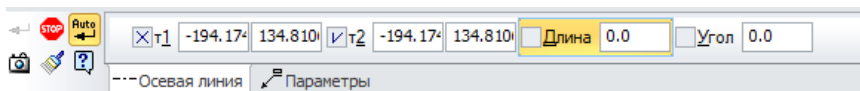


Рис. 1.34. Настройки команды «Осевая линия по двум точкам»

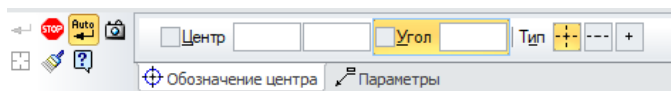


Рис. 1.35. Настройки команды «Обозначение центра»

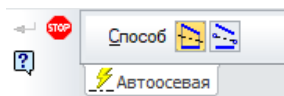


Рис. 1.36. Настройки команды «Автоосевая»

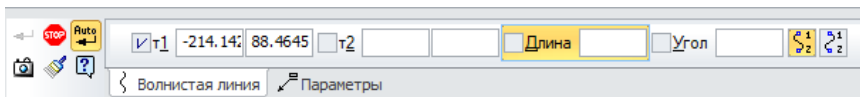


Рис. 1.37. Настройки команды «Волнистая линия»

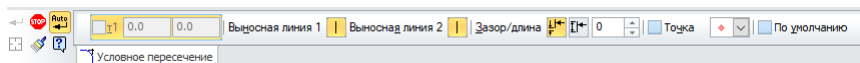


Рис. 1.38. Настройки команды «Условное пересечение»



Рис. 1.39. Настройки команды «Сдвиг»

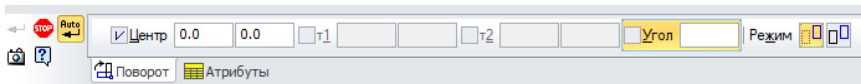


Рис. 1.40. Настройки команды «Поворот»

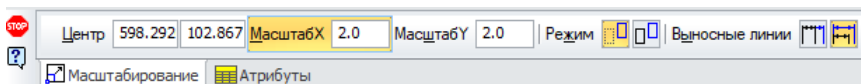


Рис. 1.41. Настройки команды «Масштабирование»

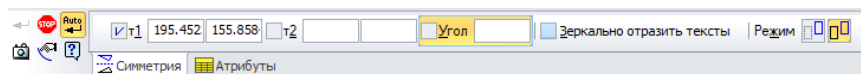


Рис. 1.42. Настройки команды «Симметрия»

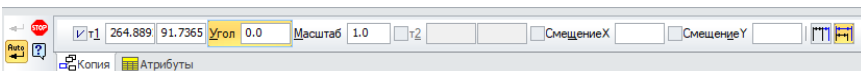


Рис. 1.43. Настройки команды «Копия»

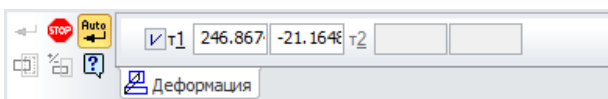


Рис. 1.44. Настройки команды «Деформация сдвигом»

– **«Поворот»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.40.).

– **«Масштабирование»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.41.).

– **«Симметрия»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.42.).

– **«Копия»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.43.).

– **«Деформация сдвигом»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.44.).

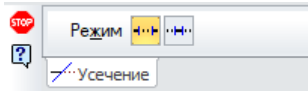


Рис. 1.45. Настройки команды «Усечь кривую»

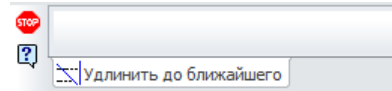


Рис. 1.46. Настройки команды «Удлинить до ближайшего объекта»



Рис. 1.47. Настройки команды «Разбить кривую»

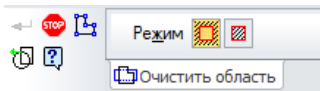


Рис. 1.48. Настройки команды «Очистить область»

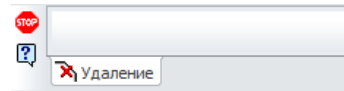


Рис. 1.49. Настройки команды «Удалить фаску/скругление»

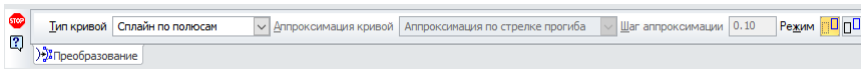


Рис. 1.50. Настройки команды «Преобразовать геометрический объект в NURBS»

- **«Усечь кривую»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.45.).
- **«Удлинить до ближайшего объекта»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.46.).
- **«Разбить кривую»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.47.).
- **«Очистить область»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.48.).
- **«Удалить фаску/скругление»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.49.).
- **«Преобразовать геометрический объект в NURBS»**, панель свойств параметров которой расположены в левом нижнем углу рабочего поля (рис. 1.50.).

Заполнение **Основной надписи** (рис. 1.51).

Верхнее правое окно **Основной надписи** заполняется следующим образом:

**M2.ИиКТ.12.05.05.Пр01.15.01**, где:

**M2** – индекс кафедры № 2;

						М 2. ИиКГ .12.05.03. Пр 01.15.01.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Задание №01	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Иванов						М 1:1
Проб.		Иванов						
И.контр.						Лист 01	Листов 01	
Г.контр.						ГУАП, гр. ХХХХ		
Чтб.								

Рис. 1.51. Пример заполнения Основной надписи формы 1

**ИиКГ** – сокращенное название дисциплины «Инженерная и компьютерная графика»;

**12.05.05** – номер специальности;

**Пр01** – задание № 01 на Практических занятиях;

**Лр01** – задание № 01 на Лабораторных занятиях;

**15** – номер варианта;

**01** – номер листа в задании.

Для заполнения **Основной надписи** формы 1 необходимо дважды кликнуть левой кнопкой мышки внутри заполняемого окна. Пунктирными линиями выделяются все окна, в которые можно вводить текст. В требуемом окне появляется курсор (рис. 1.52.).

В строке состояния (в нижней части рабочей зоны) находится меню «**Ввод текста**» (рис. 1.24.) с помощью которого можно настроить требуемый стиль и размер текста.

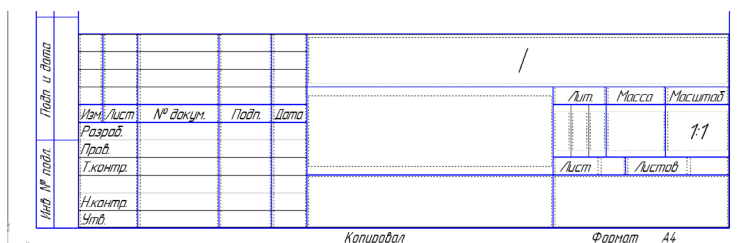


Рис. 1.52. Выбор окна для ввода текста

Листы и дата						<i>М2.ИИКГ.12.05.03.Ар01.15.01</i>			
	<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
	<i>Разраб.</i>		<i>Иванов</i>						<i>М 1:1</i>
	<i>Проб.</i>		<i>Иванов</i>						
Инд. № лист.	<i>Т.контр.</i>						<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	<i>1</i>
	<i>И.контр.</i>						<i>ГУАП, зр. ХХХХ</i>		
	<i>Чтв.</i>								

*Копировал* *Формат А4*

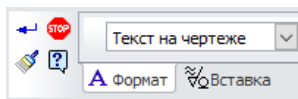


Рис. 1.53. Сохранение введенного текста

Сохранение текста заполненной основной надписи осуществляется нажатием знака **Enter** в меню «Ввод текста» (рис. 1.53).

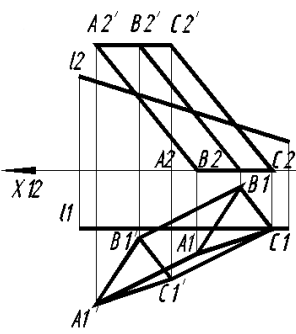
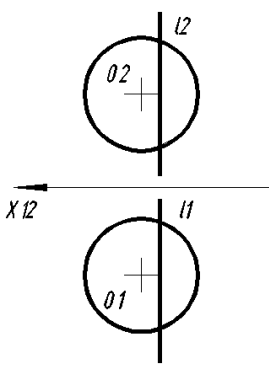
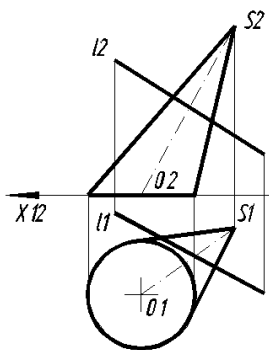
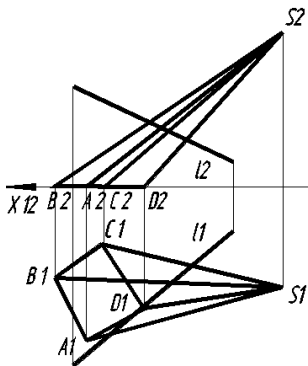
## 2. ЗАДАЧИ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

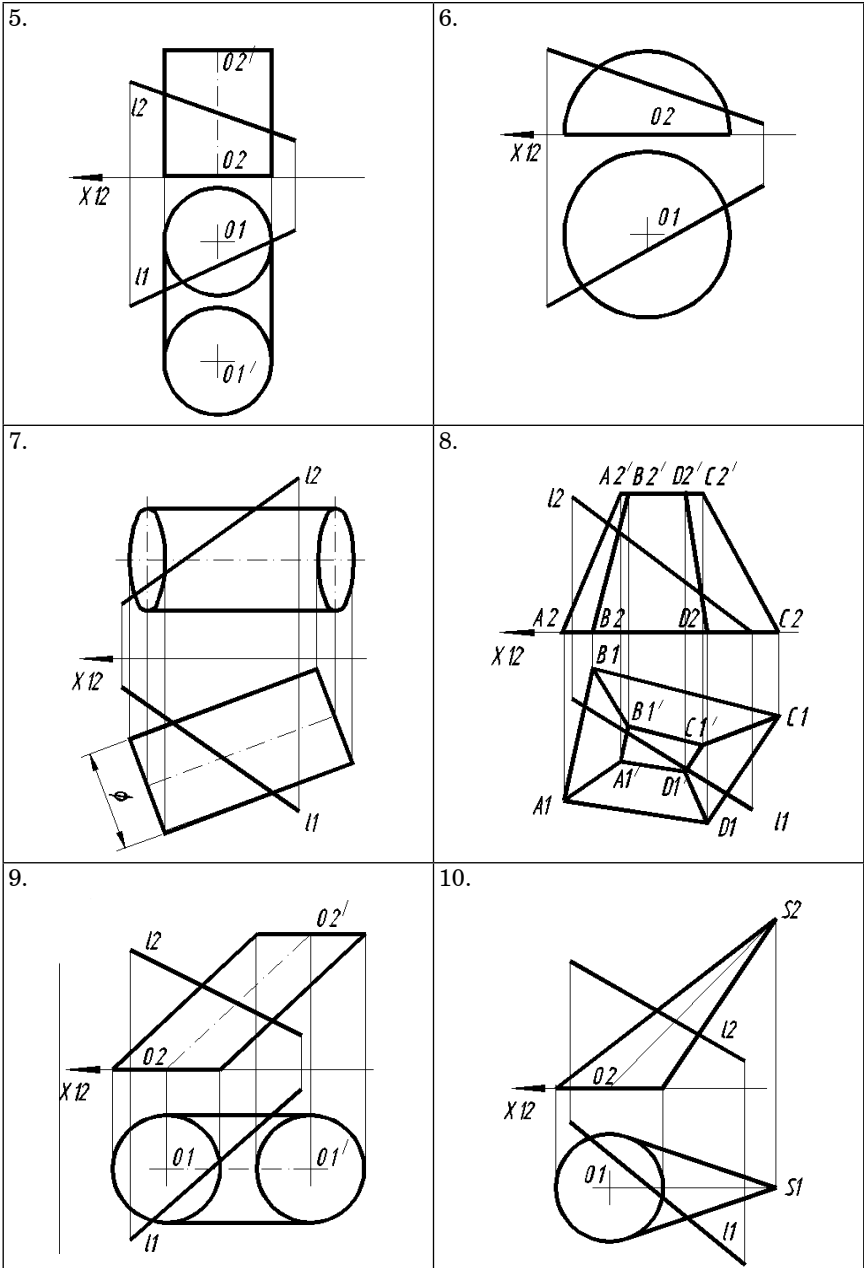
### 2.5. Задача № 5. Определение точек пересечения прямых и поверхностей

Построить точки пересечения прямой  $l$  с поверхностью. Определить видимость прямой и поверхности относительно плоскостей проекций.

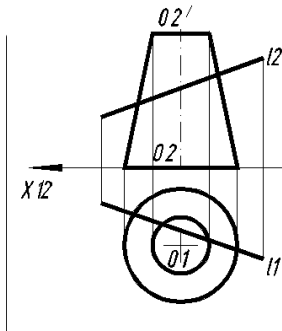
Варианты задания приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

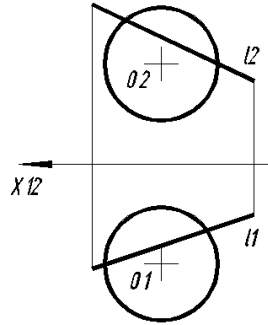
1. 	2. 
3. 	4. 



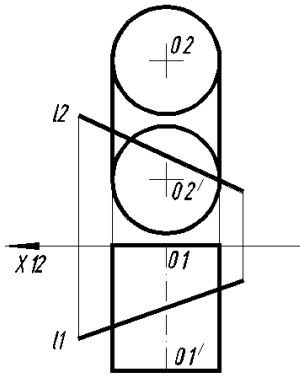
11.



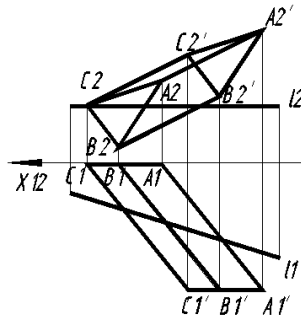
12.



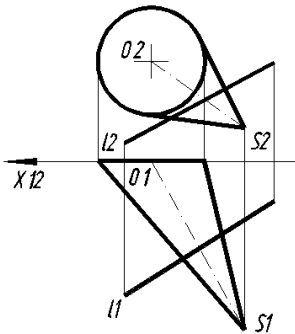
13.



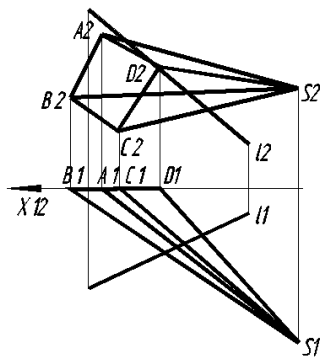
14.



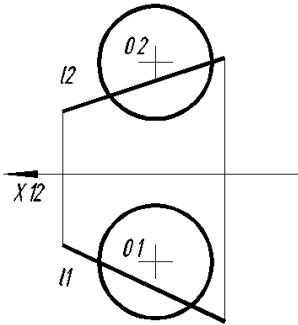
15.



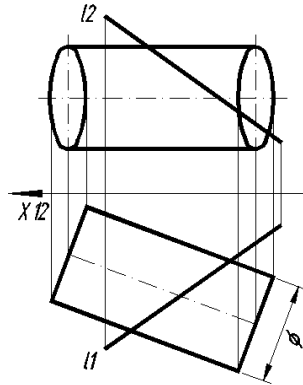
16.



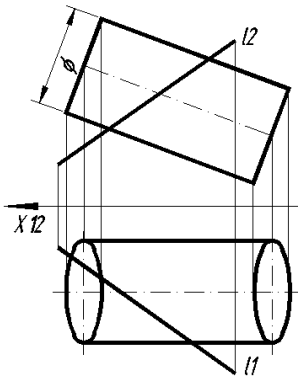
17.



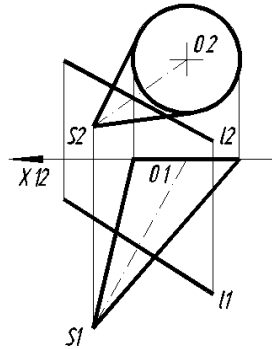
18.



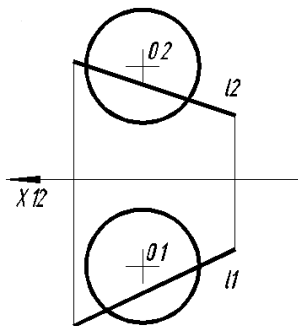
19.



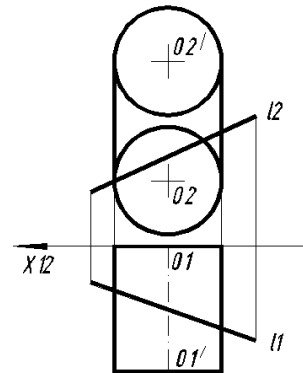
20.



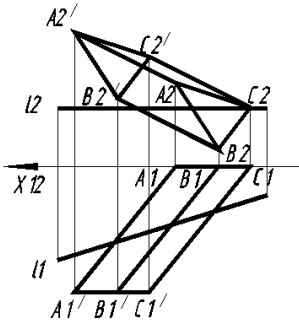
21.



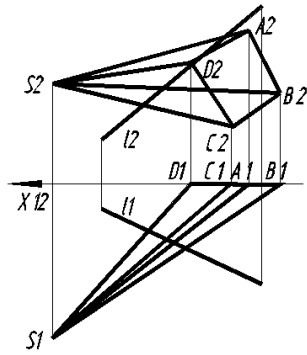
22.



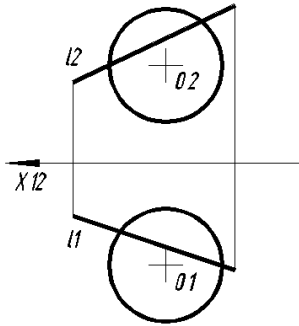
23.



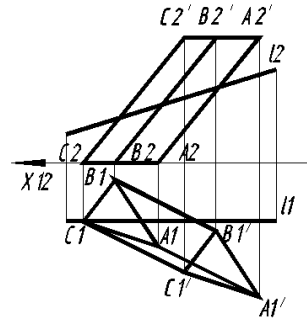
24.



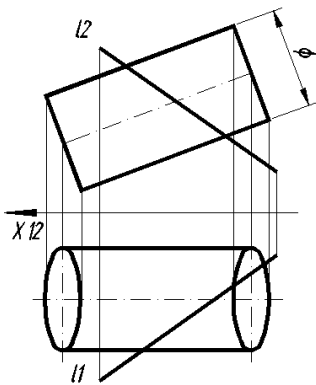
25.



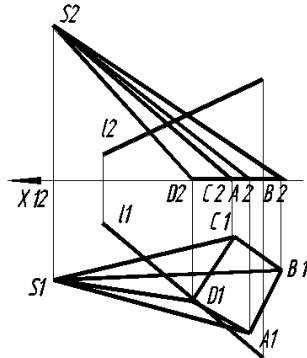
26.

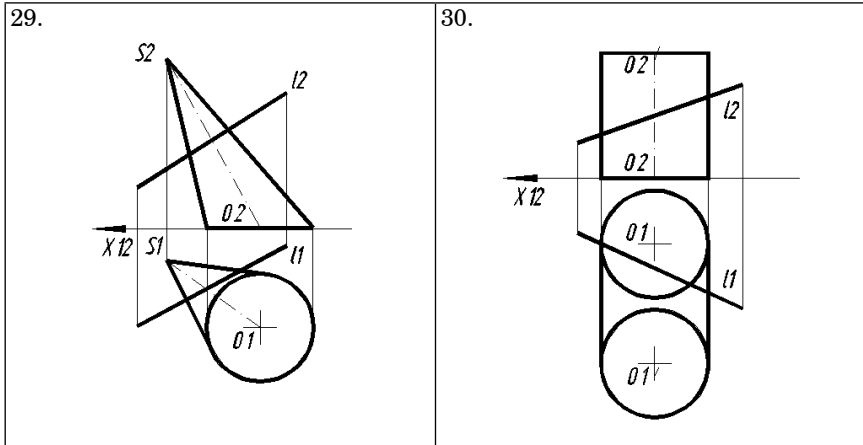


27.



28.





В верхней части электронного шаблона формата А4 шрифтом 5 с помощью команды «Ввод текста» вводится текст задания (рис. 2.1).

С помощью Команды: «Линия-выноска» в режиме **Орто** выполняется Ось X12.

Вызываем из падающего меню «Вид» опцию «Панели инструментов», затем «Панель свойств» (рис. 2.2).

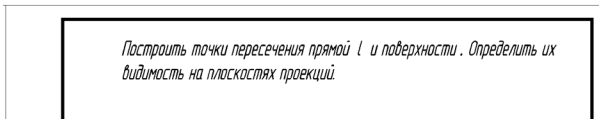


Рис. 2.1. Нанесение текста задания на электронном шаблоне формата А4

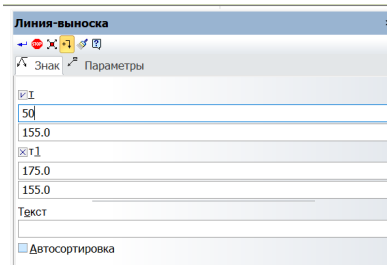


Рис. 2.2. Ввод координат с помощью «Панели свойств» команды «Линии-выноски»

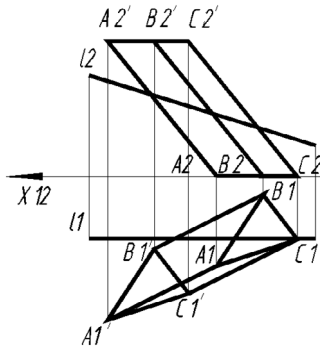


Рис. 2.3. Образец задания на определение точек пересечения прямой  $l$  с поверхностью трехгранной призмы

Вводим координаты начальной и конечной точек линии-выноски:

Первая точка:

X: 50;

Y: 155

Вторая точка:

X: 175;

Y: 155.

С помощью команды: «**Линия**» изобразим две проекции трехгранной призмы с основанием  $ABC$  и пересекающую ее прямую  $l$  ассоциативно (без точного выбора координат), по образцу задания приведенного на рис. 2.3. Линии связи выполняются с помощью команды: «**Отрезок**» в режиме **Орто** с использованием Объектной привязки **Ближайшая точка**. Шрифтом 5 выполняется обозначение оси  $X_{12}$ .

Совместим прямую  $l_2$  с фронтально проецирующей плоскостью  $S_2$  и разрежем с её помощью призму  $A_2B_2C_2A_2'B_2'C_2'$  (на плоскости  $\Pi_2$ ). Обозначим точки пересечения плоскости  $S_2$  ребра  $A_2A_2'$  – 12, ребра  $B_2B_2'$  – 22, ребра  $C_2C_2'$  – 32. Спроецируем точки 12, 22, 32 на плоскость  $\Pi_1$  на ребра  $A_1A_1'$ ,  $B_1B_1'$ ,  $C_1C_1'$  соответственно с помощью команды: «**Отрезок**» в режиме **Орто** с использованием Объектной привязки **Ближайшая точка**. На плоскости  $\Pi_1$  получаем точки 11, 21 и 31 которые соединяем используя Объектную привязку **Пересечение**. Результат моделирования приведен на рис. 2.4.

Точкой пересечения прямой  $l_1$  и горизонтальной проекции поверхности трехгранной призмы являются точки 41 и 51. Это точки пересечения прямой  $l_1$  и треугольника 11–21–31. Спроецируем точ-

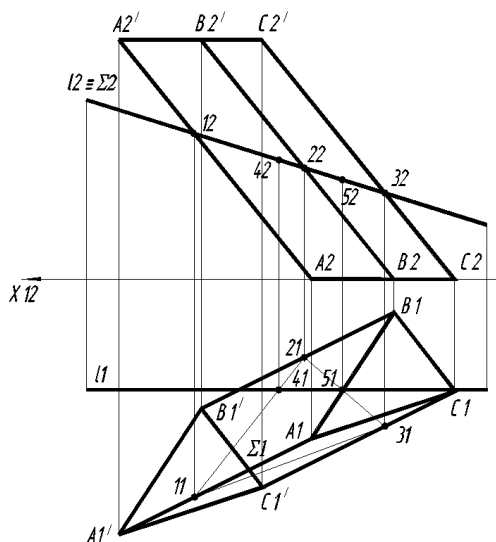


Рис. 2.4. Построение треугольника 11-21-31, совпадающего с проецирующей плоскостью  $\Sigma 1$

ки 41 и 51 на прямую  $l_2$ , получаем точки 42 и 52. Это точки пересечения прямой  $l_2$  и фронтальной проекции поверхности трехгранной призмы.

Определение видимости прямой и поверхности начинается с определения видимости граней трехгранной призмы на плоскостях проекций П1 и П2.

На плоскости П1 невидимыми являются ребра основания  $A_1B_1C_1$ ,  $A_1B_1$  и  $A_1C_1$ , а так же ребро  $A_1A_1'$ , которое принадлежит двум невидимым граням  $B_1B_1'A_1'A_1$  и  $A_1'A_1C_1C_1'$ . На плоскости П2 невидимым является ребро  $B_2B_2'$  принадлежащее двум невидимым граням  $A_2'B_2'B_2A_2$  и  $C_2'B_2'B_2C_2$ . Невидимые ребра обозначим пунктирными линиями с помощью команды: «Отрезок» и выбором типа линий из «Панели свойств». Меню выбора типа линий (**штриховая основная**) приведено на рис. 2.5.

Определение невидимых ребер и граней трехгранной призмы приведено на рис. 2.6.

Определение видимости прямой  $l$  начнем с плоскости П1. Прямая  $l_1$  невидима на участке между точками 41 и 51, так как она находится внутри поверхности. От точки 51 вправо прямая  $l_1$  – видимая. Точка 51 видна, так как лежит на пересечении прямой  $l_1$  и отрезка 21–31, который лежит на видимой грани призмы  $B_1'B_1C_1C_1'$ , а на уровне

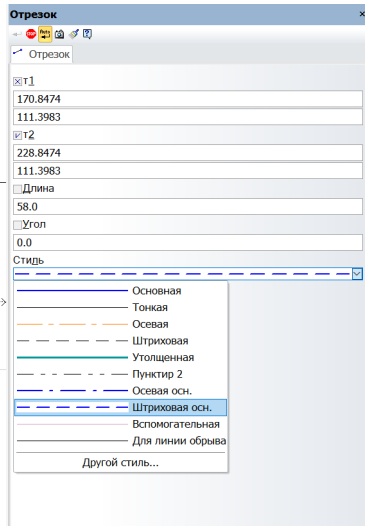


Рис. 2.5. Меню выбора типа линии

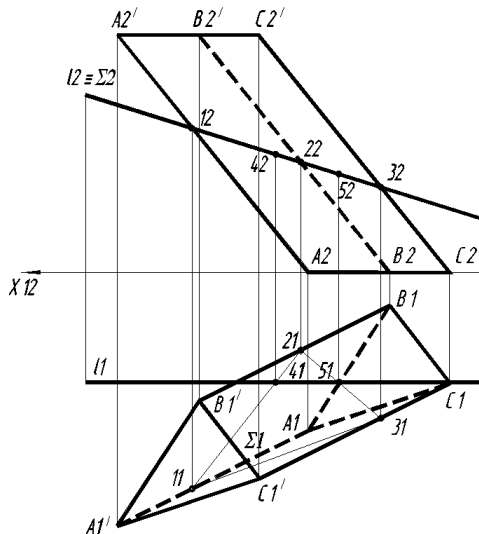


Рис. 2.6. Определение невидимых ребер и граней трехгранной призмы

точки  $C_1$  точка  $B_2$  находится выше точки  $C_2$ . Точка  $4_1$  – невидимая, так как лежит на невидимой грани призмы которой принадлежит отрезок  $1_1-2_1$  (рис. 2.7).

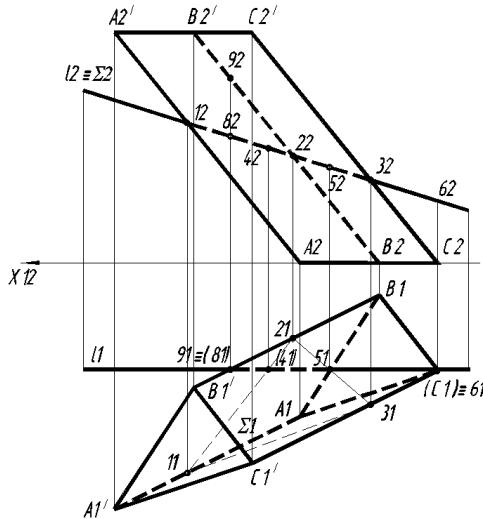


Рис. 2.7. Определение видимости прямых  $l_1$  и  $l_2$

От точки 41 влево до ребра  $B_1B_1'$  прямая  $l_1$  – невидимая, так как точка 81 принадлежащая этой прямой находится ниже точки 91 принадлежащей ребру  $B_1B_1'$ .

Прямая  $l_1$  находится за гранью  $A_1'C_1'C_1A_1$ , поэтому на плоскости  $\Pi_2$  прямая  $l_2$  видна только снаружи очерковой линии трёхгранной призмы  $A_2'C_2'C_2A_2$ . Образец выполненной работы приведен на рис. 2.8.

Рассмотрим пример определение точек пересечения прямой  $l$  с поверхностью наклонного конуса приведенного на рис. 2.9.

Для решения задачи необходимо построить вспомогательную плоскость, которой бы принадлежала прямая  $l$ . Эта плоскость должна так же проходить через вершину конуса  $S$  и основание конуса. Для выполнения этого условия необходимо продлить прямую  $l_2$  до пересечения с осью  $X_{12}$ . Обозначим эту точку 12. Спроецируем эту точку на прямую  $l_1$ , получим точку 11. На прямой  $l_2$  строим точку  $K_2$ , проецируем ее на прямую  $l_1$ , получаем точку  $K_1$ . Через вершину  $S_2$  и точку  $K_2$  проводим прямую до пересечения с осью  $X_{12}$ . Обозначаем эту точку 22. Из точки 22 опустим вниз линию связи. Через вершину  $S_1$  и точку  $K_1$  проводим прямую до пересечения с этой линией связи. Точку пересечения обозначим 21. Соединяем точки 11 и 21. Последовательно соединим тонкой линией точки 11–21– $S_1$  на плоскости  $\Pi_1$ , затем соединим точки 12–22– $S_2$  на плоскости  $\Pi_2$ . По-

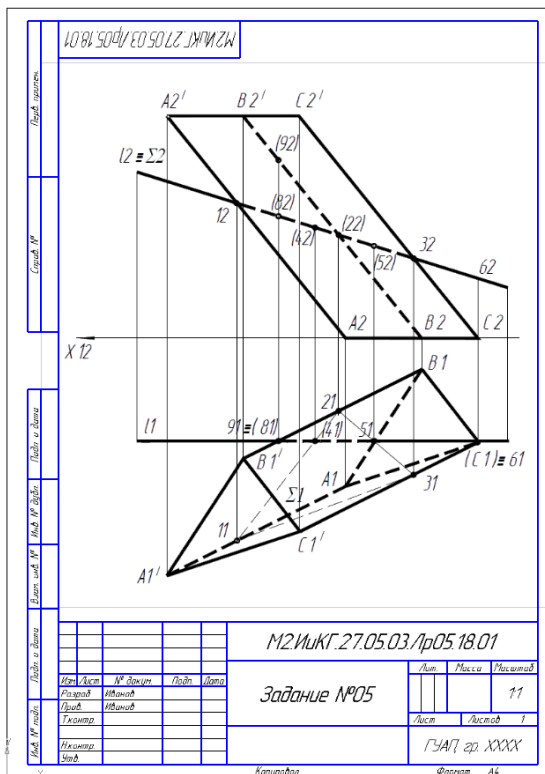


Рис. 2.8. Определение точек пересечения прямой и трехгранной призмы

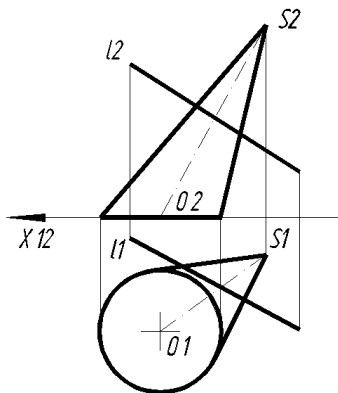


Рис. 2.9. Определение точек пересечения прямой  $l$  с поверхностью наклонного конуса

лучаем вспомогательные плоскости на плоскостях проекций П1 и П2 приведенных на рис. 2.10.

Вспомогательная плоскость  $11-21-S1$  пересекает основание конуса в точках  $31$  и  $41$ . Соединим эти точки с вершиной конуса  $S1$ . Точки пересечения прямых  $31-S1$  и  $41-S1$  и прямой  $l1$  обозначим как  $51$  и  $61$ . Эти точки являются точками пересечения прямой  $l1$  и поверхности конуса. Между точками  $51$  и  $61$  прямая  $l1$  не видима. Видимость прямой  $l1$  относительно точки  $51$  влево и относительно точки  $61$  вправо определяется по видимости точек  $31$  и  $41$ . Для этого проведем диаметр  $D1$ , через центр основания  $O1$ , перпендикулярный оси конуса  $O1-S1$ . Этот диаметр  $D1$  разделяет поверхность наклонного цилиндра на видимую и невидимую стороны. Точка  $31$  лежит левее диаметра  $D1$ , а точка  $41$  правее. Следовательно, точки  $41$  и  $61$  являются невидимыми, а прямая  $l1$  от точки  $61$  до очерковой линии так же невидима. Точки  $31$  и  $51$  являются видимыми, и прямая  $l1$

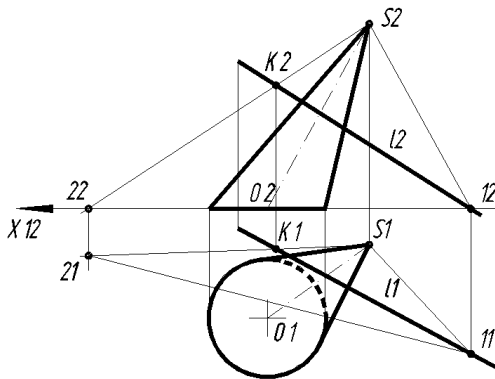


Рис. 2.10. Моделирование вспомогательной плоскости 1-2-S

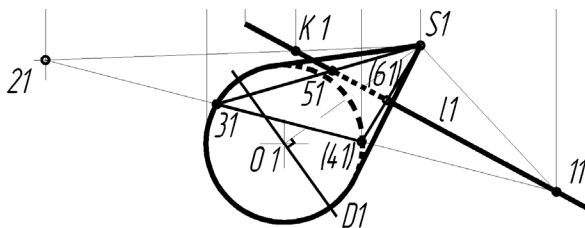


Рис. 2.11. Результат моделирования видимости прямой  $l1$  на плоскости П1

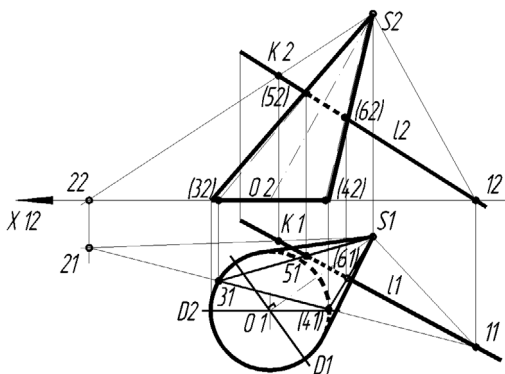


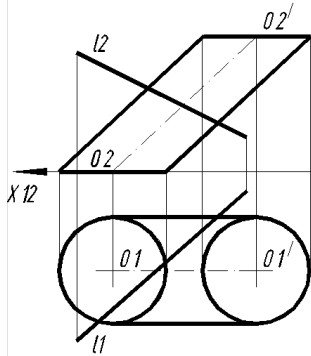
Рис. 2.12. Результат моделирования видимости прямой  $l_2$  на плоскости  $\Pi_2$

от точки 51 до очерковой линии видима. Результат моделирования видимости прямой  $l_1$  на плоскости  $\Pi_1$  приведен на рис. 2.11.

Определим видимость прямой  $l_2$  относительно поверхности конуса на плоскости  $\Pi_2$ . Для этого спроецируем точки 31 и 41 на ось  $X_{12}$ , получим точки 32 и 42. Видимость этих точек определяется диаметром  $D_2$  проходящим через центр основания  $O_1$  конуса параллельно оси  $X_{12}$ . Этот диаметр является для фронтальной проекции поверхности конуса **Главным меридианом**. Точки 31 и 41 оказываются за **Главным меридианом**, следовательно, проекции этих точек 32 и 42 становятся невидимыми. Точки 52 и 62 на плоскости  $\Pi_2$  являются невидимыми, так как они лежат на вспомогательной плоскости 32- $S_2$ -42 находящейся за главным меридианом. Прямая  $l_2$  от точки 52 влево и от точки 62 вправо до очерковой линии конуса так же становятся невидимыми. Результат моделирования видимости прямой  $l_2$  на плоскости  $\Pi_2$  приведен на рис. 2.12.

Рассмотрим пример определение точек пересечения прямой  $l$  с поверхностью наклонного цилиндра приведенного на рис. 2.13.

Для решения задачи необходимо построить вспомогательную плоскость, в которой бы лежала прямая  $l$ . Для выполнения этого условия необходимо продлить прямую  $l_2$  до пересечения с осью  $X_{12}$ . Обозначим эту точку 12. Спроецируем эту точку на прямую  $l_1$ , получим точку 11. На прямой  $l_2$  строим точку  $K_2$ , проецируем ее на прямую  $l_1$ , получаем точку  $K_1$ . Через точку  $K_2$  проводим прямую, параллельную оси цилиндра  $O_2-O_2'$ , до пересечения с осью  $X_{12}$ . Обозначаем эту точку 22. Из точки 22 опустим вниз линию связи. Через точку  $K_1$  проводим прямую, параллельную оси цилиндра  $O_1-O_1'$ ,



*Рис. 2.13. Пример определение точек пересечения прямой  $l$  с поверхностью наклонного цилиндра*

до пересечения с этой линией связи. Точку пересечения обозначим 21. Соединяем точки 11 и 21. Этот отрезок пересекает нижнее основание цилиндра в точках 31 и 41. Из этих точек проводим отрезки параллельные оси цилиндра  $O_1-O_1'$  до пересечения с верхним основанием цилиндра. Новые точки обозначим как 31' и 41'. Соединив точки 31–41–41'–31' получаем вспомогательную плоскость-параллелограмм, в которой лежит прямая  $l_1$ .

Точки пересечение прямых 31–31', прямой 41–41' и прямой  $l_1$  обозначим как 51 и 61. Эти точки являются точками пересечения прямой  $l_1$  и поверхности цилиндра. Между точками 51 и 61 прямая  $l_1$  не видима. Видимость прямой  $l_1$  относительно точки 51 влево и относительно точки 61 вправо определяется по видимости точек 31 и 41. Для этого проведем диаметр  $D_1$ , через центр основания  $O_1$ , перпендикулярный оси цилиндра  $O_1-O_1'$ . Этот диаметр  $D_1$  разделяет поверхность наклонного цилиндра на видимую и невидимую стороны. Точка 31 лежит левее диаметра  $D_1$ , следовательно, точки 31 и 51 являются видимыми. Прямая  $l_1$  от точки 51 до очерковой линии и далее так же видима. Точка 41 лежит правее диаметра  $D_1$ , следовательно точки 41 и 61 являются невидимыми. Прямая  $l_1$  от точки 61 до очерковой линии так же невидима. Результат моделирования видимости прямой  $l_1$  на плоскости  $\Pi_1$  приведен на рис. 2.14.

Определим видимость прямой  $l_2$  относительно поверхности цилиндра на плоскости  $\Pi_2$ . Для этого спроецируем точки 31 и 41 на ось  $X_{12}$ , получим точки 32 и 42. Видимость этих точек определяется диаметром  $D_2$  проходящим через центр основания  $O_1$  цилиндра параллельно оси  $X_{12}$ . Этот диаметр является для фронтальной проек-

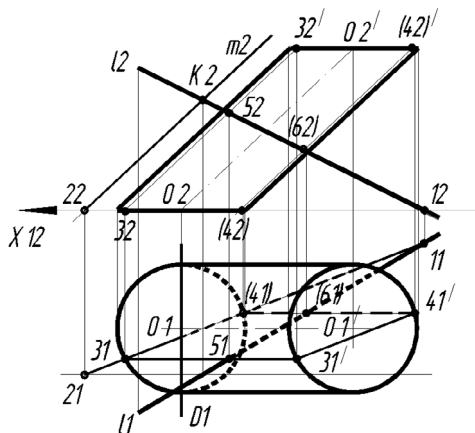


Рис. 2.14. Результат моделирования видимости прямой  $l_1$  на плоскости  $\Pi_1$

ции поверхности цилиндра **Главным меридианом**. Точка 31 лежит перед **Главным меридианом**, следовательно, проекция этой точки 32 становится видимой. Точка 41 лежит за **Главным меридианом**, следовательно, проекция этой точки 42 становится невидимой. Спроецируем точки 31' и 41' на верхнее основание цилиндра. Парно соединяем точки 32 и 32', 42 и 42'. Отрезок 32–32' – видимый, а отрезок 42–42' – невидимый. Проецируемая на прямую 32–32' точка 52 – видимая, а проецируемая на прямую 42–42' – невидимая. Прямая  $l_2$  от точки 52 влево до очерковой линии и далее – видимая. Прямая  $l_2$  от точки 52 до точки 62 и далее до очерковой линии – невидимая, далее – видимая. Результат моделирования видимости прямой  $l_2$  на плоскости  $\Pi_2$  приведен на рис. 2.15.

Рассмотрим пример определение точек пересечения отрезка  $AB$  с поверхностью сферы приведенного на рис. 2.16.

Для решения задачи необходимо построить вспомогательную плоскость, в которой бы находился отрезок  $AB$ . Для выполнения этого условия разрежем сферу на плоскости  $\Pi_1$  горизонтально-проецирующей плоскостью  $S_1$ , совпадающей с отрезком  $A_1B_1$ . Для определения точек пересечения отрезка  $A_1B_1$  с горизонтальной проекцией сферы воспользуемся методом замены плоскостей проекций. Для этого заменим плоскость  $\Pi_2$  на плоскость  $\Pi_4$  таким образом, что бы ось  $X_{14}$  расположилась бы параллельно отрезку  $A_1B_1$ . Спроецируем точки  $A_1$  и  $B_1$  на ось  $X_{14}$ . От точек их пересечения с этой осью отложим ординаты точек  $A_4$  и  $B_4$ , равные расстоянию от точек  $A_2$  и  $B_2$  до оси

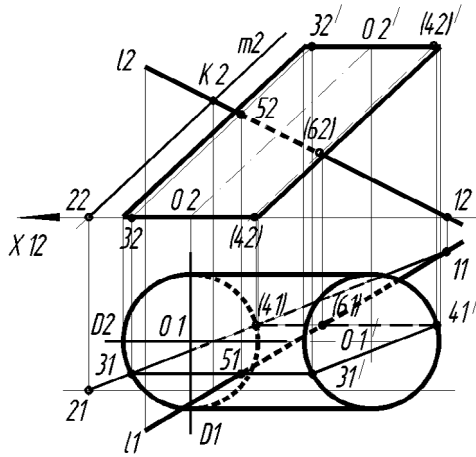


Рис. 2.15. Результат моделирования видимости прямой  $l_2$  на плоскости  $\Pi_2$

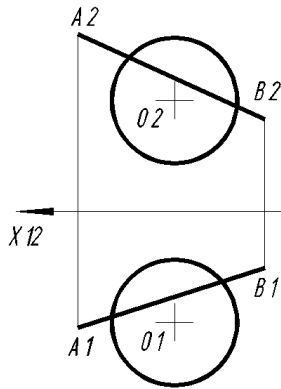


Рис. 2.16. Пример определение точек пересечения отрезка  $AB$  с поверхностью сферы

$X_{12}$  соответственно. Через точки  $A_4$  и  $B_4$  проводим отрезок  $A_4B_4$ . Он является натуральной величиной отрезка  $AB$ .

Плоскость  $S_1$  пересекает сферу с радиусом  $R$  и образует в сечении окружность с радиусом  $r$ . Отрезок  $A_4B_4$  пересекает на плоскости  $\Pi_4$  окружность с радиусом  $r$  в точках  $1_4$  и  $2_4$ . Эти точки являются точками пересечения отрезка  $AB$  и поверхности сферы. Результат моделирования приведен на рис. 2.17.

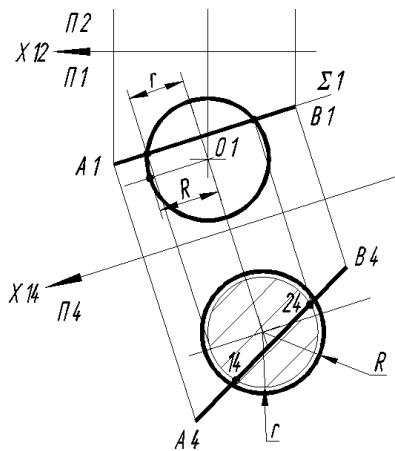


Рис. 2.17. Результат моделирования точек пересечения отрезка AB и поверхности сферы

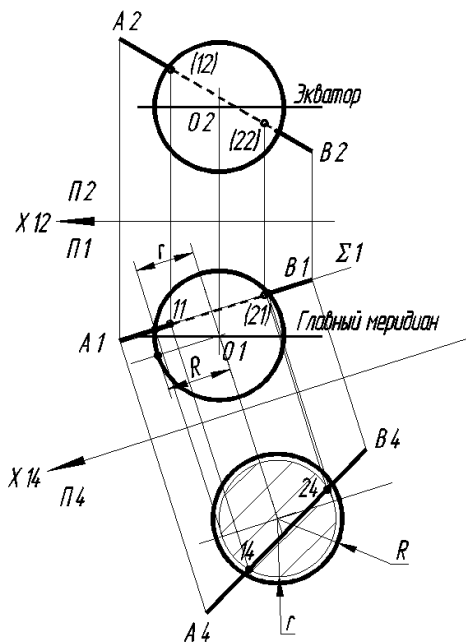


Рис. 2.18. Результат моделирования видимости отрезка AB относительно поверхности сферы

Видимость точек определяется после проецирования точек 14 и 24 на плоскость П1 (получаем точки 11 и 21), затем эти точки проецируем на плоскость П2 (получаем точки 12 и 22). На плоскости П1 через центр сферы  $O_1$  параллельно оси  $X_{12}$  проводим линию **Главного меридиана**. На плоскости П2 через центр сферы  $O_2$  параллельно оси  $X_{12}$  проводим линию **Экватора**. Точка 11 является видимой, так как проекция этой точки 12 на плоскость П2 находится выше **Экватора**. Точка 12 является невидимой, так как проекция этой точки 11 на плоскости П1 находится за **Главным меридианом**. Точка 21 является невидимой, так как проекция этой точки 22 на плоскость П2 находится ниже **Экватора**. Точка 22 является невидимой, так как проекция этой точки 21 на плоскости П1 находится за **Главным меридианом**. Отрезок  $A_1B_1$  от точки  $A_1$  до точки 11 – видимый, а от точки 11 до очерковой линии сферы – невидимый. Отрезок  $A_2B_2$  от точки  $A_2$  до очерковой линии и от точки  $B_2$  до очерковой линии – видимый, а внутри сферы – невидимый. Результат моделирования видимости отрезка  $AB$  относительно поверхности сферы приведен на рис. 2.18.

## 2.6. Задача № 6. Пересечение поверхности плоскостью.

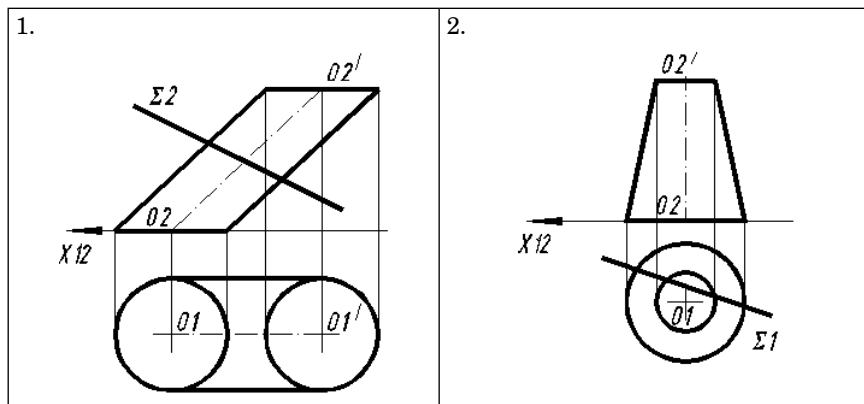
### Определение натуральной величины сечения.

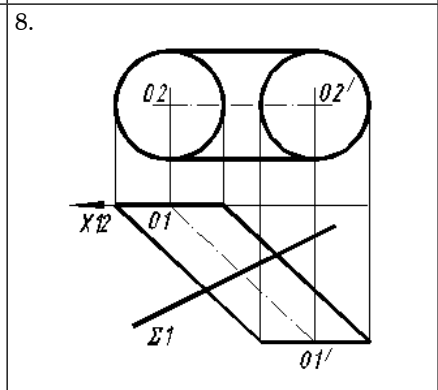
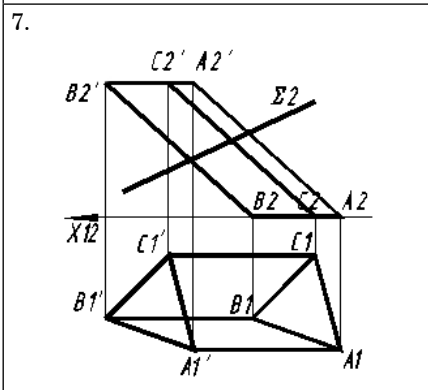
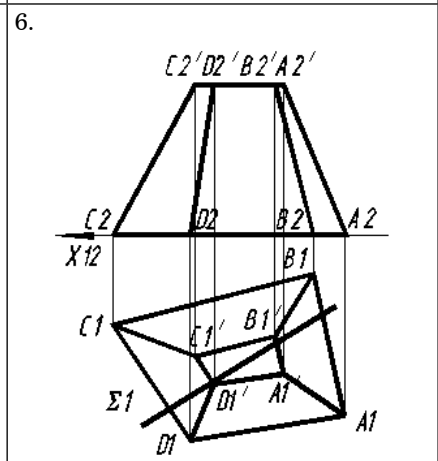
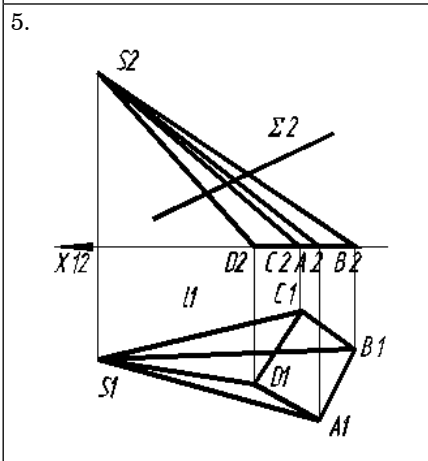
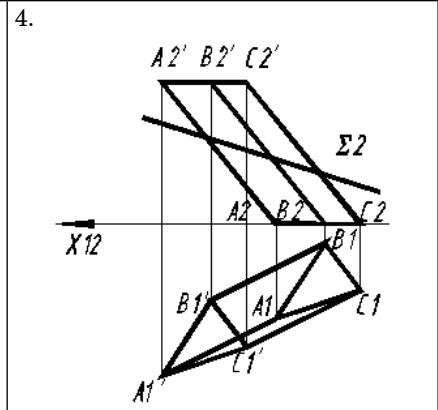
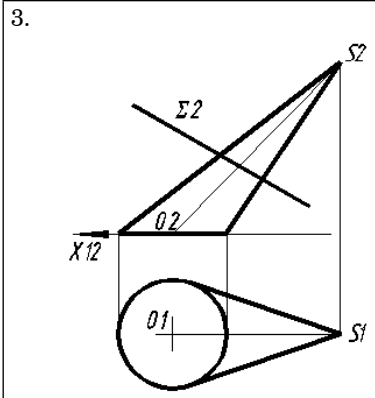
#### Построение разверток поверхностей

*Построить линию пересечения поверхности проецирующей плоскостью  $\Sigma$ . Определить натуральный вид и видимость линии пересечения, видимость поверхности относительно плоскостей проекций. Построить развертку усеченной части поверхности и ее основания.*

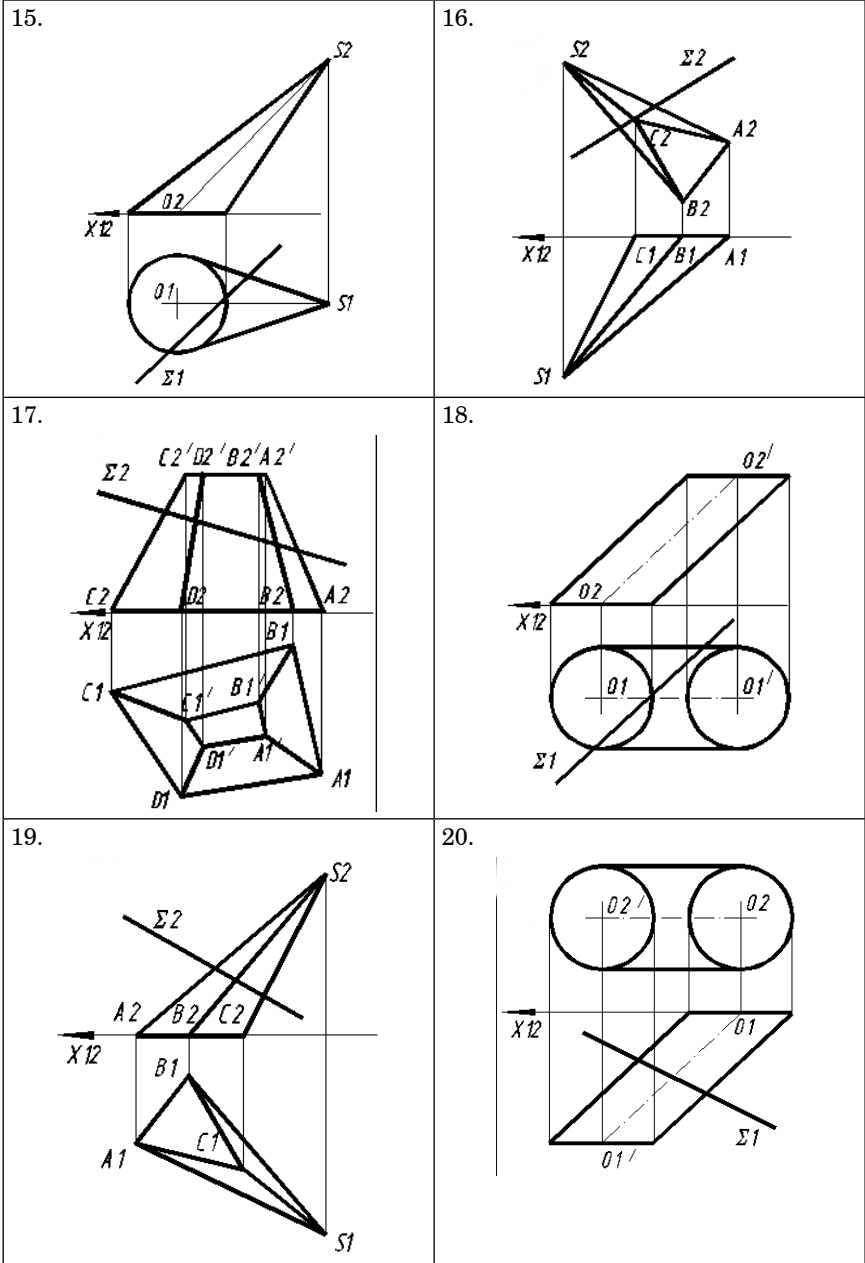
Варианты задания приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

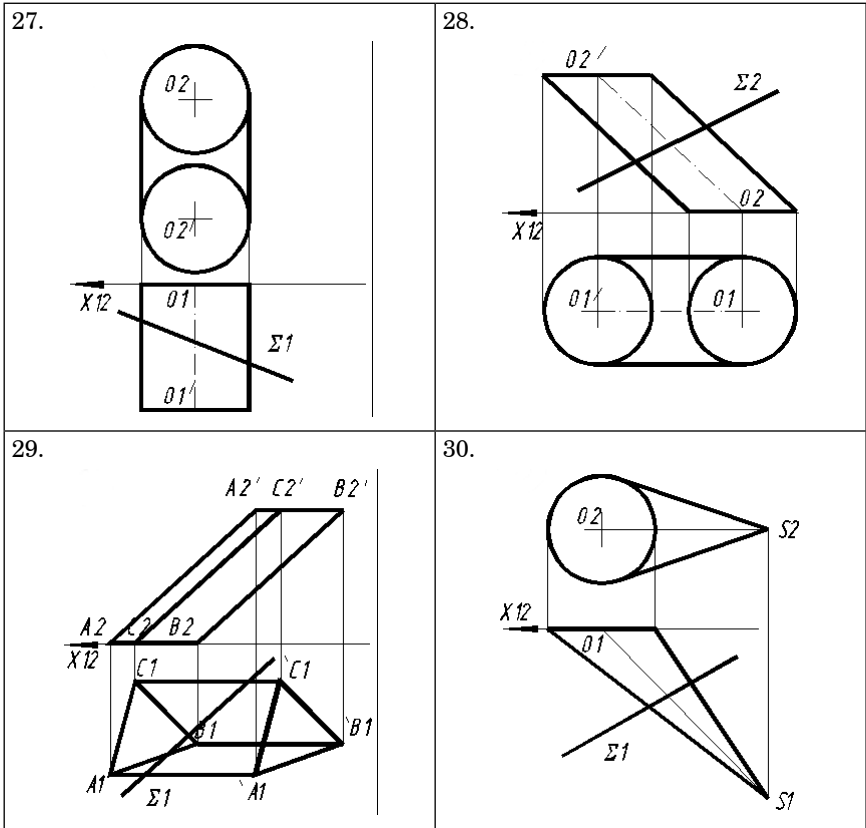




<p>9.</p>	<p>10.</p>
<p>11.</p>	<p>12.</p>
<p>13.</p>	<p>14.</p>



<p>21.</p>	<p>22.</p>
<p>23.</p>	<p>24.</p>
<p>25.</p>	<p>26.</p>



В верхней части электронного шаблона формата А4 шрифтом 5 с помощью команды «Ввод текста» вводится текст задания (рис. 2.19).

С помощью Команды: «Линия-выноска» в режиме **Орто** выполняется Ось  $X_{12}$ .

Вызываем из падающего меню «Вид» опцию «Панели инструментов», затем «Панель свойств» (рис. 2.20).

Вводим координаты начальной и конечной точек линии-выноски:

Первая точка:

X: 50;

Y: 155

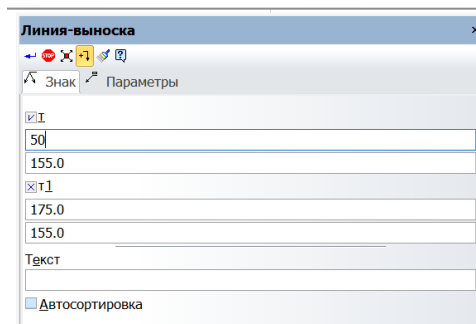
Вторая точка:

X: 175;

Y: 155.

*Построить линию пересечения поверхности проецирующей плоскостью  $\Sigma$ .  
 Определить натуральный вид и видимость линии пересечения, видимость  
 поверхности относительно плоскостей проекций. Построить развертку  
 усеченной части поверхности и ее основания.*

*Рис. 2.19. Нанесение текста задания на электронном шаблоне формата А4*



*Рис. 2.20. Ввод координат с помощью «Панели свойств» команды «Линии-выноски»*

С помощью команды: «**Линия**» изобразим две проекции трехгранной пирамиды с основанием  $ABC$  и пересекающую ее фронтально-проецирующую плоскость  $S_2$  ассоциативно (без точного выбора координат), по образцу задания приведенного на рис. 2.21. Линии связи выполняются с помощью команды: «**Отрезок**» в режиме **Орто** с использованием Объектной привязки **Ближайшая точка**. Шрифтом 5 выполняется обозначение оси  $X_{12}$ .

Определим видимость граней поверхности наклонной трехгранной пирамиды с треугольником  $ABC$  в основании. На плоскости  $\Pi_1$  невидимы – ребро  $B_1C_1$  и грань  $B_1S_1C_1$ . На плоскости  $\Pi_2$  невидимы грани  $A_2S_2B_2$ ,  $B_2S_2C_2$  и ребро  $B_2S_2$ . Результат моделирования приведен на рис. 2.22.

На плоскости  $\Pi_2$  обозначим точки пересечения плоскости  $S_2$  с ребром  $A_2S_2$  – как 12, с ребром  $B_2S_2$  – как 22, с ребром  $C_2S_2$  – как 32. Спроецируем точки 12, 22 и 32 на ребра  $A_1S_1$ ,  $B_1S_1$ ,  $C_1S_1$ , получаем точки 11, 21, 31. Соединив эти точки, получаем проекцию плоскости  $S_1$ , у которой ребро 21–31 невидимо. Точки  $B_2$  и 22 – тоже невидимые. Построение линии пересечения поверхности трехгранной на-

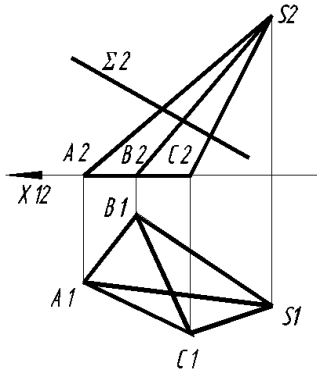


Рис. 2.21. Образец задания на определение линии пересечения поверхности пирамиды проецирующей плоскостью  $S_2$

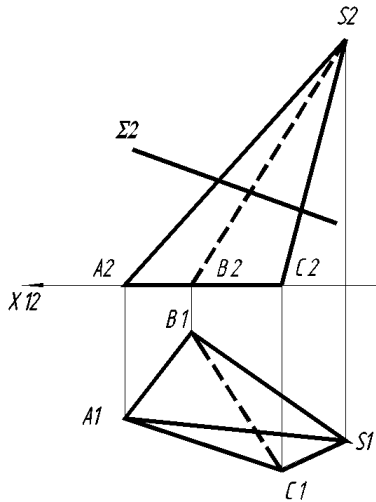


Рис. 2.22. Результат моделирования невидимых ребер и граней

клонной пирамиды плоскостью  $S_2$  и определение видимости ее ребер приведено на рис. 2.23.

Определение натуральной величины сечения поверхности пирамиды (треугольник 11–21–31) произведем, используя метод замены плоскостей проекций. Для этого заменим плоскость  $\Pi_1$  на плоскость  $\Pi_4$ , таким образом, что бы ось  $X_{24}$  располагалась параллельно плоскости  $S_2$ . Проецируем точки 12, 22 и 32 на ось  $X_{24}$ . На плоскости  $\Pi_4$  из этих точек откладываем ординаты точек 14, 24 и 34 длины

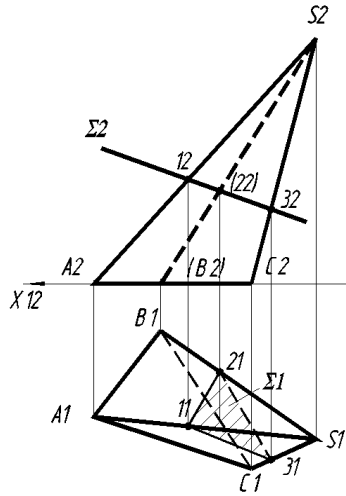


Рис. 2.23. Построение линии пересечения поверхности пирамиды плоскостью  $\Sigma$  и определение видимости ее ребер

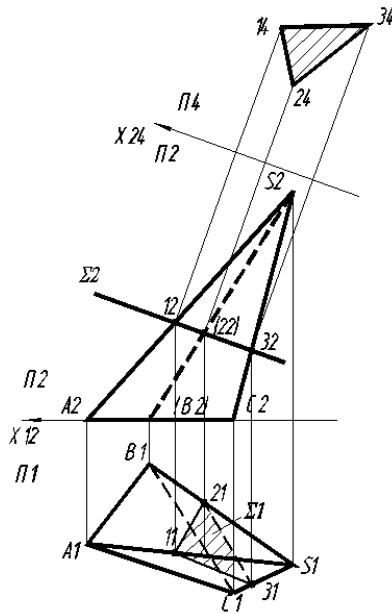


Рис. 2.24. Результат моделирования натурального вида сечения поверхности пирамиды проецирующей плоскостью

которых равны расстояниям от точек 11, 21 и 31 до оси  $X_{12}$  соответственно. Получаем натуральную величину сечения – треугольник 14–24–34. Результат моделирования приведен на рис. 2.24.

Для построения развертки поверхности пирамиды воспользуемся методом триангуляции (рис. 2.25). Высота пирамиды равна –  $H$ . Проведем линию  $S_0-S_1$  равную высоте пирамиды  $H$  на уровне точки  $S_2$ . Точка  $S_1$  лежит на оси  $X_{12}$ . Отложим относительно этой точки вправо отрезки, длины которых равны отрезкам  $S_1A_1$ ,  $S_1B_1$  и  $S_1C_1$  взятым с плоскости  $\Pi_1$ . Соединим точки  $C_1$ ,  $B_1$  и  $A_1$  с точкой  $S_0$ . Получаем натуральные величины ребер  $SC$ ,  $SB$  и  $SA$  соответственно. Эти ребра являются диагоналями прямоугольных треугольников, у которых общим катетом является отрезок  $S_0-S_1$ , равный высоте пирамиды  $H$ . Вторыми катетами являются отрезки  $S_1A_1$ ,  $S_1B_1$  и  $S_1C_1$  взятым с плоскости  $\Pi_1$ . Спроецируем точки 12, 22 и 32 на прямые  $SA$ ,  $SB$  и  $SC$ , получим точки 10, 20 и 30. Эти точки соответствуют их реальному положению на натуральных величинах ребер относительно вершины пирамиды  $S$ .

На плоскости  $\Pi_1$  основание пирамиды, представляющее треугольник  $A_1B_1C_1$ , который соответствует натуральной величине этого треугольника  $A_0B_0C_0$ . Поэтому, его можно использовать в качестве основы для получения развертки поверхности пирамиды. Для этого из

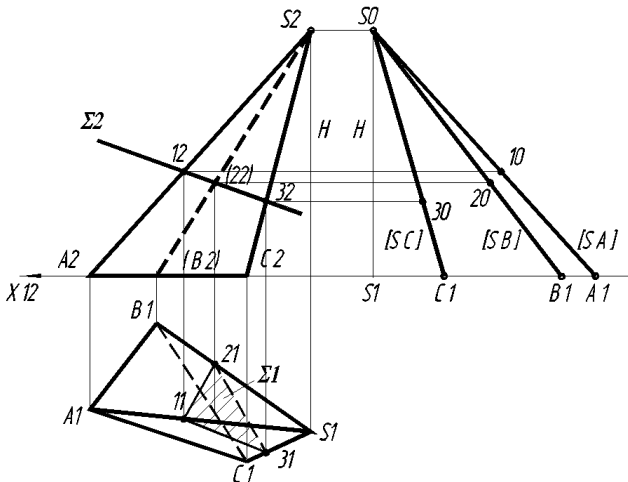


Рис. 2.25. Использование метода триангуляции для получения натуральных величин ребер, используемых для построения развертки поверхности пирамиды

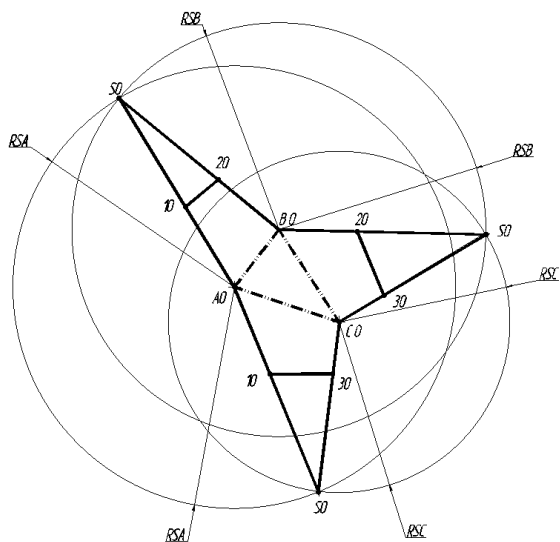


Рис. 2.26. Построение поверхности пирамиды с использованием в качестве основания натуральной величины треугольника

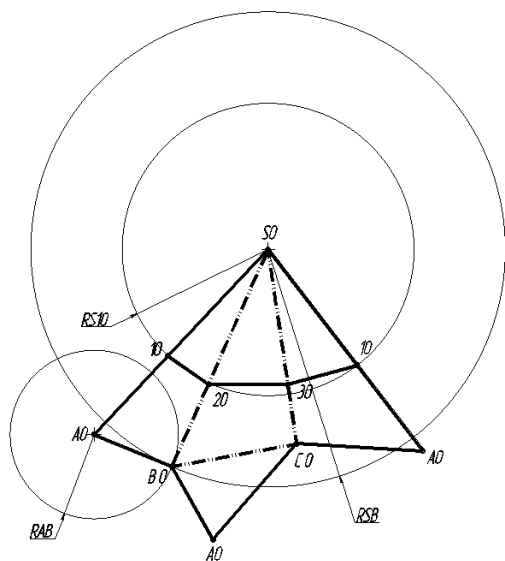


Рис. 2.27. Построение поверхности пирамиды с использованием натуральных величин ребер

точки  $A_0$  проводят окружность радиусом  $R_{SA}$ , из точки  $B_0$  – радиусом  $R_{SB}$ , из точки  $C_0$  – радиусом  $R_{SC}$ . Эти радиусы пересекаются в трех точках  $S_0$ . Из этих точек откладываются точки 10, 20 и 30 соответственно на ребрах  $S_0A_0$ ,  $S_0B_0$  и  $S_0C_0$ . Соединяя точки 10–20, 20–30 и 10–30 получаем изображение усеченной части поверхности рис. 2.26.

Построение развертки поверхности пирамиды можно производить по трем сторонам треугольника относительно любого отрезка, длина которого равна натуральной величине ребра пирамиды или основания. На ребра предварительно наносятся точки 10, 20 и 30. В качестве образца рассмотрим построение развертки относительно ребра  $S_0A_0$  рис. 2.27.

Выбираем точку  $S_0$  и проводим произвольно прямую  $S_0A_0$ . Из точки  $A_0$  строим окружность радиусом  $R_{AB}$ , а из точки  $S_0$  – радиусом  $R_{SB}$ . Эти окружности пересекаются в точке  $B_0$ . Затем, аналогичные построения выполняются относительно точек  $B_0$  и  $C_0$ . Результаты моделирования приведены на рис. 2.27.

Данная работа занимает много места, поэтому допускается использование листов формата А3 и более. Пример выполнения работы приведен на рис. 2.28.

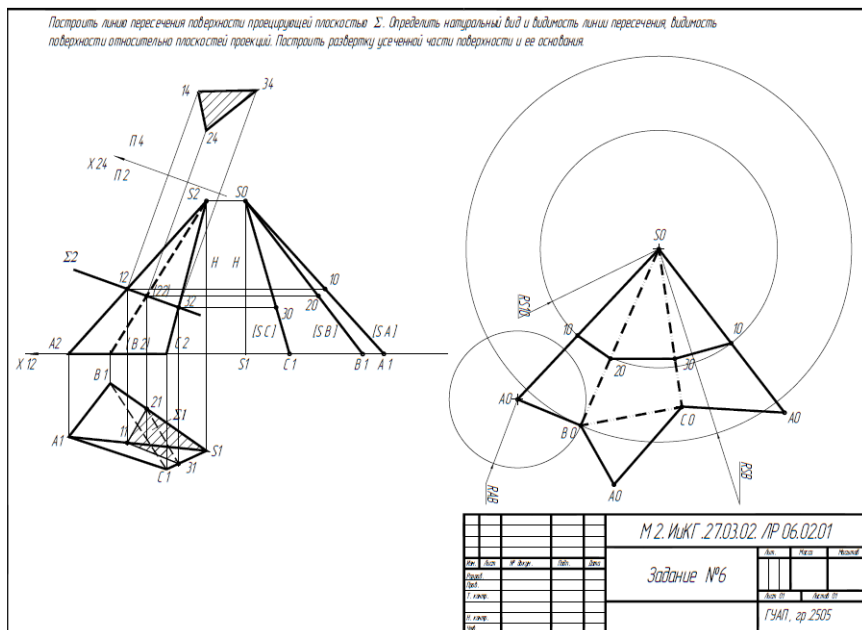


Рис. 2.28. Пример выполнения задания № 6



В случае, если плоскость пересекающая поверхность является плоскостью общего положения, ее необходимо предварительно преобразовать в проецирующую плоскость. Перед началом преобразований необходимо определить какую линию пересечения образует плоскость и поверхность. Самое большое количество вариантов сечений имеет поверхность конуса. На рис. 2.29. приведен пример таких сечений.

Пример определения сечения поверхности конуса и плоскости общего положения приведен на рис. 2.30.

Определение разверток призматических и цилиндрических поверхностей осуществляется с помощью метода раскатки. Для применения этого метода необходимо, чтобы ребра развертываемой поверхности имели натуральную величину. Использование метода раскатки рассмотрим на примере преобразования поверхности наклонного цилиндра (рис. 2.31).

Поделим нижнее и верхнее основание цилиндра на восемь частей с помощью команды: «Точка», опция «Точки по кривой» (рис. 2.32). Обозначим точки деления нижнего основания как: 11–21–31–41–51–61–71–81, а верхнего основания как: 11'–21'–31'–41'–51'–61'–71'–81'. Соединив последовательно эти точки получаем правильные восьмиугольники со стороной  $a$ . Заменяем поверхность наклонного цилиндра на поверхность восьмиугольной наклонной призмы. Определяем видимость ребер и граней призмы на плоскостях проекций. Результат моделирования приведен на рис. 2.33.

Для определения натуральной величины сечения поверхности призмы фронтально-проецирующей плоскостью  $S_2$  обозначим точки пересечения с ребром 32–32' – 92, с ребром 42–42' – 102, с ребром

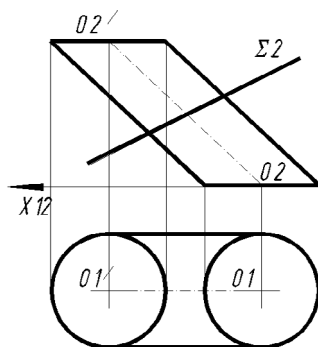


Рис. 2.31. Расположение проекций поверхностей наклонного цилиндра, необходимых для получения развертки ее поверхности

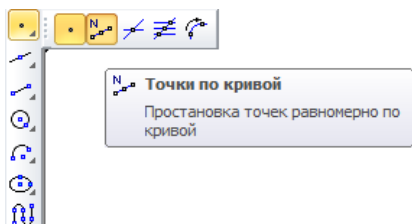


Рис. 2.32. Использование команды «Точка» и опция «Точки по кривой» для разбиения основания цилиндра на равные части

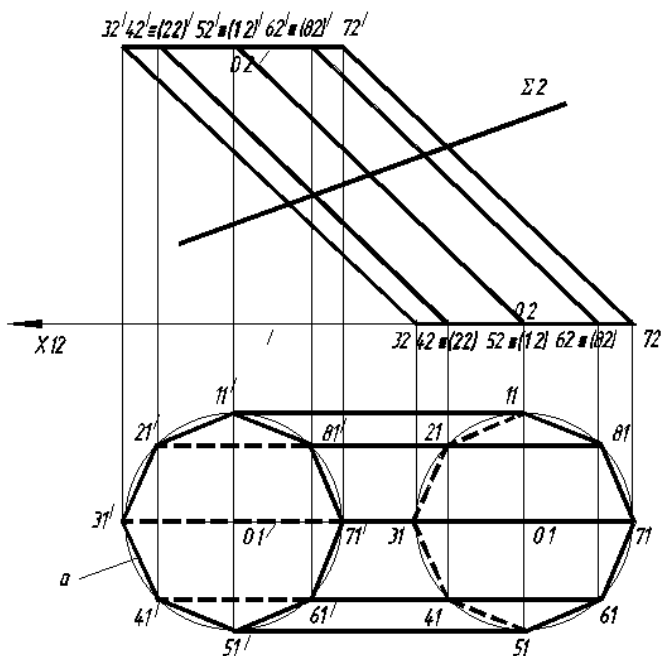


Рис. 2.33. Результат моделирования невидимых ребер и граней поверхности призмы

52–52' – 112, с ребром 62–62' – 122, с ребром 72–72' – 132, с ребром 82–82' – 142, с ребром 12–12' – 152, с ребром 22–22' – 162. Спроецируем эти точки на плоскость П1. Получим кривую сечения (91)–(101)–111–121–131–141–151–(161). Для определения натуральной величины сечения воспользуемся методом замены плоскостей проекций. Заменяем плоскость П1 на плоскость П4 таким образом, что бы ось  $X_{24}$  была расположена параллельно плоскости  $S_2$ . Спроецируем точ-

ки 92–102–112–122–132–(142)–(152)–(162) на ось X24. От точек пересечения отложим ординаты точек (91)–(101)–111–121–131–141–151–(161) равные расстоянию этих точек до оси X12. Последовательно соединенные точки 90–100–110–120–130–140–150–160 на плоскости П4 соответствуют натуральной величине сечения. Описанный вокруг этих точек эллипс соответствует натуральной величине сечения поверхности наклонного цилиндра. Результат моделирования приведен на рис. 2.34.

Для построения развертки поверхности призмы воспользуемся методом раскатки. Проведем из точек, образующих нижнее и верхнее основания призмы направляющие, перпендикулярные ребрам призмы на плоскости П2. Изобразим с помощью команды: «**Окружность**» круг с радиусом  $a$ , равным стороне вписанного восьмиугольника. С помощью команды: **Копировать** копируем круг используя **Объектную привязку** «**Центр**». Совмещаем центр круга с точкой  $72 \equiv 70$ . Копия окружности пересекает направляющую, выходящую из точки (82) в точке 80. Далее

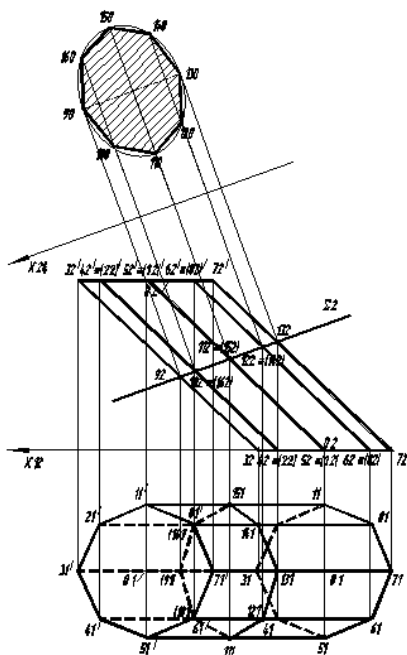


Рис. 2.34. Результат моделирования натуральной величины сечения поверхности вписанной восьмиугольной призмы фронтально проецирующей плоскостью S2

совмещаем центр круга с точкой 80. Копия круга пересекается с направляющей, выходящей из точки (12) в точке 10. Продолжаем копировать круг радиуса  $a$  до пересечения со всеми направляющими выходящими из точек образующих нижнее основание призмы. Получаем точки 20, 30, 40, 50, 60, 70. Последовательно соединяем их с помощью команды: «Линия». Копируем полученную кривую линию с привязкой к точки  $72' \equiv 70'$ , получаем кривую линию  $70'-80'-10'-20'-30'-40'-50'-60'-70'$ . Попарно соединяем точки  $80-80'$ ,  $10-10'$ ,  $20-20'$ ,  $30-30'$ ,  $40-40'$ ,  $50-50'$ ,  $60-60'$ ,  $70-70'$ . Для нанесения точек, соответствующих усеченной части поверхности призмы спроецируем точки  $92-102-112-122-132-(142)-(152)-(162)$  на соответствующие ребра развертки поверхности призмы. Получаем точки  $130-140-150-160-90-100-110-120-130$ . Скопируем нижнее и верхнее основания и совместим их с одним из ребер развертки. Результат моделирования приведен на рис. 2.35.

Данная работа выполняется на листах формата А2 или А3. Пример выполненного задания приведен на рис. 2.36.

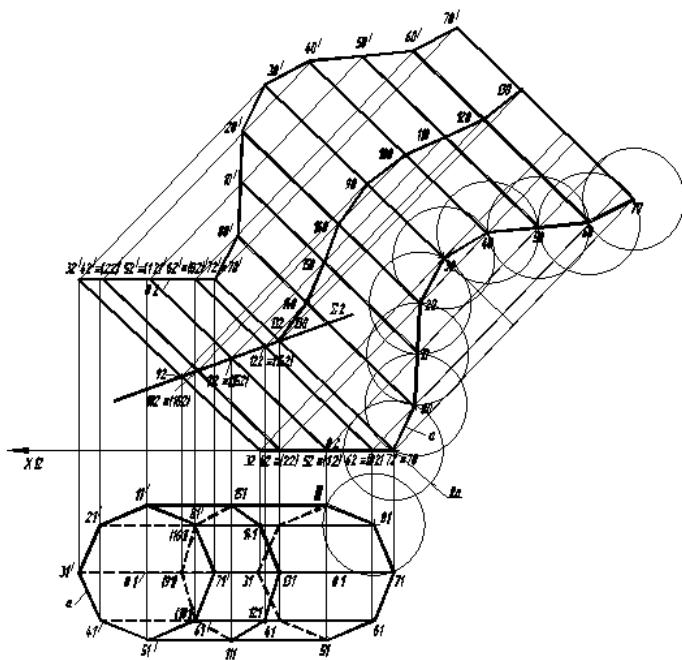
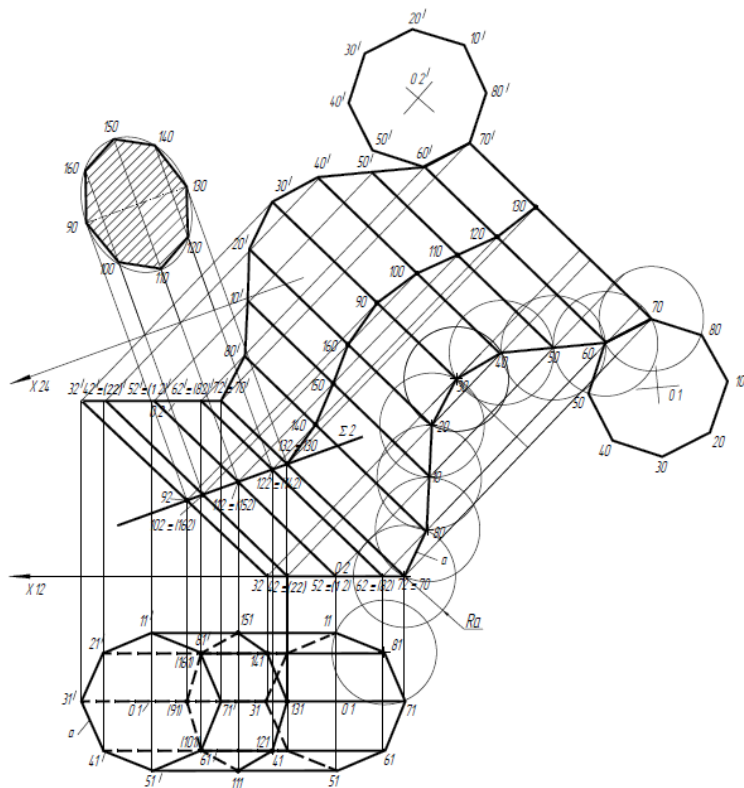


Рис. 2.35. Результат моделирования развертки поверхности восьмиугольной призмы, полученный методом раскатки

Построить линии пересечения поверхности проецирующей плоскостью  $\Sigma$ .  
 Определить натуральный вид и видимость линии пересечения, видимость  
 поверхности относительно плоскостей проекций. Построить развертку  
 усеченной части поверхности и ее основания.



					М 2. МКГ. 27.03.02. ЛР 06.02.01		
Имя	Адрес	№ докум.	Дата	Лист	Задание №6		
И. номер					Лист 01	Листов 01	
И. номер					ГЧАП, зр.2505		

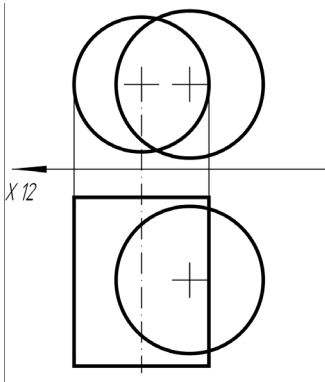
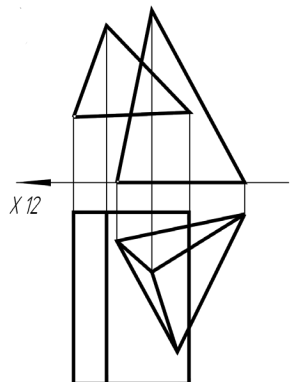
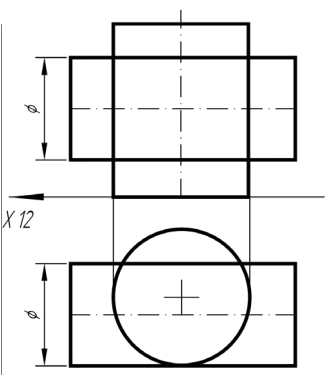
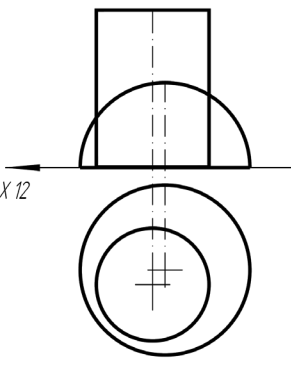
Рис. 2.36. Пример выполнения задания

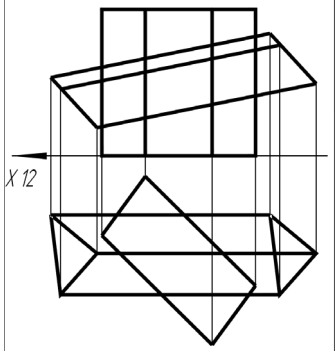
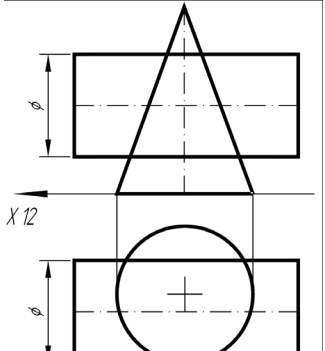
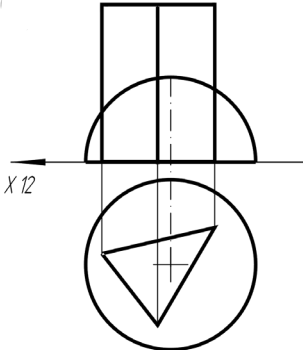
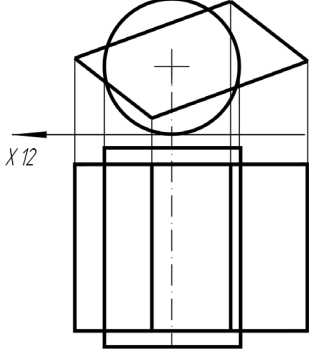
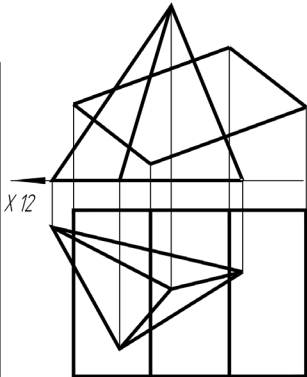
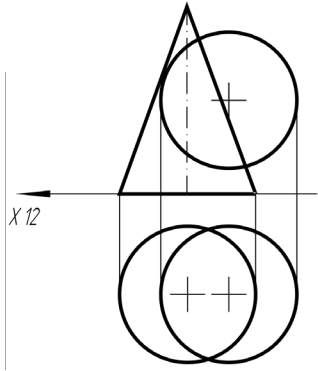
## 2.7. Задача № 7. Определение линий пересечения двух поверхностей

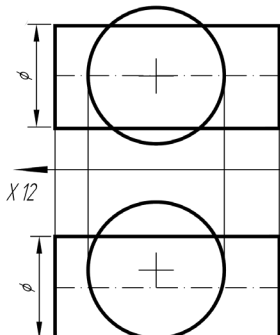
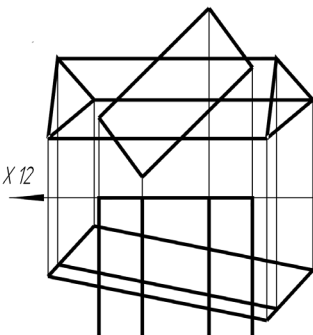
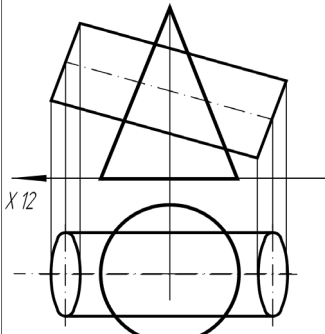
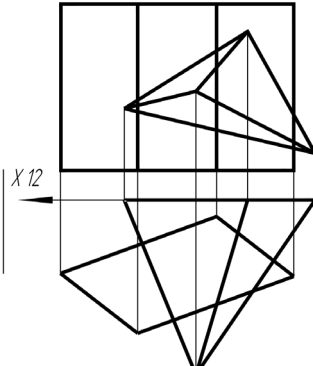
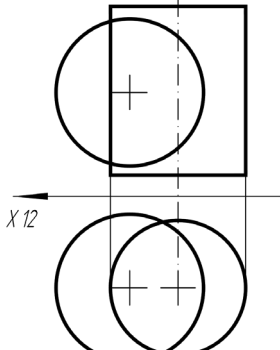
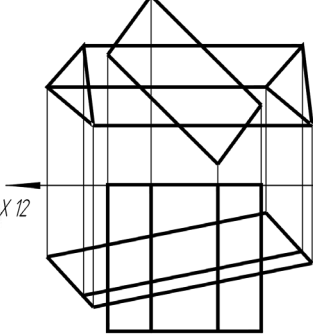
*Построить линию пересечения двух поверхностей. Определить её видимость на плоскостях проекций.*

Варианты задания приведены в табл. 2.7.

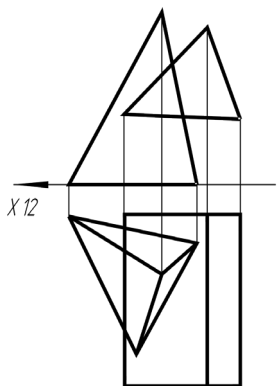
Таблица 2.7

<p>1.</p> 	<p>2.</p> 
<p>3.</p> 	<p>4.</p> 

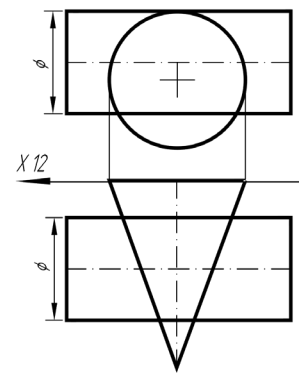
<p>5.</p> 	<p>6.</p> 
<p>7.</p> 	<p>8.</p> 
<p>9.</p> 	<p>10.</p> 

<p>11.</p> 	<p>12.</p> 
<p>13.</p> 	<p>14.</p> 
<p>15.</p> 	<p>16.</p> 

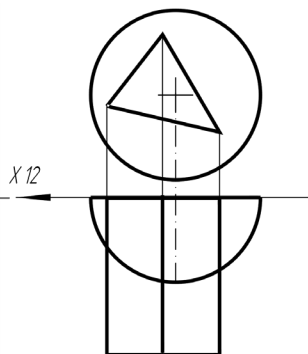
17.



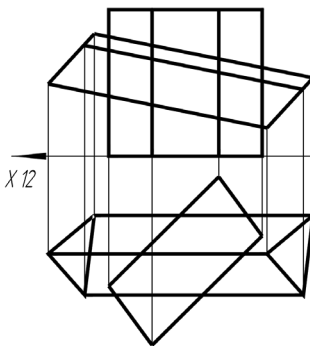
18.



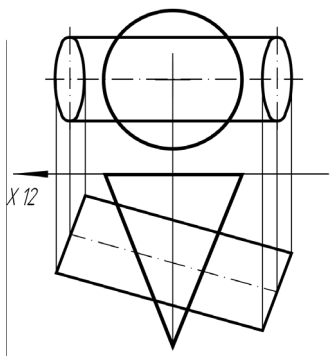
19.



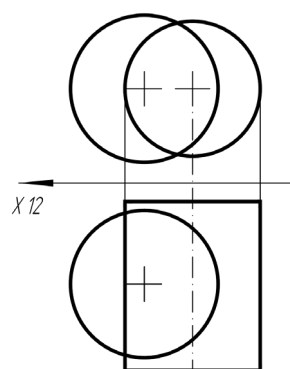
20.

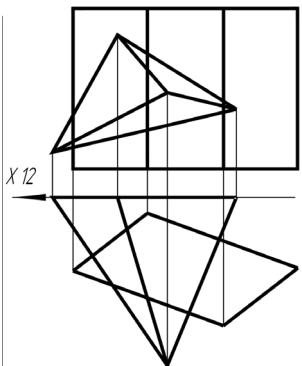
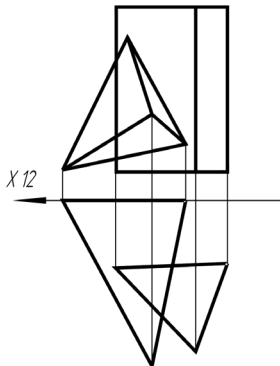
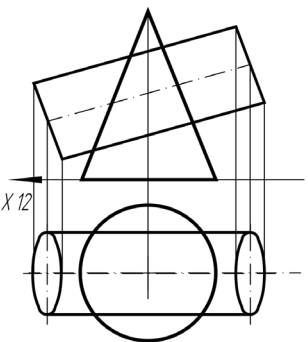
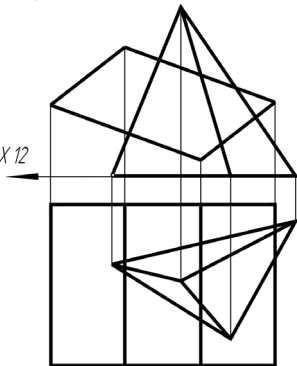
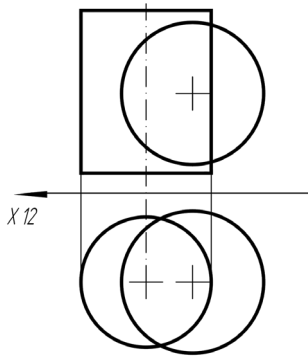
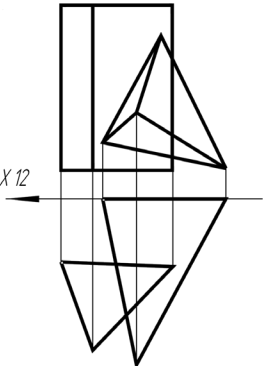


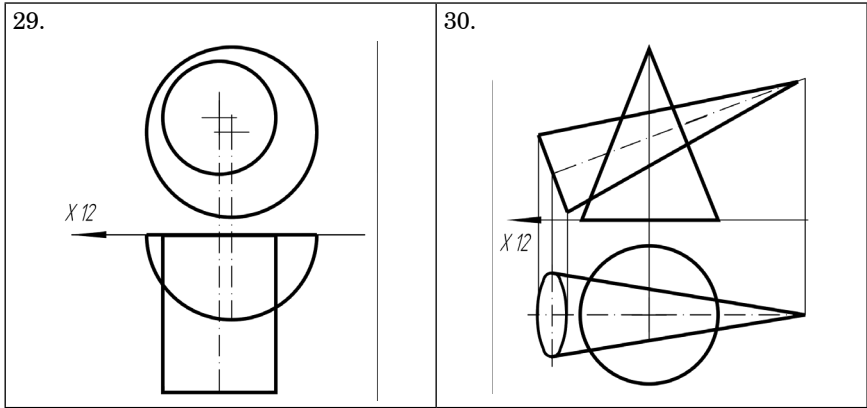
21.



22.



<p>23.</p> 	<p>24.</p> 
<p>25.</p> 	<p>26.</p> 
<p>27.</p> 	<p>28.</p> 



В верхней части электронного шаблона формата А4 шрифтом 5 выполняется текст задания (рис. 2.37).

С помощью Команды: «Линия-выноска» в режиме **Орто** выполняется Ось X12.

Вызываем из падающего меню «Вид» опцию «Панели инструментов», затем «Панель свойств» (рис. 2.38).

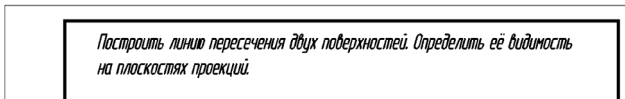


Рис. 2.37. Нанесение текста задания на электронном шаблоне формата А4

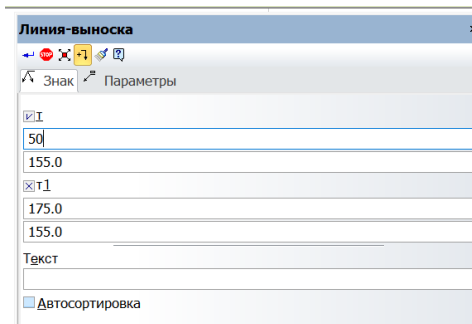


Рис. 2.38. Ввод координат с помощью «Панели свойств» команды «Линии-выноски»

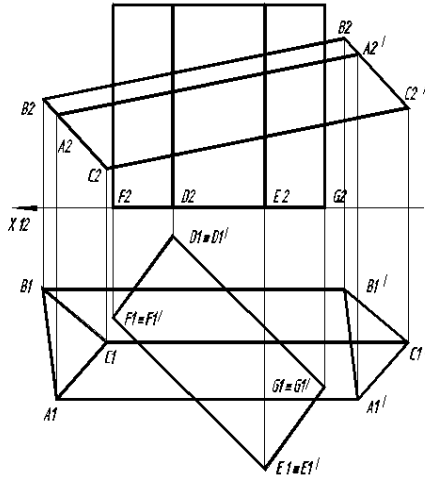


Рис. 2.39. Образец задания № 7

Вводим координаты начальной и конечной точек линии-выноски:

Первая точка:

X: 50;

Y: 155

Вторая точка:

X: 175;

Y: 155.

С помощью команды: «**Линия**» изобразим две проекции двух призм: горизонтально-проецирующей четырехгранной призмы с основанием  $DFEG$  и наклонной трехгранной призмы с основанием  $ABC$  ассоциативно (без точного выбора координат), по образцу задания приведенного на рис. 2.39. Линии связи выполняются с помощью команды: «**Отрезок**» в режиме **Орто** с использованием Объектной привязки **Ближайшая точка**. Шрифтом 5 выполняется обозначение оси  $X1Z1$ .

В данном варианте задания рассмотрим пересечение гранных поверхностей призм. Предварительно определим видимость граней и ребер призм на плоскостях проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . На плоскости  $\Pi_1$  невидимы грани  $B1-B1'-C1'-C1$  и  $C1-C1'-A1'-A1$  и части ребер  $A1-A1'$ ,  $B1-B1'$  и  $C1-C1'$  находящиеся внутри поверхности четырехгранной призмы. На плоскости  $\Pi_2$  невидимо ребро  $D2-D2'$  четырехгранной призмы и частично ребра  $A2-A2'$ ,  $B2-B2'$  и  $C2-C2'$ . Результат приведен на рис. 2.40.

Линия пересечения поверхностей двух призм на плоскости  $\Pi_2$  будет представлять собой входное и выходное отверстия, представляю-

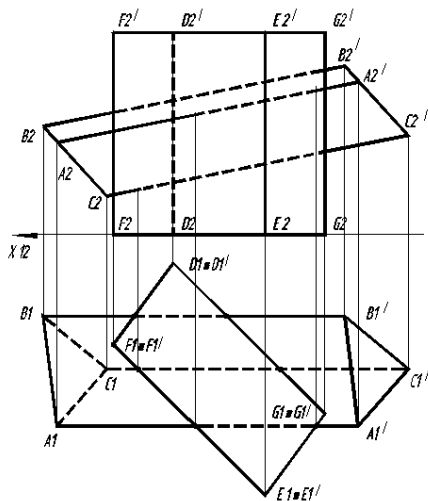


Рис. 2.40. Определение видимости ребер и граней призмы на плоскостях проекций

щие собой ломанные, замкнутые, пространственные контура. На плоскости П1 эти линии совпадают с гранями четырехгранной призмы.

Построение линии пересечения поверхностей начинаем с точки 11 на плоскости П1 и ее проекции – точки (12) на плоскости П2. Из точки 11 выходят два отрезка 11–21 и 11–(31) до пересечения с ребром  $F1-F1'$  четырехгранной призмы. Для определения проекций этих отрезков из точек 21  $\equiv$  (31) производим сечение поверхности трехгранной призмы горизонтально-проецирующей плоскостью параллельно ребру призмы  $B1-B1'$ . Эта плоскость пересекает нижнее основание трехгранной призмы  $A1B1C1$  в точках (41) и 51. Спроецируем эти точки на плоскость П2, получаем точки (42) и 52 соответственно. Из этих точек проводим прямые, параллельные ребру  $B2-B2'$ , до пересечения с ребром  $F2-F2'$  четырехгранной призмы. Обозначим точки пересечения как (22) и (32), обе точки – невидимые, так как находятся на невидимых гранях и ребрах.

Из точки 21 линия пересечения поверхностей проходит до точки 61 по грани  $F1-F1'-E1'-E1$ . На плоскости П2 отрезок 21–61 видимый. Далее линия проходит от точки 61 до точки (71) по этой же грани  $F1-F1'-E1'-E1$ . На плоскости П2 отрезок 62–72 видимый. От точки (71) до точки (31) отрезок (71) – (31) проходит так же по  $F1-F1'-E1'-E1$ . На плоскости П2 отрезок 72–(32) невидимый, так как лежит на невидимой грани трехгранной призмы  $B2-B2'-C2-C2'$ . Соединяем точки (31) и 11, (32) и (12). Отрезок (32) – (12) невидимый. Получаем входное отверстие, представ-

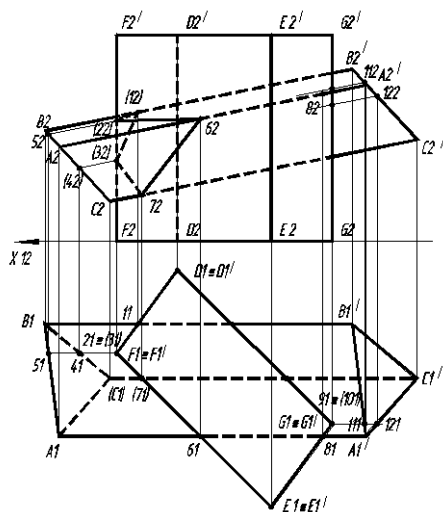


Рис. 2.41. Результат моделирования входного отверстия линии пересечения двух призм

ляющее ломанную, пространственную, замкнутую линию (12)–(32)–72–62–(12). Результат моделирования приведен на рис. 2.41.

Построение выходного отверстия начнем на плоскости  $\Pi_1$  с точки 81, принадлежащей ребру  $A_1-A_1'$  трехгранной призмы. Спроецируем точку 81 на плоскость  $\Pi_2$ , получаем точку 82. Обе точки – видимые. Из этой точки до грани  $G_1-G_1'$  выходят два отрезка: 81–91 по грани  $B_1-B_1'-A_1'-A_1$  и 81–(101) по грани  $C_1-C_1'-A_1'-A_1$ . Для определения проекций этих отрезков на плоскость  $\Pi_2$  из точек  $91 \equiv (101)$  производим сечение поверхности трехгранной призмы горизонтально-проецирующей плоскостью параллельно ребру призмы  $A_1-A_1'$ . Эта плоскость пересекает верхнее основание трехгранной призмы  $A_1'B_1'C_1'$  в точках 111 и 121. Спроецируем эти точки на плоскость  $\Pi_2$ , получаем точки 112 и 122 соответственно. Из этих точек проводим прямые, параллельные ребру  $A_2-A_2'$ , до пересечения с ребром  $G_2-G_2'$  четырехгранной призмы. Обозначим точки пересечения как 92 и 102, обе точки – видимые, так как находятся на видимых гранях и ребрах.

Из точки (101) выходит отрезок (101)–(131) до пересечения с ребром  $C_1-C_1'$ , а из точки 91 выходит отрезок 91–141 до пересечения с ребром  $B_1-B_1'$ . Отрезок от точки (131) до точки 141 замыкает выходное отверстие поверхностей. Спроецируем эти точки на плоскость  $\Pi_2$ . Последовательно соединив точки 82–102–(132)–(142)–92–82 получаем линию выходного отверстия, образованной при пересечении поверхностей призм. Результат моделирования приведен на рис. 2.42.

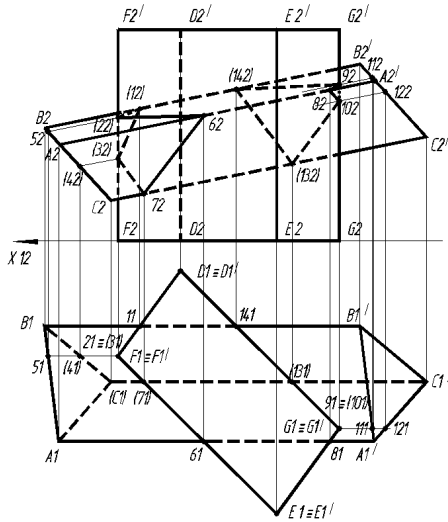


Рис. 2.42. Результат моделирования выходного отверстия линии пересечения двух призм

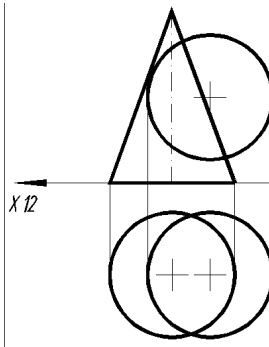


Рис. 2.43. Образец задания на определение линии пересечения поверхностей конуса и сферы

Рассмотрим пример моделирования линии пересечения поверхностей конуса и сферы, представленный на рис. 2.43.

Обозначим точку пересечения очерковой линии поверхности сферы с поверхностью конуса на плоскости П2 как точку 12. Спроецируем ее на плоскость П1 получим точку 11, лежащую на линии главного меридиана сферы. Разрежем поверхности конуса и сферы фронтально-проецирующей плоскостью на уровне 1. На плоскости П1 строим

окружность из центра  $O1Cф$  радиусом  $RCф1$ . Из центра  $O1Кон$  строим окружность радиуса  $RКон1$ . Эти окружности пересекаются в точках 21 и 31. Проецируем эти точки на фронтально-проецирующую плоскость на уровне 1. Получаем точки 22 и (32). Аналогично выполняем построения сечений на уровнях 2, 3, 4, 5 и 6. На плоскости П1 точки пересечения поверхностей с 11 до 91 – видимые, так как они находятся выше или на уровне 4 (соответствующего экватору сферы). Точки с (101) до (141) – невидимые. На плоскости П2 точка 12, далее четные точки с 22 по 122 и точка 142 – видимые, так как на плоскости П1 они находятся на оси главного меридиана или перед ним. Последовательно соединяя точки пересечения плоскостей с помощью команды: «Непрерывный ввод объектов» с опцией «Дуга по трем точкам» (рис. 2.44), получаем замкнутую пространственную кривую линии пересечения поверхностей конуса и сферы. Результат моделирования приведен на рис. 2.45.

Рассмотрим пример моделирования линии пересечения поверхностей двух конусов, представленный на рис. 2.46.

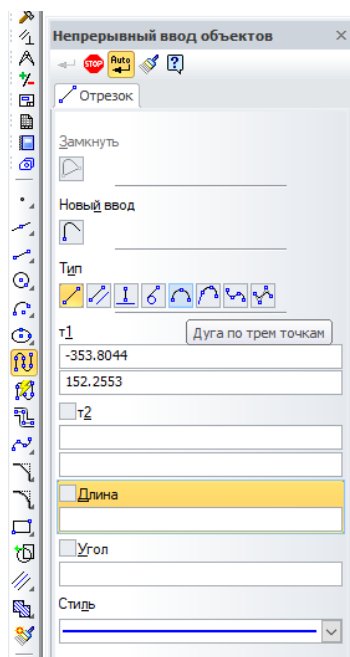


Рис. 2.44. Панель свойств «Непрерывный ввод объектов» с опцией «Дуга по трем точкам»

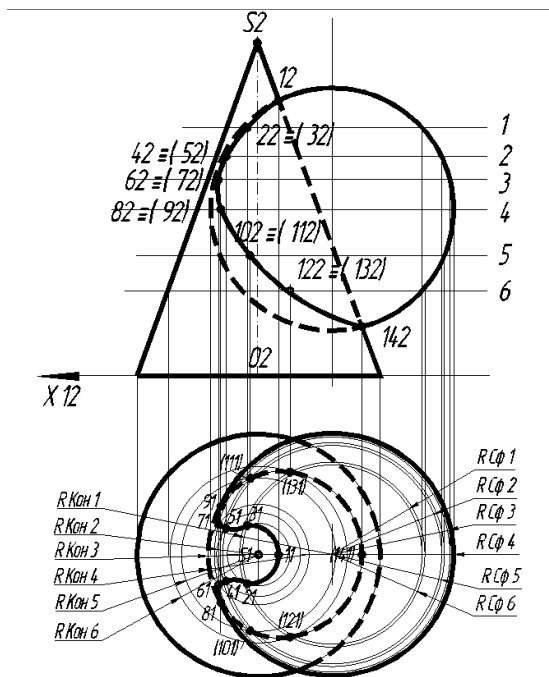


Рис. 2.45. Пример выполнения задания на определение линии пересечения поверхностей конуса и сферы

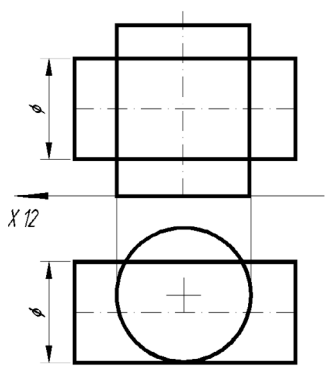


Рис. 2.46. Образец задания на определение линии пересечения поверхностей двух цилиндров

В данном примере один из цилиндров расположен основанием на плоскости П1, а у второго основание параллельно плоскости П3. Они

имеют общую точку соприкосновения поверхностей, которая видна на плоскости П1.

Для определения линии пересечения поверхностей двух цилиндров построим третью плоскость проекций П3. Определим, линию пересечения поверхностей, используя их характерные точки. Начнем построение с точки 11 на плоскости П1, спроецируем ее на плоскости проекций П2 и П3. Получаем точки 12 и 13. Все проекции этой точки – видимые. На плоскости П1 точка 11 является точкой пересечения основания горизонтально-проецирующего цилиндра и очерковой линии профильно-проецирующего цилиндра на высоте его экватора. Выберем точки 21  $\equiv$  (41) и 31  $\equiv$  (51), как точки пересечения очерковой линии основания горизонтально-проецирующего цилиндра и точек лежащих на осевой линии профильно-проецирующего цилиндра. Спроецируем эти точки на плоскость П2 и П3. На плоскости П2 точки 22, 32, 42 и 52 видимые, так как лежат на очерковой линии малого цилиндра, находящейся перед очерковой линией большого цилиндра. Точки 61  $\equiv$  (81) и 71  $\equiv$  (91) выбираем на диаметре большого цилиндра. Проекция этих точек (62), (82), (72) и (92) на плоскости П2 – невидимые, так как лежат на очерковой линии большого цилиндра, которая находится за линией очерковой линией малого цилиндра. Точки 101 и 111 выбираем на плоскости П1 как точки пересечения очерковых линий двух цилиндров. У малого цилиндра эти точки находятся на высоте его экватора. На плоскости П2 точки (102) и (112) – невидимые, так как находятся за очерковой линией большого цилиндра. Последовательно соединяя точки пересечения плоскостей с помощью команды: **«Непрерывный ввод объектов»** с опцией **«Дуга по трем точкам»**, получаем замкнутую пространственную кривую линию пересечения поверхностей двух цилиндров. Данная пространственная кривая носит название «седло». Результат моделирования приведен на рис. 2.47.

При различных вариантах соотношения диаметров цилиндров и их взаимного положения линия их пересечения может существенно изменяться.

Рассмотрим пример моделирования линии пересечения поверхностей конуса и цилиндра, представленный на рис. 2.48.

В данном варианте задания линия пересечения поверхностей представляет собой входное и выходное отверстия, представляющие пространственные замкнутые кривые линии.

Для определения линии пересечения поверхностей конуса и цилиндра воспользуемся способом концентрических сфер. Обозначим точку пересечения осей симметрии конуса и цилиндра на плоскости

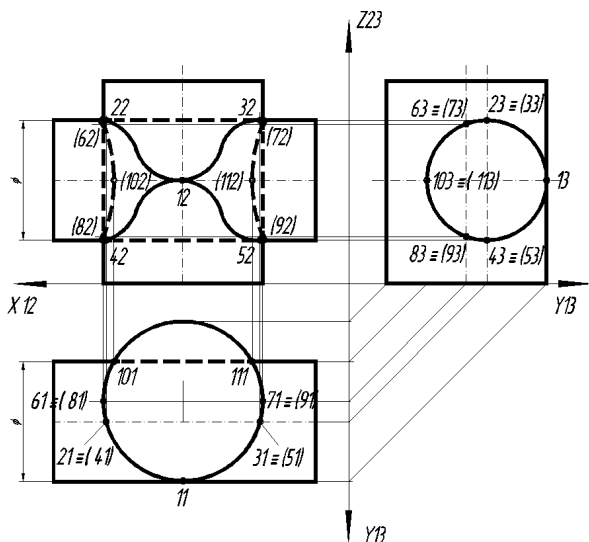


Рис. 2.47. Пример выполнения задания на определение линии пересечения поверхностей двух цилиндров

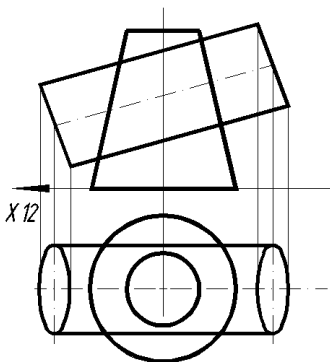


Рис. 2.48. Образец задания на определение линии пересечения поверхностей конуса и цилиндра

П2 как 02. Из этой точки проводим две окружности радиусом  $R_{\text{Кон}}$  и  $R_{\text{Цил}}$ . Очерковые линии поверхностей конуса и цилиндра на плоскости П2 пересекаются в точках 12, 22, 32 и 42. На плоскости П1 эти точки лежат на оси симметрии этих поверхностей. Точки 11 и 31 – видимые, точки (21) и (41) – невидимые, так как лежат ниже диаметра цилиндра являющегося горизонталью.

Радиус  $R_{\text{Кон}}$  равен длине отрезка  $O_2A_2$ . Эта окружность пересекает очерковую линию цилиндра в точках  $C_2, D_2, E_2, F_2$ . Соединим попарно точки  $C_2-D_2, E_2-F_2$ . Эти отрезки образуют сечения поверхности цилиндра, используемые для определения линий пересечения поверхностей.

Из точки  $A_2$  проводим диаметр конуса на высоте точек  $A_2-B_2$ . Сечение конуса, проходящее через отрезок  $A_2B_2$  пересекает сечение цилиндра по прямой  $C_2-D_2$  в точках  $5_2 \equiv (6_2)$ , а сечение по прямой  $E_2-F_2$  в точках  $7_2 \equiv (8_2)$ . Спроецируем точки  $5_2 \equiv (6_2)$  и  $7_2 \equiv (8_2)$  на плоскость  $\Pi_1$ , получаем точки  $5_1, 6_1, 7_1$  и  $8_1$ . На плоскости  $\Pi_1$  эти точки пересекаются с окружностью радиусом  $RA_2B_2$ .

Точность построения линии пересечения поверхностей зависит от количества сечений, образованных вспомогательными сферами различных радиусов. Из точки  $O_2$  проведем окружность радиусом  $O_2-K_2$ . Она пересекает очерковую линию цилиндра в точках  $M_2, N_2$ . Через точку  $K_2$  проведем горизонталь до пересечения с очерковой линией конуса  $K_2-L_2$ . Сечение конуса  $K_2-L_2$  пересекает сечение цилиндра

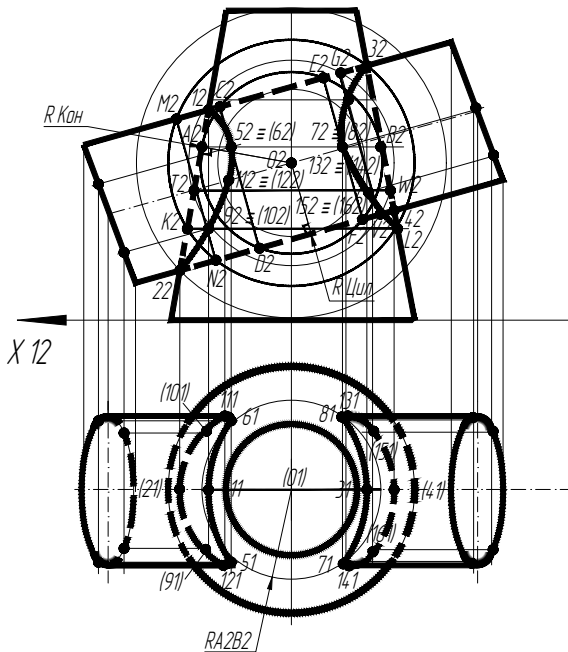


Рис. 2.49. Пример выполнения задания на определение линии пересечения поверхностей конуса и цилиндра

по прямой  $M2-N2$  в точках  $92 \equiv (102)$ . Проецируем эти точки на плоскость  $\Pi_1$ . Аналогично находим точки выходного отверстия  $152 \equiv (162)$  используя для этого прямые  $G2-V2$  и  $T2-W2$  (рис. 2.49).

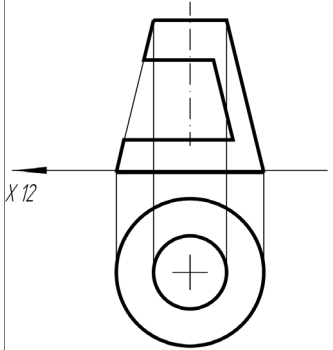
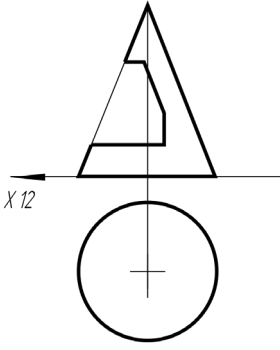
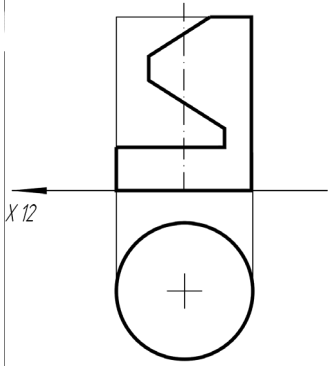
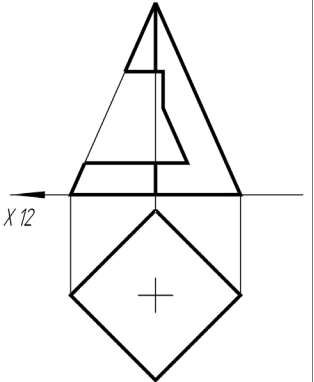
В случае, если радиусы конуса и цилиндра равны  $R_{\text{Кон}} = R_{\text{Цил}}$  линия пересечения поверхностей на плоскости  $\Pi_2$  выглядит как два пересекающихся отрезка  $12-42$  и  $22-32$ .

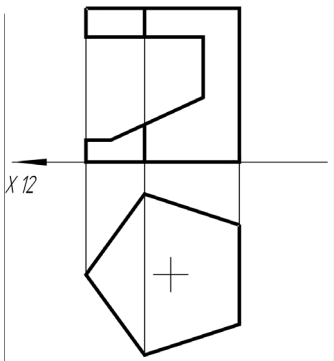
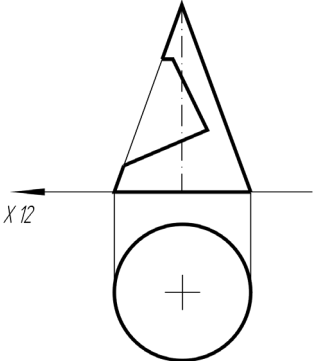
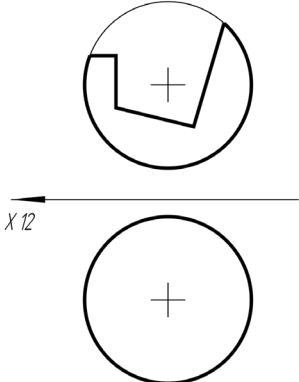
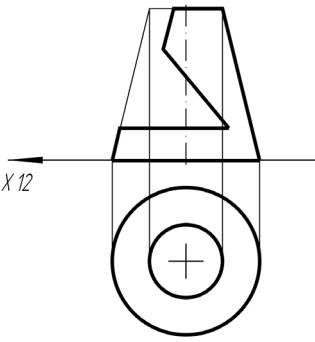
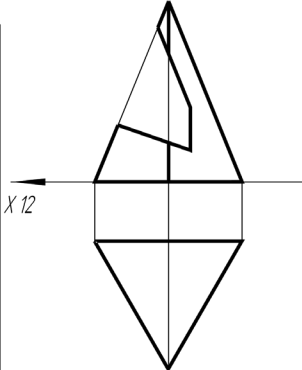
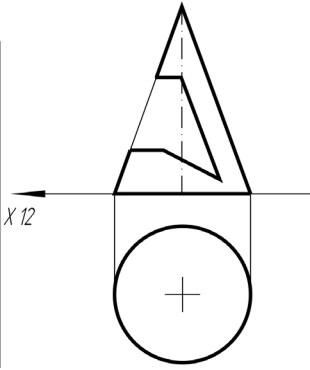
### 2.8. Задача № 8. Аксонометрические проекции

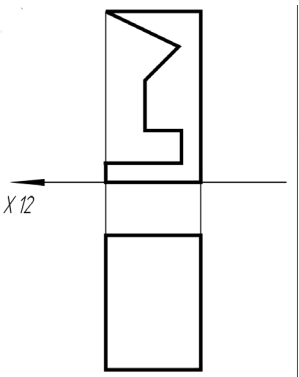
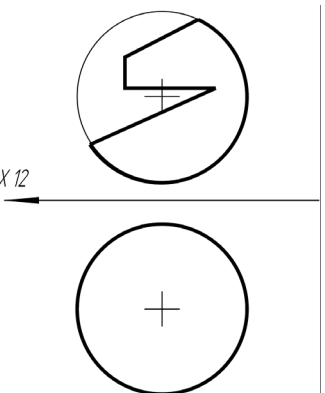
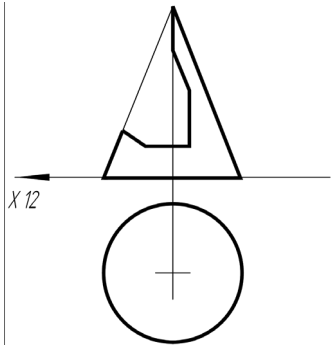
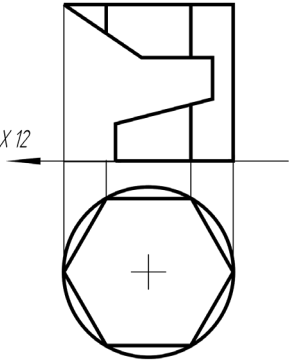
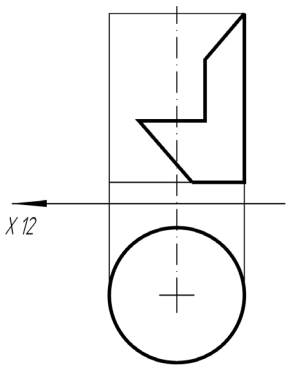
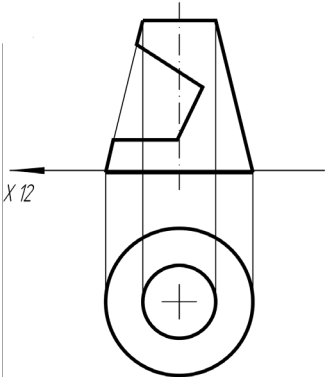
*Построить горизонтальную и профильную проекции тела с вырезами. Построить ортогональную изометрическую проекцию тела в масштабе  $M 1,22:1$ .*

Варианты задания приведены в табл. 2.8.

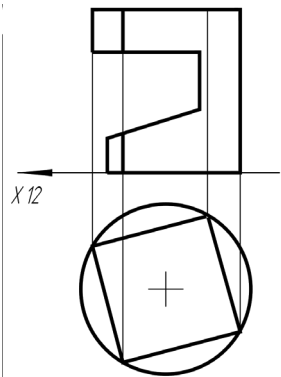
Таблица 2.8

<p>1.</p> 	<p>2.</p> 
<p>3.</p> 	<p>4.</p> 

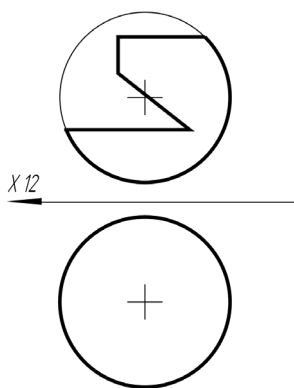
<p>5.</p> 	<p>6.</p> 
<p>7.</p> 	<p>8.</p> 
<p>9.</p> 	<p>10.</p> 

<p>11.</p> 	<p>12.</p> 
<p>13.</p> 	<p>14.</p> 
<p>15.</p> 	<p>16.</p> 

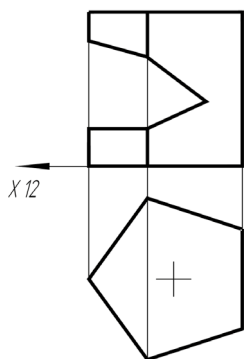
17.



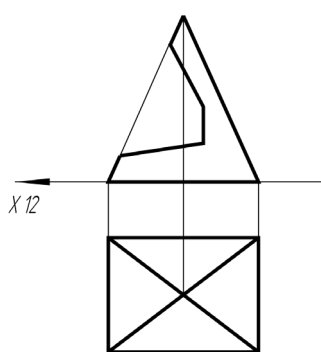
18.



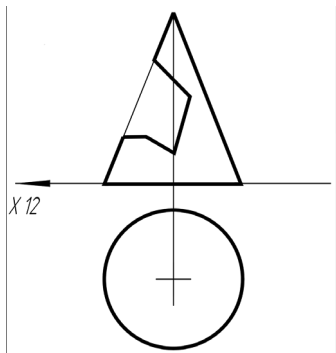
19.



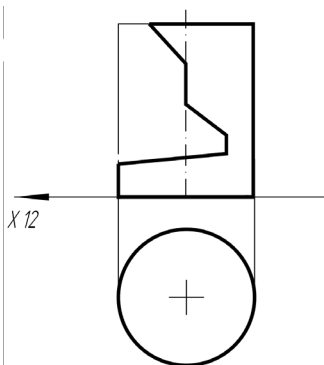
20.



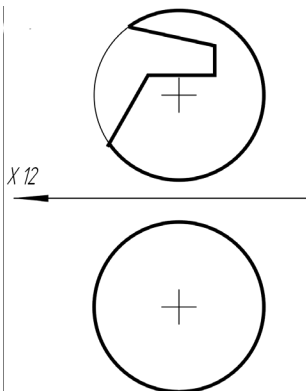
21.



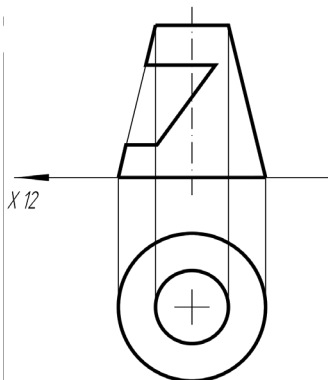
22.



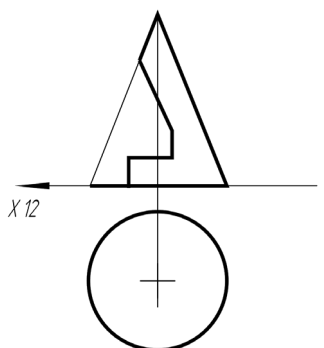
23.



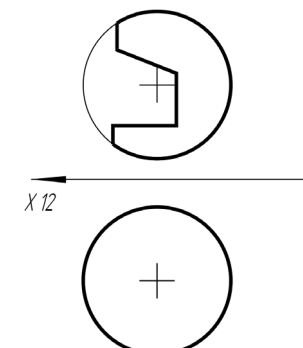
24.



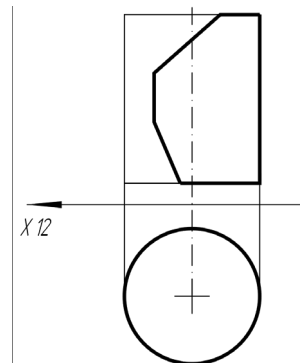
25.



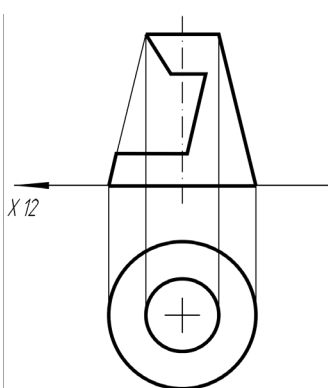
26.

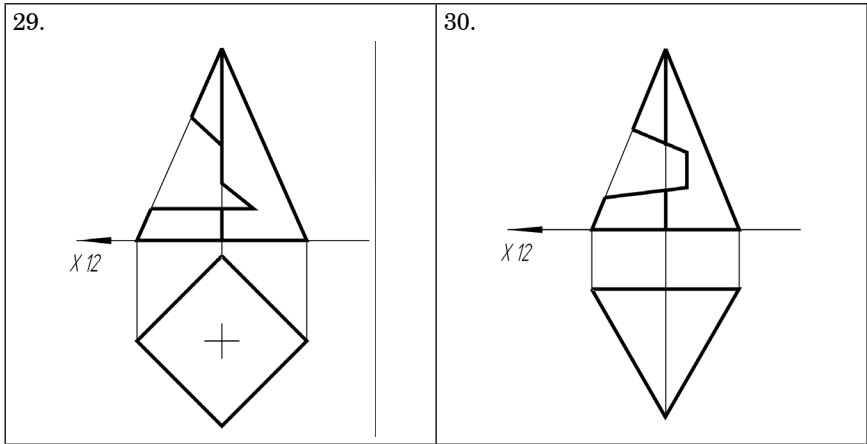


27.



28.





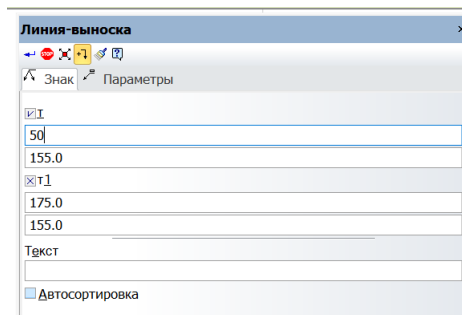
В верхней части электронного шаблона формата А4 шрифтом 5 выполняется текст задания (рис. 2.50).

С помощью Команды: «**Линия-выноска**» в режиме **Орто** выполняется Ось X12.

Вызываем из падающего меню «Вид» опцию «Панели инструментов», затем «Панель свойств» (рис. 2.51).

*Построить горизонтальную и профильную проекции тела. Построить ортогональную изометрическую проекцию тела в масштабе М 1:2:1 с вырезами.*

*Рис. 2.50. Нанесение текста задания на электронном шаблоне формата А4*



*Рис. 2.51. Ввод координат с помощью «Панели свойств» команды «Линии-выноски»*

Вводим координаты начальной и конечной точек линии-выноски для Оси X12:

Первая точка:

X: 50;

Y: 155

Вторая точка:

X: 115;

Y: 155.

Аналогично получаем изображение Оси Y13 (горизонтальной) , Оси Y13 (вертикальной) и Оси Z23.

Вводим координаты начальной и конечной точек линии-выноски для Оси Y13 (горизонтальной):

Первая точка:

X: 175;

Y: 155.

Вторая точка:

X: 115;

Y: 155.

Вводим координаты начальной и конечной точек линии-выноски для Оси Y13 (вертикальной):

Первая точка:

X: 115;

Y: 80.

Вторая точка:

X: 115;

Y: 155.

Вводим координаты начальной и конечной точек линии-выноски для Оси Z23.

Первая точка:

X: 115;

Y: 2255

Вторая точка:

X: 115;

Y: 155.

С помощью команд: «**Линия**» и «**Окружность**» изобразим две проекции конуса ассоциативно (без точного выбора координат), по образцу задания приведенного на рис. 2.52. Линии связи выполняются с помощью команды: «**Отрезок**» в режиме **Орто** с использованием Объектной привязки **Ближайшая точка**. Шрифтом 5 выполняется обозначение оси X12, Y13 и Z23.

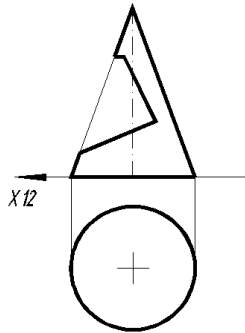


Рис. 2.52. Образец задания № 8

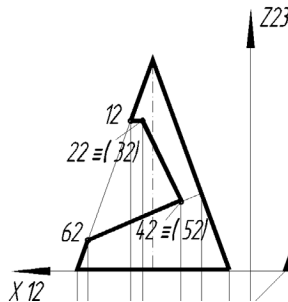


Рис. 2.53. Характерные точки выреза тела конуса

Перенесем образец задания на комплексной чертеж Монжа и обозначим на плоскости П2 характерные точки выреза на теле конуса (рис. 2.53).

Спроецируем точки 12, 22  $\equiv$  (32), 42  $\equiv$  (52) и 62 на плоскость П1. Вырез на поверхности конуса выполнен фронтально-проецирующими плоскостями и образует в сечении три пересекающихся плоских кривых: усеченный эллипс, усеченную окружность и усеченную гиперболу (рис. 2.54). Плоскость сечения образующая усеченный круг проходит на плоскости П2 через точки 12–22–(32). Плоскость сечения образующая усеченный эллипс проходит на плоскости П2 через точки 62–62'. Центр эллипса 0Эл2 совпадает с точками 82  $\equiv$  (72) лежащими на поверхности конуса. Плоскость сечения образующая усеченную параболу проходит на плоскости П2 через точки 22–(32) и 42–(52). Эта плоскость проходит так же через точки 102  $\equiv$  (92) которые лежат на поверхности конуса. Результат построения проекций плоскостей-сечений образующих вырез конуса представлен на рис. 2.48.

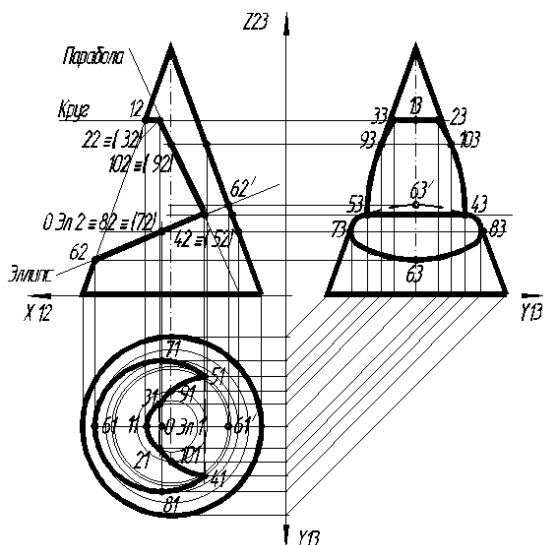


Рис. 2.54. Построение проекций плоскостей-сечений образующих вырез конуса

Построение осей ортогональной изометрической системы координат осуществляется в **Изометрическом режиме**. Для этого выбираем из падающего меню «Сетка» опции «Настроить параметры» и «Текущее окно», в котором выбираем режим «Изометрия» (рис. 2.55).

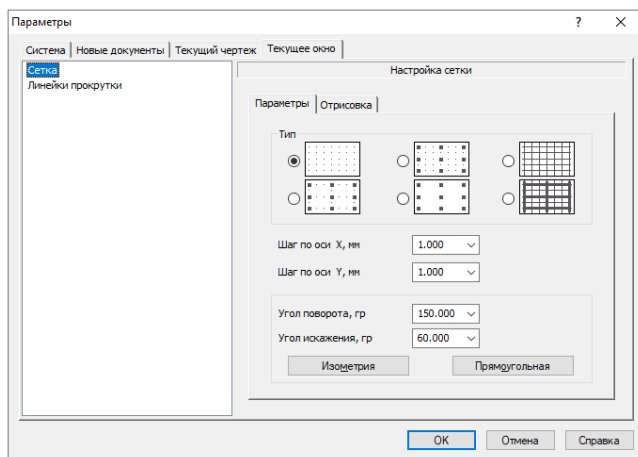


Рис. 2.55. Окно выбора параметров и режима сетки

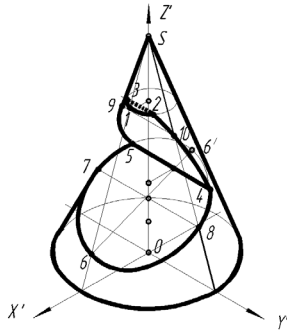


Рис. 2.56. Пример переноса координат точек из комплексного чертежа Монжа в изометрическую систему координат

М2ИМКГ.27.05.03.Пр08.15.01

Построить горизонтальную и профильную проекции тела. Построить ортогональную изометрическую проекцию тела в масштабе  $M 1:2:1$  с вырезками.

М2ИМКГ.27.05.03.Пр08.15.01

Лист	Листа	№ докум.	Подп.	Дата	М2ИМКГ.27.05.03.Пр08.15.01		
Задание №08					Лист	Листов	Масштаб
Исполн.	Провер.	Исполн.	Провер.	Дата		11	
Исполн.	Провер.	Исполн.	Провер.	Дата	Лист	Листов	?
Исполн.	Провер.	Исполн.	Провер.	Дата	ГЭИП г.р. XXXX		

Калиграфия      Формат А4

Рис. 2.57. Пример выполнения задания № 8





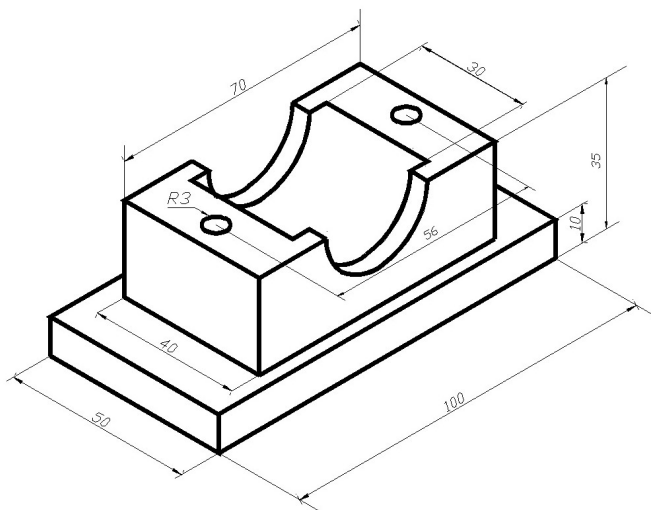


Рис. 2.58. Пример варианта задания № 9

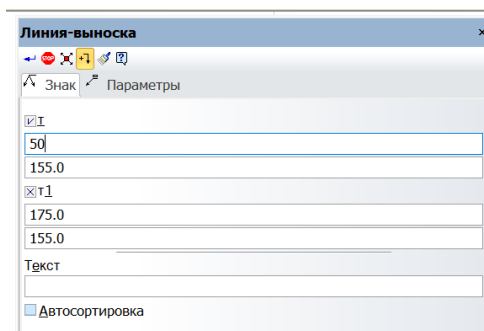


Рис. 2.59. Ввод координат с помощью «Панели свойств» команды «Линии-выноски»

Вызываем из падающего меню «Вид» опцию «Панели инструментов», затем «Панель свойств» (рис. 2.59).

Вводим координаты начальной и конечной точек линии-выноски:

Первая точка:

X: 50;

Y: 155

Вторая точка:

X: 175;

Y: 155.

Выполним очерк главного вида детали с помощью команды «**Линия**», опция **отрезок**.

Выбираем координаты начальной точки:

$X = 85, Y = 155;$

Вторая точка:

$X = 185, Y = 155;$

Третья точка:

$X = 185, Y = 165;$

Четвертая точка:

$X = 170, Y = 165;$

Пятая точка:

$X = 170, Y = 190;$

Шестая точка:

$X = 150, Y = 190;$

Далее переходим к изображению дуги с помощью команды «**дуга**» задаем координаты центра дуги:

$X = 135, Y = 190.$

Вводом следующих координат, соответствующих исходному чертежу, завершаем прорисовку левой части главного вида детали (рис. 2.60).

Простановка размеров осуществляется с помощью команды «**Размеры**» и опций **Линейный размер** и **Радиальный размер**. Пример простановки линейного размера приведен на рис. 2.61.

Выбор допуска размера осуществляется из меню «**Задание размерной надписи**» после двукратного нажатия левой кнопки мышки на тексте размера. В случае выполнения чертежей без допусков отключается окно «**Допуск**» (рис. 2.62).

Для простановки диаметральных и радиальных размеров соответствующих условию ISO-25 (выполнение размерного числа на

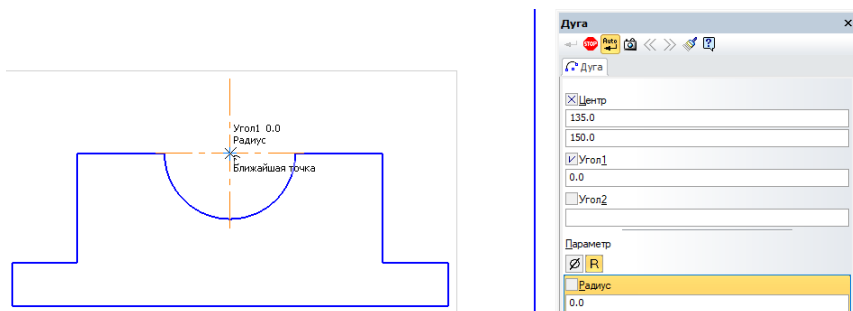


Рис. 2.60. Прорисовка главного вида детали

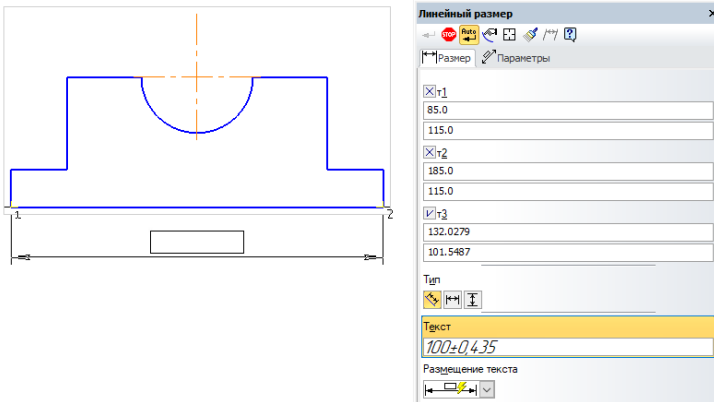


Рис. 2.61. Пример протановки линейного размера

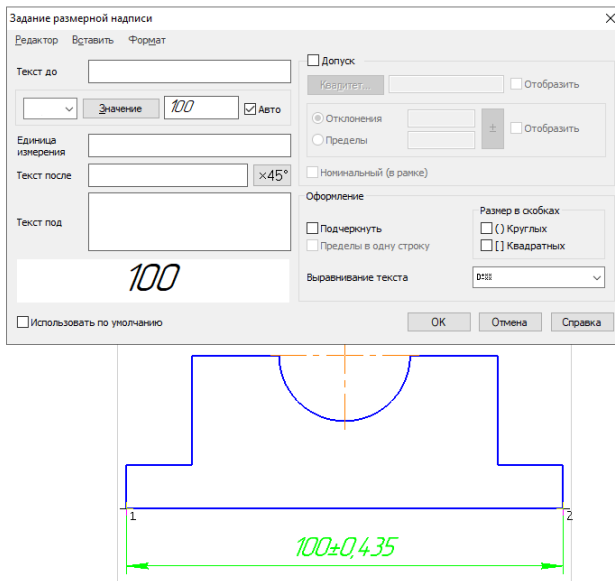


Рис. 2.62. Окно включения/выключения режима «Допуск» на размерах

горизонтальной полке) производится с помощью меню, которое вызывается нажатием левой кнопки мышки на размерном числе R15 (рис. 2.63).

Результат моделирования главного вида детали с размерами приведен на рис. 2.64.

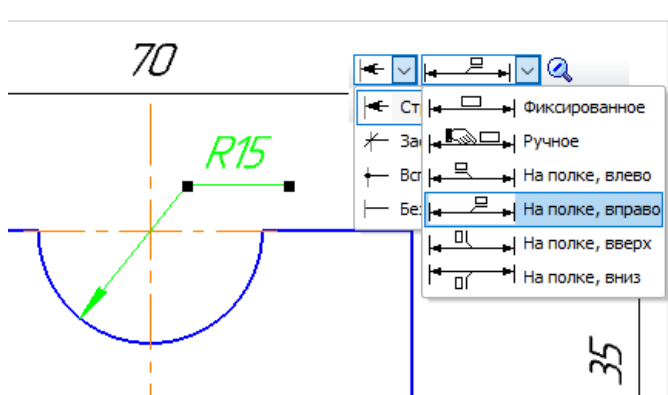


Рис. 2.63. Окно включения режима ISO-25 при установке диаметральных и радиальных размеров

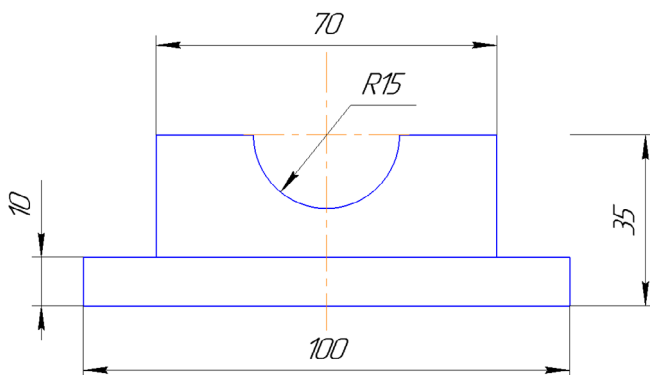


Рис. 2.64. Главный вид детали с размерами

Для изображения фронтального разреза А-А на главном виде необходимо мысленно разрезать деталь на виде сверху по оси симметрии параллельно оси X12. Тело детали, лежащее в плоскости разреза, штрихуется, пустоты не штрихуются.

Штриховка на чертеже выполняется с помощью команды «Штриховка». Настройки осуществляются с помощью панели свойств (рис. 2.65).

Необходимо учитывать, что данная деталь на главном виде – симметричная, поэтому её главный вид должен совмещать половину вида с половиной разреза. Результат моделирования главного вида детали с разрезом и размерами приведен на рис. 2.66.

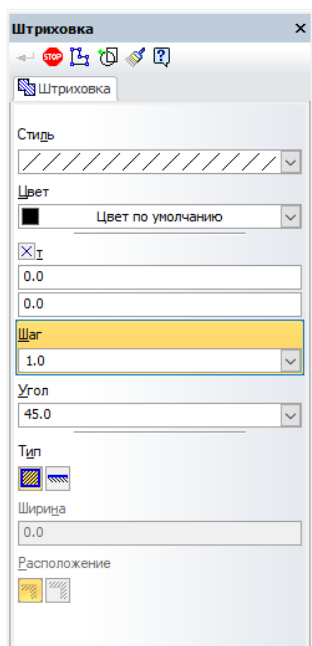


Рис. 2.65. Панель свойств «Штриховка»

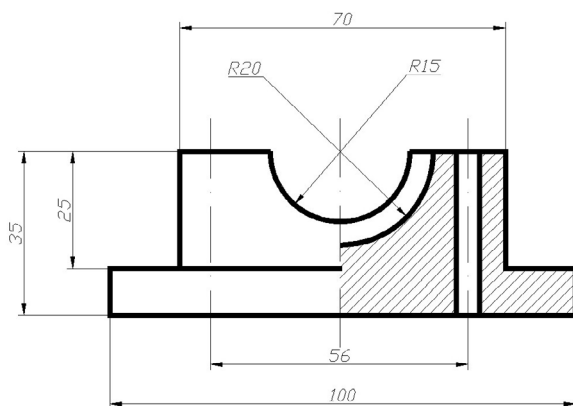


Рис. 2.66. Результат моделирования главного вида детали с разрезом и размерами

Результат моделирования детали (вид сверху) и нанесения размеров приведен на рис. 2.67.

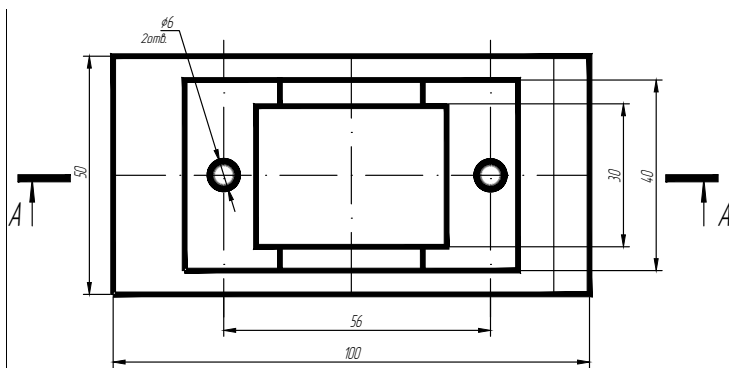


Рис. 2.67. Результат моделирования детали (вид сверху) с размерами

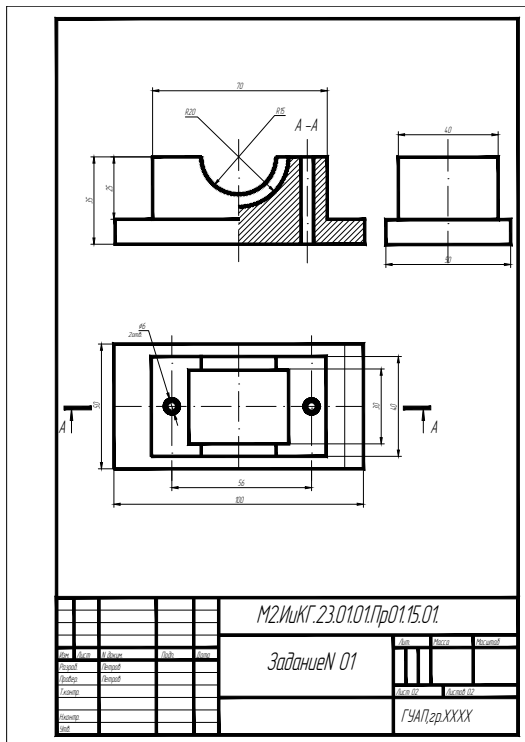


Рис. 2.68. Результат моделирования трех видов детали с размерами и фронтальным разрезом А-А в формате А4

Результат моделирования трех видов детали с размерами и фронтальным разрезом А-А в формате А4 приведен на рис. 2.68.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Чекмарев А. А., Осипов В. И.* Справочник по машиностроительному черчению. М.: Высшая школа, 2018. – 512 с.

2. *Большаков В. П.* Инженерная и компьютерная графика. Изделия с резьбовыми соединениями: учеб. пособие для академического бакалавриата / В. П. Большаков, А. В. Чагина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2018. – 167 с.

3. *Вышнепольский И. С.* Техническое черчение: учебник для прикладного бакалавриата / И. С. Вышнепольский. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2017. – 319 с.

4. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Т. 1: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева; под ред. А. Л. Хейфеца. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2019. – 328 с.

5. *Дядькин В. П., Федоренко А. Г., Лексаченко Т. А., Лукьяненко И. Н.* Инженерная графика. Схемы. Метод. указания по выполнению домашнего задания. ГУАП, 2009. – 65 с.

6. *Федоренко А. Г.* Проекционное черчение в среде ACAD. Метод. указания по выполнению домашнего задания. ГУАП 2009. – 55 с.

7. *Дядькин В. П., Федоренко А. Г., Лукьяненко И. Н.* Начертательная геометрия. Инженерная графика. Разъемные и неразъемные соединения. Метод. указания по выполнению домашнего задания. ГУАП, 2011. – 49 с.

8. *Федоренко А. Г., Голубков В. А.* Компьютерная графика в среде ACAD. Метод. указания к выполнению курсовой работе. ГУАП, 2017. – 74 с.

9. *Федоренко А. Г., Голубков В. А.* Электронная конструкторская документация в среде ACAD. Метод. указания к выполнению курсовой работы. ГУАП 2018. – 48 с.

10. *Федоренко А. Г., Голубков В. А.* Проекционное черчение в среде ACAD16. Метод. указания по выполнению домашнего задания. ГУАП, 2021. – 60 с.

11. *Фарафонов В. Г., Федоренко А. Г., Голубков В. А.* Начертательная геометрия в среде ACAD16. Ч. 1. Метод. указания по выполнению домашнего задания. ГУАП, 2021. – 47 с.

12. *Фарафонов В. Г., Федоренко А. Г., Голубков В. А., Соколовская М. В.* Начертательная геометрия в среде ACAD16. Ч. 2. Метод. указания по выполнению домашнего задания. ГУАП, 2021. – 82 с.

### **Методические материалы**

13. [744(035), П58, 744(035)] *Попова Г. Н., Алексеев С. Ю.* Машиностроительное черчение. Справочник, 2016. – 354 с. Имеются эк-

земпляры в отделах: ФО(3), ГС(42), СО(32), КИР(10), ГСЧЗ(2). 3. [744(083), Ч-37, 744(083)] Чекмарев А. А., Осипов В.И. Справочник по машиностроительному черчению. – М.: Высшая школа, 2018. – 492 с.

14. [744(083), Ч-37, 744(083)] Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению/ А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – 8-е изд., стер.. – М.: Высш. шк., 2018. – 493 с.: табл.. – Библиогр.: с. 489. Имеются экземпляры в отделах: ФО(2), ГС(97).

15. Графические задачи: методические указания / сост. В. П. Дядькин и др. – СПб: ГУАП, 2005. – 23 с.

16. Инженерная графика (инженерная графика и проекционное черчение): методические указания к выполнению контрольной работы № 1) / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. В. П. Дядькин, сост. И. Н. Лукьяненко, сост. А. Г. Федоренко. – СПб: ГУАП, 2005. – 86 с.

17. Рабочие чертежи деталей и сборочные чертежи изделий: методические указания к выполнению заданий / сост.: Г. Т. Голубева, В. П. Дядькин, И. Н. Лукьяненко. – СПб: ГУАП, 2000. – 40 с.

18. ГОСТ 2.101-68 ... ГОСТ 2.117-71. Основные положения.

19. ГОСТ 2.301-68 ... ГОСТ 2.317-69. Общие правила выполнения чертежей.

20. ГОСТ 2.401-68... ГОСТ 2.418-77. Правила выполнения чертежей различных изделий.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие методические указания .....	3
1.1. Цель работы .....	3
1.2. Основы КОМПАС V16.....	3
2. Задачи по начертательной геометрии .....	17
2.5. Задача № 5. Определение точек пересечения прямых и поверхностей.....	17
2.6. Задача № 6. Пересечение поверхности плоскостью. Определение натуральной величины сечения. Построение разверток поверхностей .....	34
2.7. Задача № 7. Определение линий пересечения двух поверхностей....	52
2.8. Задача № 8. Аксонометрические проекции.....	67
2.9. Задача № 9. Проекционное черчение. Построение трех проекций деталей. Нанесение размеров и выполнение разрезов .....	77
Библиографический список.....	85