

Министерство транспорта Российской Федерации  
(Минтранс России)  
Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация)  
ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации»

## **Прикладная геометрия и инженерная графика**

Методические указания по изучению дисциплины  
и выполнению контрольной работы

Для студентов заочного факультета всех специальностей

Санкт-Петербург  
2016

Одобрено и рекомендовано к изданию  
Учебно-методическим советом Университета

Ш 84 (03)

Прикладная геометрия и инженерная графика: Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы / СПб ГУ ГА. СПб, 2016.

Содержание методических указаний охватывает основные разделы дисциплины в соответствии с программой федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования.

Приведены содержание дисциплины, контрольные задания, методические указания по выполнению контрольной работы и примеры решения.

Предназначены для самостоятельной работы студентов технических специальностей и направлений подготовок СПб ГУГА заочного факультета при выполнении контрольных заданий по дисциплине «Прикладная геометрия и инженерная графика».

Ил. 8, табл. 7, библи. 6 назв.

Составитель — Н. Г. Белкина, ст. преп.

Рецензент — Ю.С. Опара, канд. техн. наук, доц.

## **Введение**

Учебная дисциплина состоит из двух разделов, согласованных между собой структурно и методически: «Прикладная геометрия» и «Инженерная графика» — и является фундаментальной дисциплиной в подготовке дипломированного специалиста. Это одна из основных дисциплин общеобразовательного цикла. Программы курсов переработаны с учетом и в соответствии с государственными стандартами ЕСКД и на основе накопленного за последние годы опыта преподавания. Программы едины для дневной и заочной форм обучения студентов.

В результате изучения дисциплины студент должен уметь выполнять и читать чертежи различного назначения и решать инженерно-геометрические задачи.

Основная форма работы студента-заочника — самостоятельное изучение материала по учебнику, учебным пособиям и стандартам ЕСКД. Форма отчетности за освоение пройденного материала — выполнение контрольной работы, решение задач, аудиторных работ и сдача экзамена или зачета.

## **1. Содержание дисциплины**

### **1.1. Прикладная геометрия**

#### ***Тема 1. Виды проецирования. Комплексный чертеж точки, прямой, плоскости***

Предмет «Прикладная геометрия». Метод проецирования. Теорема о проекции прямого угла. Метод Монжа. Эпюр точки, прямой, плоскости. Линии и плоскости частного положения. Взаимное положение прямых, прямой и плоскости, взаимное положение двух плоскостей.

#### ***Тема 2. Позиционные задачи***

Принадлежность точки прямой, поверхности. Принадлежность прямой плоскости. Принадлежность точки, линии поверхности. Пересечение двух прямых, прямой с плоскостью. Пересечение двух плоскостей. Пересечение прямой, плоскости с поверхностью. Пересечение двух поверхностей (общий случай). Касательные линии и плоскости к поверхности. Алгоритмы решения.

#### ***Тема 3. Способы преобразования комплексного чертежа.***

##### ***Метрические задачи***

Метод перемены плоскостей проекций. Способ вращения вокруг оси, перпендикулярной к плоскости проекций. Способ вращения вокруг линии уровня. Способ плоскопараллельного перемещения. Способ прямоугольного треугольника. Метрические задачи. Построение взаимно перпендикулярных прямых, прямой и плоскости, двух плоскостей. Определение расстояния между прямой и плоскостью, между скрещивающимися прямыми и между плоскостями.

#### ***Тема 4. Кривые линии и их проекции.***

##### ***Комплексный чертеж поверхности***

Плоские кривые. Ортогональная проекция окружности. Пространственные кривые. Касательные и нормали к плоской и

пространственной кривым. Каркас поверхности. Очерк поверхности. Классификация поверхностей. Гранные поверхности, поверхности вращения.

### ***Тема 5. Развертки поверхностей***

Свойства разверток. Способ триангуляции. Способ нормального сечения.

### ***Тема 6. Аксонометрические проекции***

Образование аксонометрических проекций. Виды аксонометрических проекций. Стандартные аксонометрические проекции. Примеры построения аксонометрических проекций геометрических фигур. Решение позиционных задач на аксонометрических проекциях.

## **1.2. Инженерная графика**

### ***Тема 7. Оформление чертежей***

Государственные стандарты на составление и оформление чертежей. Конструкторская документация. Форматы, масштабы, линии чертежа, чертежные шрифты и надписи на чертежах, основные надписи для эпюров и технических чертежей, нанесение размеров на чертежах.

### ***Тема 8. Проекционные изображения на чертежах***

Элементы геометрии деталей. Виды, разрезы, сечения, выносные элементы. Условности и упрощения на чертежах. Выполнение третьего вида по двум данным. Выполнение простых (фронтальный и профильный) разрезов.

### ***Тема 9. Соединения деталей***

Соединения деталей. Изображение и обозначение резьбы. Крепежные детали. Изображения условные и упрощенные крепежных деталей.

### ***Тема 10. Рабочие чертежи и эскизы деталей***

Рабочий чертеж детали. Нанесение размеров на чертежах деталей. Обозначение материалов на чертежах деталей. Нанесение на чертежах

условных обозначений и надписей. Выполнение эскизов деталей. Детализация чертежей общих видов.

### ***Тема 11. Изображения изделий***

Конструкторская документация. Виды изделий и конструкторских документов. Обозначения изделий и конструкторских документов. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц. Спецификация. Изображение сборочных единиц. Нанесение размеров на чертежах. Чтение чертежей общих видов. Сборочный чертеж изделий.

## **Литература**

### ***Основная***

1. Фролов С. А. Начертательная геометрия: Учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2012.
2. Чекмарев А. А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение: Учебник. М.:ИНФРА. М., 2013.
3. Начертательная геометрия и инженерная графика: Методические указания и контрольные задания / СПбГУГА. СПб., 2008.

### ***Дополнительная***

1. Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии: Уч. пособие для втузов / Под ред. В. О. Гордона и Ю. Б. Иванова. 24-е изд., стер. М.: Высшая школа, 2007.
2. Королев Ю. И., Устюжанина С. Ю. Инженерная графика: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. СПб., Питер, 2011.
3. Григорьев В. Г. Инженерная графика: Серия «Учебники, учебные пособия. Ростов н/Д.: Феникс, 2004.

## 2. Основные требования к контрольной работе, экзамену и зачету

Контрольная работа по прикладной геометрии и инженерной графике представляет собой эпюры (чертежи). Работа состоит из нескольких задач, которые выполняются по индивидуальным вариантам.

*Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует сумме двух последних цифр шифра зачетной книжки или студенческого билета. Если, например, учебный шифр студента 78133, то он во всех задачах выполняет шестой вариант.*

Контрольная работа представляется на рецензию в полном объеме строго в сроки, указанные в учебном графике. Преподаватель делает на листах пометки, которые должны быть приняты студентом к исполнению. Если работа не зачтена, преподаватель указывает, какую часть контрольной работы надо переделать (на тех же листах), либо студент должен выполнить всю контрольную работу вновь. На повторную рецензию следует представить всю контрольную работу полностью. На заченную работу или экзамен преподаватель выписывает рецензию после собеседования со студентом.

Перед решением каждой задачи изучают соответствующий материал по учебнику. Эпюры (чертежи) контрольной работы выполняются на листах чертежной бумаги формата А4 (210х297) или А3 (297х420 мм) по ГОСТ 2.301-68. На каждом листе чертят рамку с полем **20 мм с левой стороны и по 5 мм с остальных сторон** (рис. 1, 2). На формате А3 в правом нижнем углу помещают основную надпись, которая для эпюров по прикладной геометрии представлена на рис. 3 (слова в скобках не пишут), а для чертежей по инженерной графике — на рис. 4 по ГОСТ 2.104–2006 (основные надписи). При этом обозначение материала записывают только для рабочего чертежа детали (лист 6).

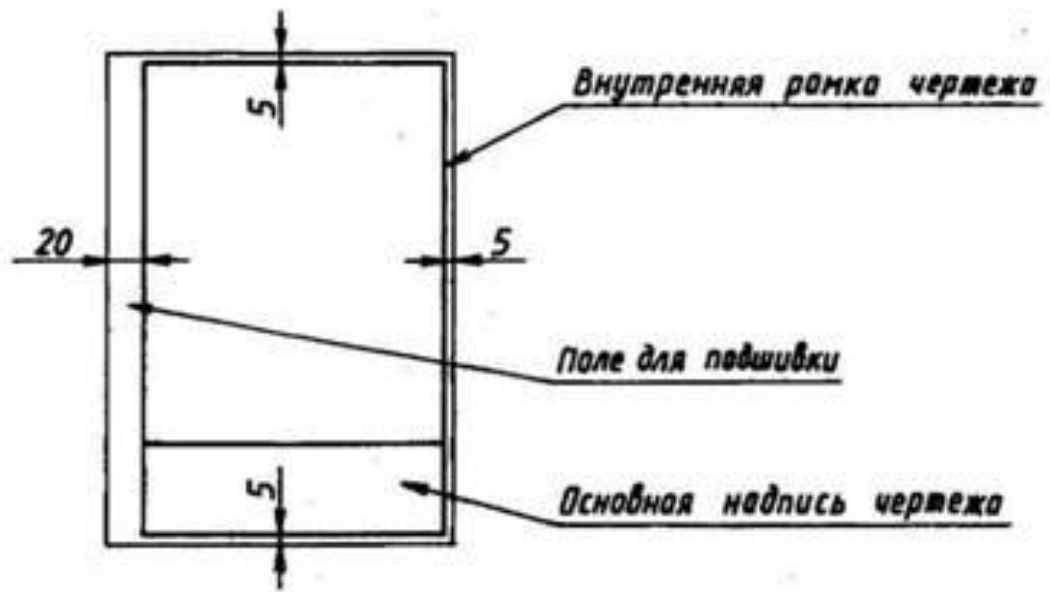


Рис. 1. Оформление рамки на формате А4

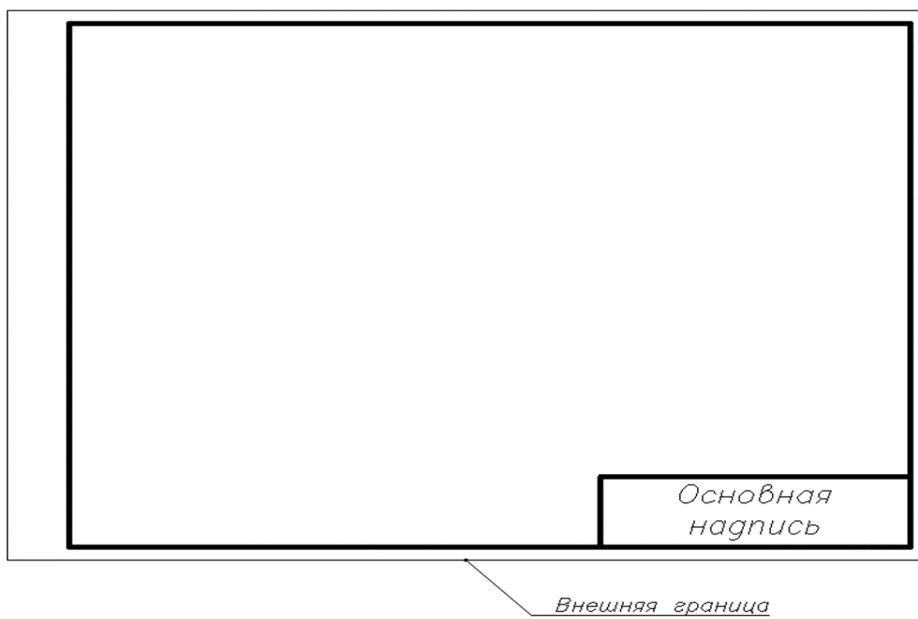


Рис. 2. Оформление рамки на формате А3

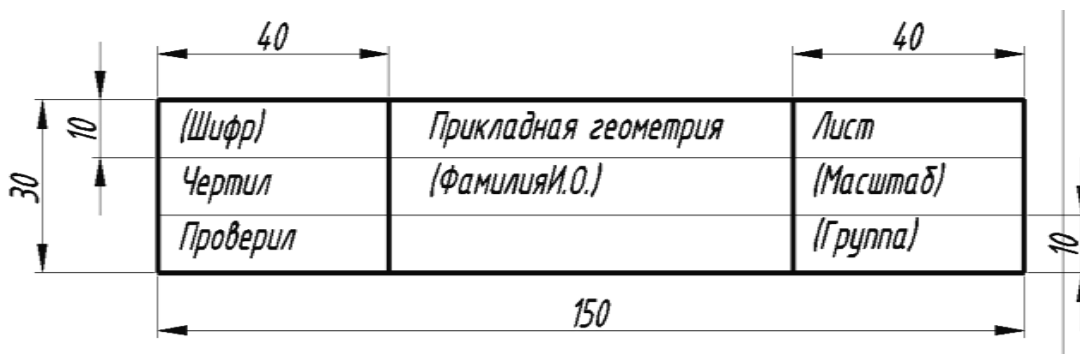


Рис. 3. Основная надпись для эшюров по прикладной геометрии



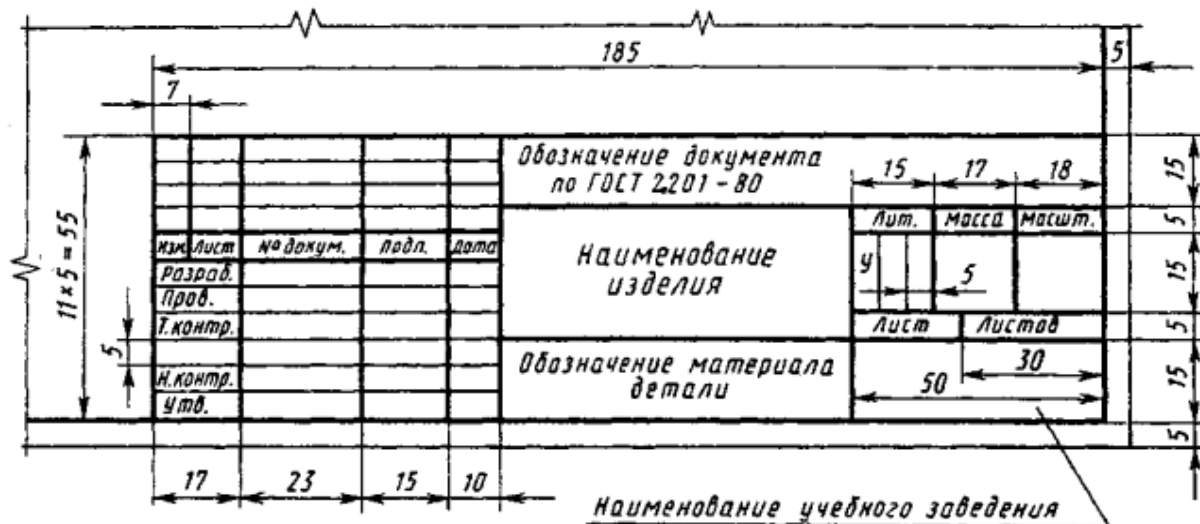


Рис. 4. Основная надпись для чертежей по инженерной графике

Задания к эпюрам берутся в соответствии с вариантом из таблиц. Чертежи заданий вычерчиваются в заданном масштабе и размещаются равномерно в пределах формата.

Все надписи на чертежах, как и отдельные обозначения в виде букв и цифр на эпюре (чертеже), выполняют стандартным шрифтом 3,5 и 5 в соответствии с ГОСТ 2.304 – 81 (размеры шрифта приведены в табл. 1, размеры букв — в табл. 2).

На рис. 5 показано написание цифр, а на рис. 6 — написание букв шрифтом типа Б с наклоном.

Работу выполняют с помощью чертежных инструментов карандашом с соблюдением требований ГОСТ 2.303–2011 (форматы), см. табл. 3. Все видимые основные линии — сплошные толщиной 0,8-1 мм; линии центров и осевые делают штрихпунктирными линиями толщиной от 0,3 до 0,5 мм. Линии построения и линии связи должны быть сплошными и наиболее тонкими. Линии невидимых контуров изображают штриховыми линиями. На эпюрах по начертательной геометрии основные вспомогательные линии следует сохранить.

Точки на чертеже желательно вычерчивать в виде окружностей диаметром 1,5-2 мм с помощью трафарета.

Листы контрольной работы брошюруют. Первый лист контрольной работы должен быть оформлен на ватмане формата А4 (см. рис. 7); скобки и слова в них не допускаются. Титульный лист оформляется рамкой, как на чертежах. Надписи выполняют карандашом стандартным шрифтом 3,5; 5; 7 и 10 в соответствии с ГОСТ 2. 304-81.

К экзамену или зачету допускаются студенты, имеющие зачтенные контрольные работы по курсу. Контроль усвоения студентами изучаемого материала проводится в форме тестов и выполнения графической работы.

**Таблица 1**

**Размеры шрифта типа Б**

Параметры шрифта	Относительные размеры		Размер, мм							
Размер шрифта:										
высота прописных букв	(10/10)h	10d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
высота строчных букв	(7/10) h	7d	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Расстояние между буквами	(2/10)h	2d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Минимальный шаг строк	(17/10)h	17d	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
Минимальное расстояние между словами	(6/10)h	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Толщина линий шрифт	(1/10)h		0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

Таблица 2

Размеры ширины букв и цифр наклонного чертежного шрифта типа Б

Определяемая величина	Соотношение размеров
Прописные буквы, цифры: ширина букв Б, В, И, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ч, Э, Я, цифры 1	$g = 6d$
Ширина букв Г, Е, З, С и цифр, кроме 4 и 1	$g = 5d$
Ширина букв А, Д, М, Х, Ц, Ы, Ю	$g = 7d$
Ширина букв Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ	$g = 8d$
Строчные буквы: ширина букв з, с	$g = 4d$
Ширина букв а, б, в, г, д, е, и, й, к, л, н, р, у, х, п, ч, ь, э, я	$g = 5d$
Ширина букв м, ь, ы, ю	$g = 6d$
Ширина букв ж, т, ф, ш, щ	$g = 7d$

*Примечание.* d — толщина линий шрифта.





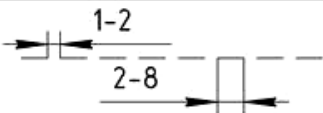
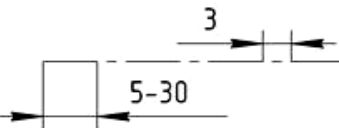
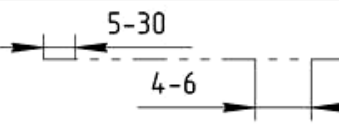

Рис. 5. Примеры написания цифр шрифта типа Б по ГОСТ 2.304-81



Рис. 6. Примеры написания букв шрифта типа Б с наклоном по ГОСТ 2.304-81

Таблица 3

## Типы линий на чертеже

название линии	изображение	толщина	применение
сплошная толстая основная		S	Линии видимого контура, линии перехода видимые, контура вынесенного сечения.
сплошная тонкая		$S/3$ - $S/2$	Выносные и размерные линии, штриховка, контур наложенного сечения, линии выноски, ограничение выносных элементов.
сплошная волнистая		$S/3$ - $S/2$	Линии обрыва, разграничения вида и разреза.
сплошная тонкая с изломом		$S/3$ - $S/2$	Длинные линии обрыва.
штриховая		$S/3$ - $S/2$	Линии невидимого контура, линии перехода невидимые.
штрихпунктирная		$S/3$ - $S/2$	Линии осевые и центровые.
штрихпунктирная с двумя точками		$S/3$ - $S/2$	Линии сгиба на развертках.
разомкнутая		до 1,5S	Положение секущей плоскости.

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГОУ ВПО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(факультет)

Контрольная работа  
**ПРИКЛАДНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Выполнил студент гр. ОЛР – 1

Смирнов О.Д.

\_\_\_\_\_ (подпись)

(дата)

Принял преподаватель

Петров А.А.

\_\_\_\_\_ (подпись)

(дата)

(Год)

Рис. 7. Образец титульного листа для контрольной работы

### 3. Вопросы для самоконтроля

1. Предмет прикладная геометрия и инженерная графика. Основные элементы евклидова пространства и их взаимоотношения.
2. Метод проецирования. Центральное проецирование. Параллельное проецирование.
3. Основные свойства центрального и параллельного проецирования.
4. Требования, предъявляемые к проекциям.
5. Теорема о проекции прямого угла.
6. Метод Монжа. Образование проекции точки на плоскостях проекций  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$ ,  $\Pi_3$ .
7. Взаимное положение двух прямых.
8. Комплексный чертеж прямой. Прямая общего положения. Частные случаи расположения прямой.
9. След прямой. Построение горизонтального и профильного следов прямой.
10. Ортогональные проекции плоскости. Задание плоскости на комплексном чертеже.
11. Плоскость общего положения. Принадлежность точки и прямой линии плоскости. Линии уровня плоскости.
12. Плоскость, заданная следами. Линии уровня в плоскости, заданной следами.
13. Частные случаи положения плоскости относительно основных плоскостей проекций.
14. Взаимное положение прямой и плоскости. Параллельность прямой и плоскости.
15. Взаимное положение прямой и плоскости. Пересечение прямой линии с плоскостью.
16. Взаимное положение прямой линии и плоскости. Взаимная перпендикулярность прямой линии и плоскости.
17. Взаимное положение двух плоскостей. Пересечение двух плоскостей.

18. Взаимное положение двух плоскостей. Параллельность двух плоскостей.

19. Взаимное положение двух плоскостей. Взаимная перпендикулярность двух плоскостей.

20. Метрические задачи.

21. Преобразование комплексного чертежа. Способ перемены плоскостей проекций.

22. Преобразование комплексного чертежа. Способ вращения вокруг оси, перпендикулярной к плоскости проекций.

23. Определение истинной величины прямой общего положения способом прямоугольного треугольника.

24. Преобразование комплексного чертежа. Способ плоскопараллельного перемещения.

25. Преобразование комплексного чертежа. Способ вращения вокруг линии уровня.

26. Определение углов между прямой и плоскостью, между двумя плоскостями.

27. Кривые линии и их проекции. Плоские кривые. Пространственные кривые.

28. Комплексный чертеж поверхности. Каркас поверхности, очерк поверхности.

29. Классификация поверхностей. Линейчатые и нелинейчатые поверхности.

30. Гранные поверхности. Задачи на принадлежность.

31. Поверхности вращения. Задачи на принадлежность.

32. Плоскости, касательные к поверхностям.

33. Пересечение плоскости с плоскостью. Определение истинной величины контура фигуры сечения.

34. Образование аксонометрических проекций. Виды аксонометрических проекций.

35. Прямоугольная изометрическая проекция. Окружность в прямоугольной изометрической проекции.

36. Прямоугольная диметрическая проекция. Окружность в прямоугольной диметрической проекции.

37. Общие сведения о пересечении двух поверхностей. Метод вспомогательных секущих плоскостей.

38. Развертки поверхностей. Способ триангуляции.

39. Развертки поверхностей. Способ нормального сечения.

40. Общие правила оформления чертежей. Основные и дополнительные форматы.

41. Масштабы основные и дополнительные.

42. Типы линий, применяемые на чертежах.

43. Обозначение материалов на чертежах деталей.

44. Виды. Определение вида. Основные, дополнительные и местные виды.

45. Разрезы. Определение разреза. Виды разрезов.

46. Условности и упрощения при оформлении разрезов. Выносные элементы.

47. Сечения. Определение сечения. Виды сечений.

48. Нанесение размеров на чертежах.

49. Резьба. Виды резьбы, параметры резьбы.

50. Изображение и обозначение резьбы на чертежах.

51. Конструктивные элементы резьбы.

52. Виды изделий (изделие, деталь, сборочная единица).

53. Конструкторские документы (чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, габаритный чертеж, монтажный чертеж, схема, спецификация).

54. Эскиз детали машиностроительного изделия.

55. Рабочий чертеж детали машиностроительного изделия.

56. Чтение и детализация сборочного чертежа общего вида.

57. Оформление сборочных чертежей общего вида.



## 4. Контрольная работа

### 4.1. Лист 1 (прикладная геометрия)

**Задача 1.** Построить линию пересечения треугольников  $ABC$  и  $DEK$  (в двух проекциях), определить видимость сторон треугольников, полагая их непрозрачными. Координаты вершин треугольников приведены в табл. 4; пример выполнения задачи — в Приложении А.

**Задача 2.** Определить натуральную величину треугольника  $ABC$ . Данные для своего варианта взять из табл. 4. Пример выполнения задачи — в Приложении А.

**Указания к решению задачи 1.** Задачу располагают в левой части листа формата А3. Намечают оси координат и из табл.4 по своему варианту строят две проекции двух заданных треугольников.

Линию пересечения двух плоскостей можно определить двумя способами.

*Первый способ.* Строят точки, пересечения двух прямых одной плоскости с другой плоскостью, то есть используют два раза схему нахождения точки пересечения прямой с плоскостью.

*Второй способ.* Вводят две вспомогательные секущие плоскости частного положения, которые одновременно пересекали бы плоскость треугольника  $ABC$  и плоскость треугольника  $DEK$ ; строят их линии пересечения с заданными плоскостями. Две собственные точки пересечения этих линий определяют линию пересечения заданных плоскостей треугольника  $ABC$  и треугольника  $DEF$ . В примере выполнения (Приложение А) в задаче применен первый способ.

Видимость проекций плоскостей определяют с помощью конкурирующих точек скрещивающихся прямых, принадлежащих этим плоскостям. Для наглядности видимые части треугольника можно тонировать цветом или применить штриховку.

**Таблица 4**  
**Данные к задачам 1 и 2**

Вариант	Координаты, мм																	
	X <sub>A</sub>	Y <sub>A</sub>	Z <sub>A</sub>	X <sub>B</sub>	Y <sub>B</sub>	Z <sub>B</sub>	X <sub>C</sub>	Y <sub>C</sub>	Z <sub>C</sub>	X <sub>D</sub>	Y <sub>D</sub>	Z <sub>D</sub>	X <sub>E</sub>	Y <sub>E</sub>	Z <sub>E</sub>	X <sub>K</sub>	Y <sub>K</sub>	Z <sub>K</sub>
0	117	90	9	52	25	79	0	83	48	68	110	85	135	19	36	14	52	0
1	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	110	85	135	20	35	15	50	0
2	115	90	10	52	25	80	0	80	45	64	105	80	130	18	35	12	50	0
3	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	115	85	135	20	32	10	50	0
4	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	85	135	36	19	14	0	52
5	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	20	20	15	0	50
6	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	80	110	130	38	20	15	0	52
7	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	85	108	135	36	20	15	0	52
8	115	10	92	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	35	20	15	0	50
9	18	10	90	83	79	25	135	48	82	67	85	110	0	36	19	121	0	52
10	20	12	92	85	89	25	135	50	85	70	85	110	0	35	20	120	0	50
11	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	80	108	0	35	20	120	0	50
12	16	12	88	85	80	25	130	50	80	75	85	110	0	30	15	120	0	50
13	18	12	85	85	80	25	35	50	80	70	85	110	0	35	20	120	0	50
14	18	90	10	83	25	79	135	83	48	67	110	85	0	19	36	121	52	0
15	18	40	75	83	117	6	135	47	38	67	20	0	0	111	48	121	78	86
16	18	75	40	83	6	107	135	38	47	67	0	20	0	48	111	121	86	78
17	117	75	40	52	6	107	0	38	47	135	0	20	86	48	111	15	86	78
18	20	65	28	165	120	120	125	0	8	55	120	28	170	45	100	35	45	100

**Указания к решению задачи 2.** Задачу расположить в правой части листа формата А3. Для решения задачи возможно применить любой имеющийся способ преобразования ортогональных проекций (параллельное перемещение, перемена плоскостей проекций, вращение вокруг горизонтали или фронтали и т. д.). В примере (Приложение А) применен способ плоскопараллельного перемещения. Треугольник приводится в положение проецирующей плоскости, а затем параллельно плоскости проекций. В треугольнике  $ABC$  следует построить линию пересечения с треугольником  $DEK$ .

#### 4.2. Лист 2 (прикладная геометрия)

**Задача 3.** Построить линию пересечения конуса вращения плоскостью общего положения. Данные для построения условия задачи приведены в табл. 5. Пример выполнения задачи — в Приложении Б.

**Задача 4.** Построить полную развертку конуса вращения из задачи 1 (лист 2). Показать на развертке линию пересечения конуса вращения плоскостью общего положения. Пример выполнения — в Приложении Б.

**Указания к решению задачи 3.** Задачу расположить в левой части листа формата А3.

Намечают оси координат; из табл. 5 согласно своему варианту выбирают величины, которыми задаются поверхность конуса вращения и плоскость  $ABC$ . Определяют центр (точка  $K$ ) окружности радиусом  $R$  основания конуса вращения в плоскости уровня. На вертикальной оси на расстоянии  $h$  от плоскости уровня и выше нее определяют положение вершины конуса  $S$ ; точками  $A, B, C$  определяется секущая плоскость.

Выбирается дополнительная система  $\Pi_3, \Pi_1$  плоскостей проекций, чтобы секущая плоскость  $ABC$  стала занимать проецирующее положение. Дополнительная плоскость проекций  $\Pi_3$  должна быть перпендикулярна данной плоскости  $ABC$ . Линия сечения (эллипс) на  $\Pi_3$  вырождается в линию. Имея проекцию эллипса на  $\Pi_3$ , строят его на основных плоскостях проекций.

**Указания к решению задачи 4.** Задачу расположить в правой части листа формата А3.

Развертка боковой поверхности конуса вращения — круговой сектор с углом  $\alpha = R \cdot 360 / L$ , где  $R$  — радиус окружности основания конуса вращения;  $L$  — длина образующей.

**Таблица 5**

**Данные к задаче 3 (координаты и размеры, мм)**

Вариант	X <sub>К</sub>	Y <sub>К</sub>	Z <sub>К</sub>	X <sub>А</sub>	Y <sub>А</sub>	Z <sub>А</sub>	X <sub>В</sub>	Y <sub>В</sub>	Z <sub>В</sub>	X <sub>С</sub>	Y <sub>С</sub>	Z <sub>С</sub>	R	h
0	78	72	0	10	50	62	46	30	62	82	125	10	45	100
1	78	72	0	82	125	10	10	50	62	46	30	62	45	100
2	80	72	0	46	30	62	82	125	10	10	50	62	45	1000
3	80	70	0	10	50	63	82	125	10	46	30	62	45	100
4	78	70	0	46	30	62	10	50	62	82	125	10	44	102
5	80	72	0	45	30	60	10	50	60	80	125	8	45	98
6	80	68	0	46	28	60	10	48	60	80	126	10	45	98
7	82	68	0	47	28	65	10	50	65	82	128	6	43	98
8	82	68	0	48	28	65	10	52	65	84	130	6	44	98
9	82	68	0	49	30	66	12	48	66	84	128	5	43	102
10	80	66	0	50	30	64	12	46	64	85	132	4	43	102
11	80	66	0	44	32	60	12	52	60	85	132	5	42	102
12	80	66	0	44	30	60	15	50	60	86	130	5	42	102
13	82	65	0	45	30	62	15	48	62	86	135	5	42	102
14	82	65	0	45	32	62	15	48	62	84	135	0	43	100
15	84	65	0	45	28	66	10	50	66	84	136	0	43	100
16	84	64	0	45	31	66	10	52	66	85	136	5	44	100
17	86	64	0	44	30	65	14	52	65	88	134	4	44	100
18	85	66	0	46	29	68	16	50	64	87	137	7	45	105

Для построения развертки поверхность конуса вращения заменяют гранной поверхностью — пирамидой, например 12-угольной. Определяют натуральную величину образующих (любым способом), проходящих через характерные точки линии пересечения, и отмечают на них точки,

принадлежащие линии пересечения. Линии построения не стирают, их оформляют тонкими линиями. На свободном поле чертежа отмечают точку  $S$  и радиусом, равным длине образующей  $L$  (натуральная величина) конуса, проводят дугу, на которой откладывают периметр 12-угольника. Соединяют крайние точки с вершиной  $S$ , получают развертку боковой поверхности конической поверхности. На развертке конуса вращения строят прямолинейные образующие и параллели, проходящие через точки линии пересечения. Полученные точки соединяют плавной кривой, используя лекало.

К развертке боковой поверхности конуса вращения пристраивают основание — окружность, получают полную развертку конической поверхности.

### 4.3. Лист 3 (прикладная геометрия)

**Задача 5.** На трехпроекционном чертеже построить недостающие проекции сквозного отверстия в сфере заданного радиуса  $R$ . Вырожденная фронтальная проекция отверстия представлена четырехугольником: координаты проекций точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ , вершин четырехугольника представлены в табл. 6. Пример выполнения задачи — в Приложении В.

**Указания к решению задачи 5.** Строят оси координат и три проекции (фронтальную, горизонтальную и профильную) сферы радиусом  $R$  с центром в точке  $O$ . По заданным координатам строят точки  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  сквозного отверстия на сфере чертят сквозное отверстие.

На  $\Pi_2$  отмечают характерные точки линии сквозного отверстия (на экваторе, главном меридиане, наиболее удаленные и ближайшие к центру сферы, в местах излома сквозного отверстия) и промежуточные точки.

Решение задачи сводится к построению недостающих проекций отмеченных точек. Полученные проекции точек соединяют линией в последовательности, определенной на фронтальной плоскости проекций. Определяют видимость и обводят чертеж.

Таблица 6

Данные к задаче 5 (координаты и размеры, мм)

Вариант	X <sub>O</sub>	Y <sub>O</sub>	Z <sub>O</sub>	X <sub>A</sub>	Z <sub>A</sub>	X <sub>B</sub>	Z <sub>B</sub>	X <sub>C</sub>	Z <sub>C</sub>	X <sub>D</sub>	Z <sub>D</sub>	R
0	70	58	62	118	35	56	95	45	95	45	35	46
1	70	60	60	118	35	56	95	44	95	44	35	46
2	70	60	58	120	35	58	95	44	95	44	35	48
3	70	60	58	120	36	56	94	42	94	42	36	48
4	69	58	60	116	36	58	94	45	94	45	36	47
5	69	60	58	116	36	60	92	42	92	42	36	47
6	72	58	60	120	34	60	92	42	92	42	34	48
7	72	58	58	122	34	60	90	40	90	40	34	45
8	72	62	60	122	34	55	90	40	90	40	34	45
9	74	58	60	20	36	81	94	94	94	94	36	47
10	69	62	58	20	36	80	92	94	92	94	36	47
11	72	62	62	20	36	80	92	92	92	92	36	48
12	72	60	62	22	35	82	90	92	90	92	35	48
13	70	60	60	18	35	82	90	90	90	90	35	48
14	70	60	58	18	35	82	94	92	94	90	35	50
15	72	62	58	20	34	84	94	96	94	96	34	50
16	70	62	60	18	34	84	90	96	90	96	34	50
17	68	60	60	20	32	86	92	95	92	95	32	50
18	69	58	62	100	32	84	91	96	91	97	32	48

#### 4.4. Лист 4 (инженерная графика)

**Задача 6.** По двум видам детали построить вид слева. Выполнить фронтальный и профильный разрезы, соединив, где возможно, половину вида с половиной разреза. Проставить размеры. Контрольное задание по вариантам представлено в табл. 7. Пример выполнения задания — в Приложении Г.

**Задача 7.** Построить натуральную величину наклонного сечения.

**Указания к решению задачи 6.** Приступая к выполнению задания, изучают по ГОСТ 2. 305–208 (изображения — виды, разрезы, сечения) или по

учебнику основные положения, относящиеся к выполнению видов и разрезов. Выполняя задание, проводят тонко линии видимого и невидимого контуров, строят вид слева. Строят разрезы и выполняют штриховку в разрезах. При соединении половины вида с половиной разреза невидимый контур не изображают. Проставляют размеры согласно ГОСТ 2. 307–2011 (нанесение размеров и предельных отклонений). Помнят, что ни один из размеров одного изображения не повторяется на других изображениях. Обводят видимый контур основной сплошной линией.

**Указания к решению задачи 7.** Наклонное сечение задано фронтально-проецирующей плоскостью. Сечение по построению и расположению должно соответствовать направлению указанному стрелками. Пример построения наклонного сечения приведен на рис. 8.

#### **4.5. Лист 5 (инженерная графика)**

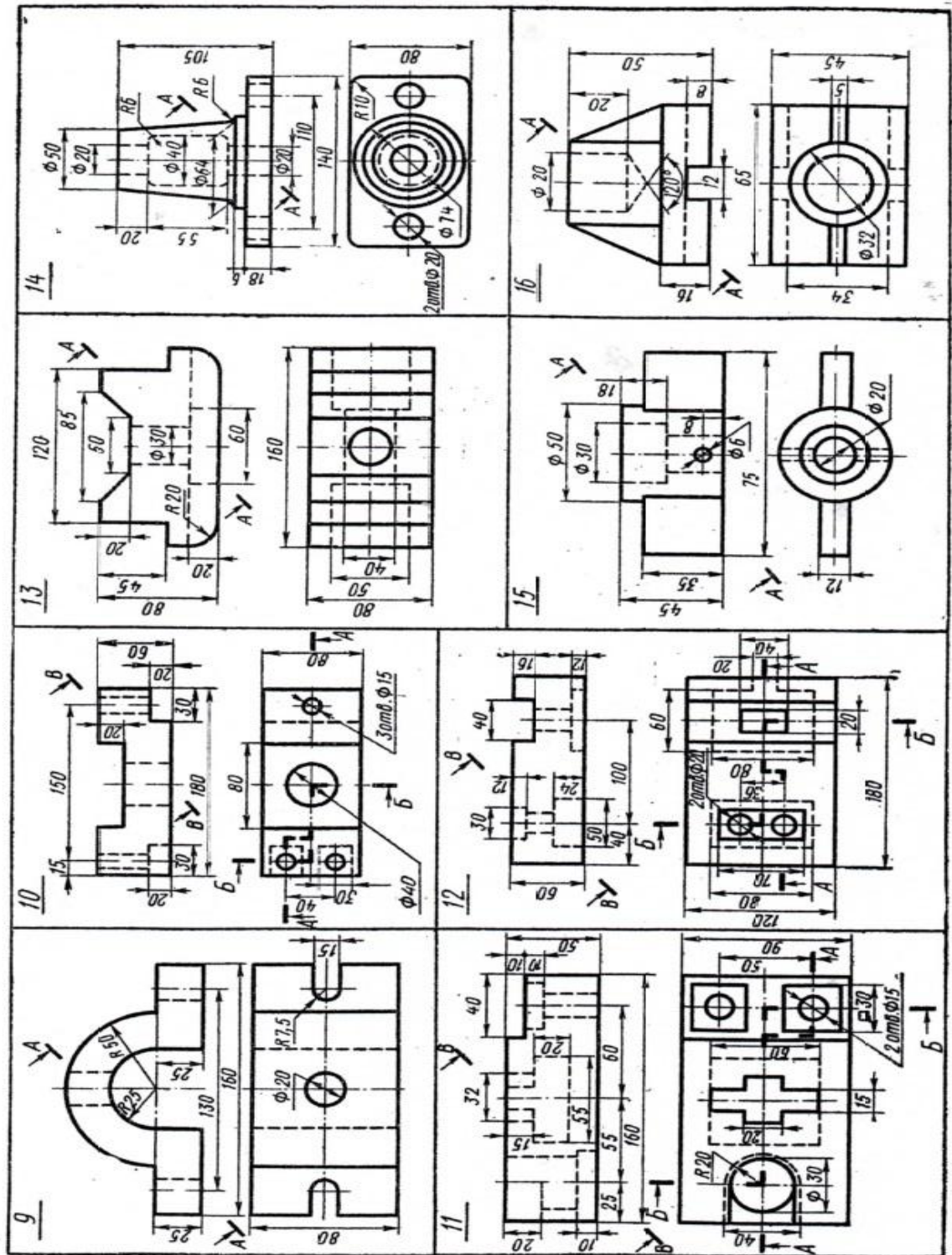
**Задача 8.** Выполнить из задачи 6 наглядное изображение детали в аксонометрической проекции с вырезом. Контрольное задание по вариантам представлено в табл. 7. Пример выполнения задания — в Приложении Д.

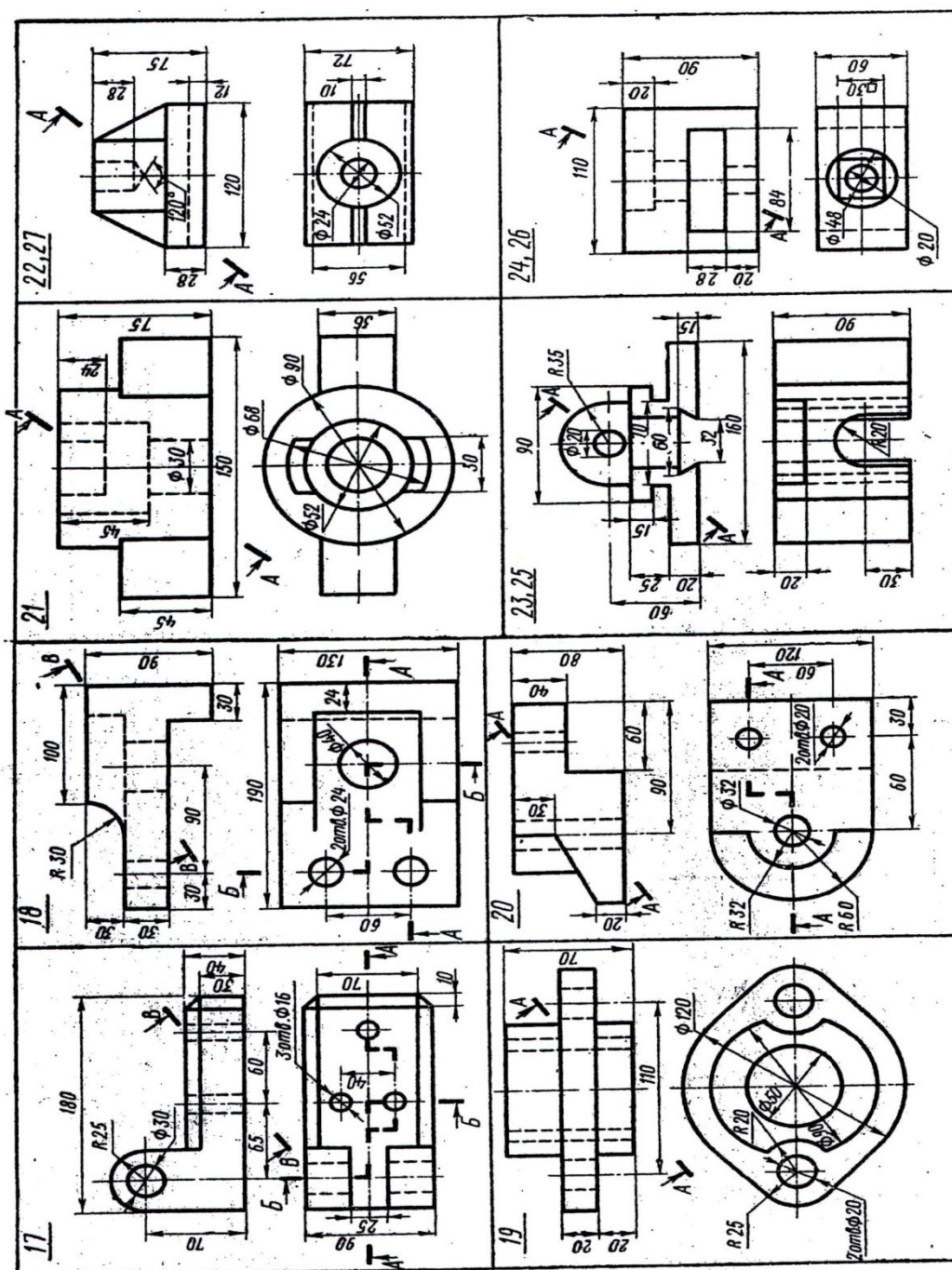
**Указания к решению задачи 8.** Перед тем как приступить к выполнению задания, следует изучить аксонометрические проекции по ГОСТ 2.317–2011. Выбор вида аксонометрической проекции определяется в зависимости от формы изображаемых деталей. В качестве начала координат может быть взята одна из характерных точек детали. Эллипсы в целях облегчения построений могут быть заменены овалами. Линии штриховки сечений для выреза наносят параллельно одной из диагоналей квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям.

The image displays eight technical drawings of mechanical parts, numbered 1 through 8. Each drawing includes front, top, and side views with dimensions in millimeters.

- Part 1:** A mechanical part with a top view showing a semi-circular end with a hole of diameter  $\phi 20$  and a radius  $R 35$ . The front view shows a total width of 160 and a height of 60. The side view shows a semi-circular end with a radius  $R 40$  and a hole of diameter  $\phi 20$ .
- Part 2:** A mechanical part with a top view showing a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 30$ . The front view shows a total width of 160 and a height of 80. The side view shows a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 30$ .
- Part 3:** A mechanical part with a top view showing a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 80$  and a smaller hole of diameter  $\phi 60$ . The front view shows a total width of 140 and a height of 80. The side view shows a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 80$ .
- Part 4:** A mechanical part with a top view showing a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 24$  and a radius  $R 12$ . The front view shows a total width of 185 and a height of 60. The side view shows a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 24$ .
- Part 5:** A mechanical part with a top view showing a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 100$  and a smaller hole of diameter  $\phi 70$ . The front view shows a total width of 140 and a height of 80. The side view shows a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 100$ .
- Part 6:** A mechanical part with a top view showing a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 60$  and a smaller hole of diameter  $\phi 30$ . The front view shows a total width of 110 and a height of 100. The side view shows a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 60$ .
- Part 7:** A mechanical part with a top view showing a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 38$  and a smaller hole of diameter  $\phi 48$ . The front view shows a total width of 68 and a height of 36. The side view shows a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 38$ .
- Part 8:** A mechanical part with a top view showing a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 12$  and a smaller hole of diameter  $\phi 30$ . The front view shows a total width of 50 and a height of 30. The side view shows a rectangular shape with a hole of diameter  $\phi 12$ .







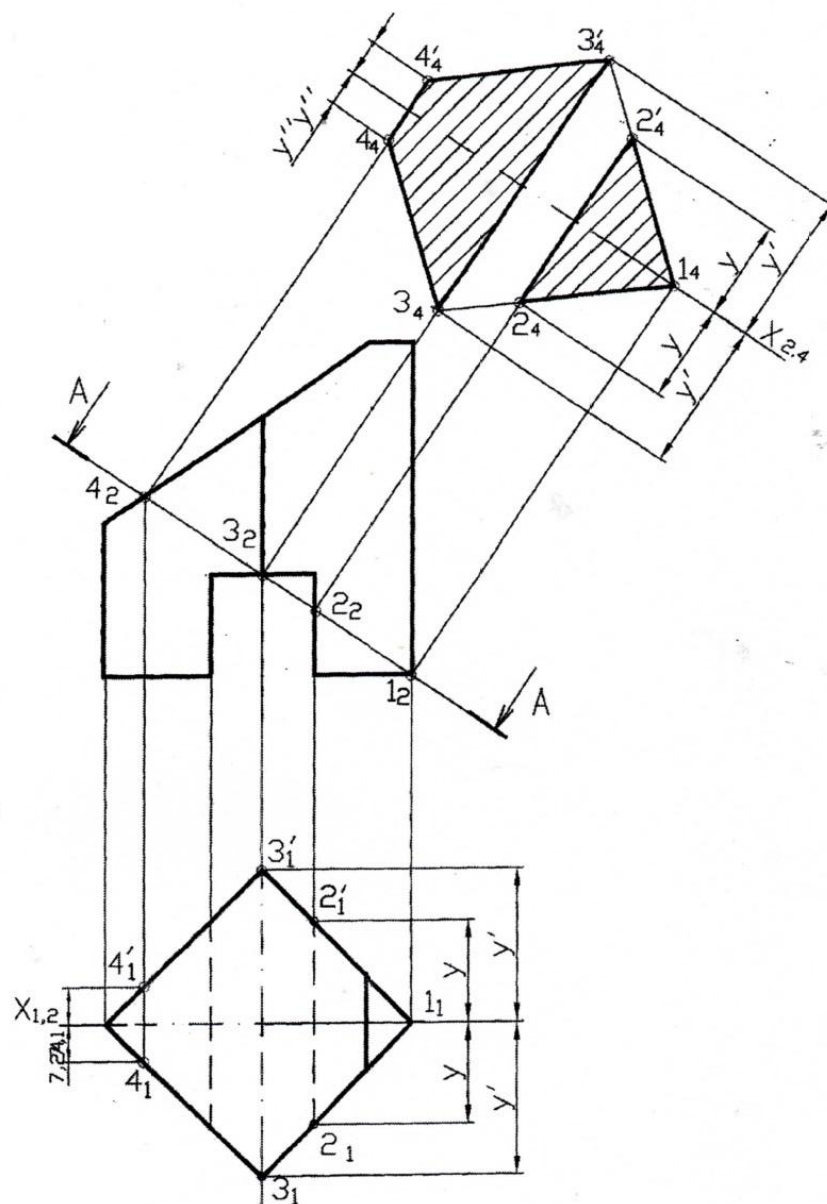


Рис. 8. Пример построения наклонного сечения

#### 4.6. Лист 6 (инженерная графика)

**Задача 9.** Выполнить рабочий чертеж одной детали по сборочному чертежу общего вида. Выполняется на листах формата А3 или А4. Пример выполнения задания — в Приложении Е.

**Указания к решению задачи 9.** Задание — сборочный чертеж — высылается студенту библиотекой заочного факультета и должно быть

приложено к выполненной и представляемой на рецензирование контрольной работе.

Работу начинают с чтения полученного чертежа общего вида. Выясняют назначение изделия, принцип его работы, взаимодействие деталей, способы их соединения. Изучают конструкцию детали, чертеж которого надо выполнить. Намечают необходимое количество видов, разрезов, сечений, планировку и масштаб чертежа. В тонких линиях чертят изображения, проставляют размеры. Обводят чертеж.

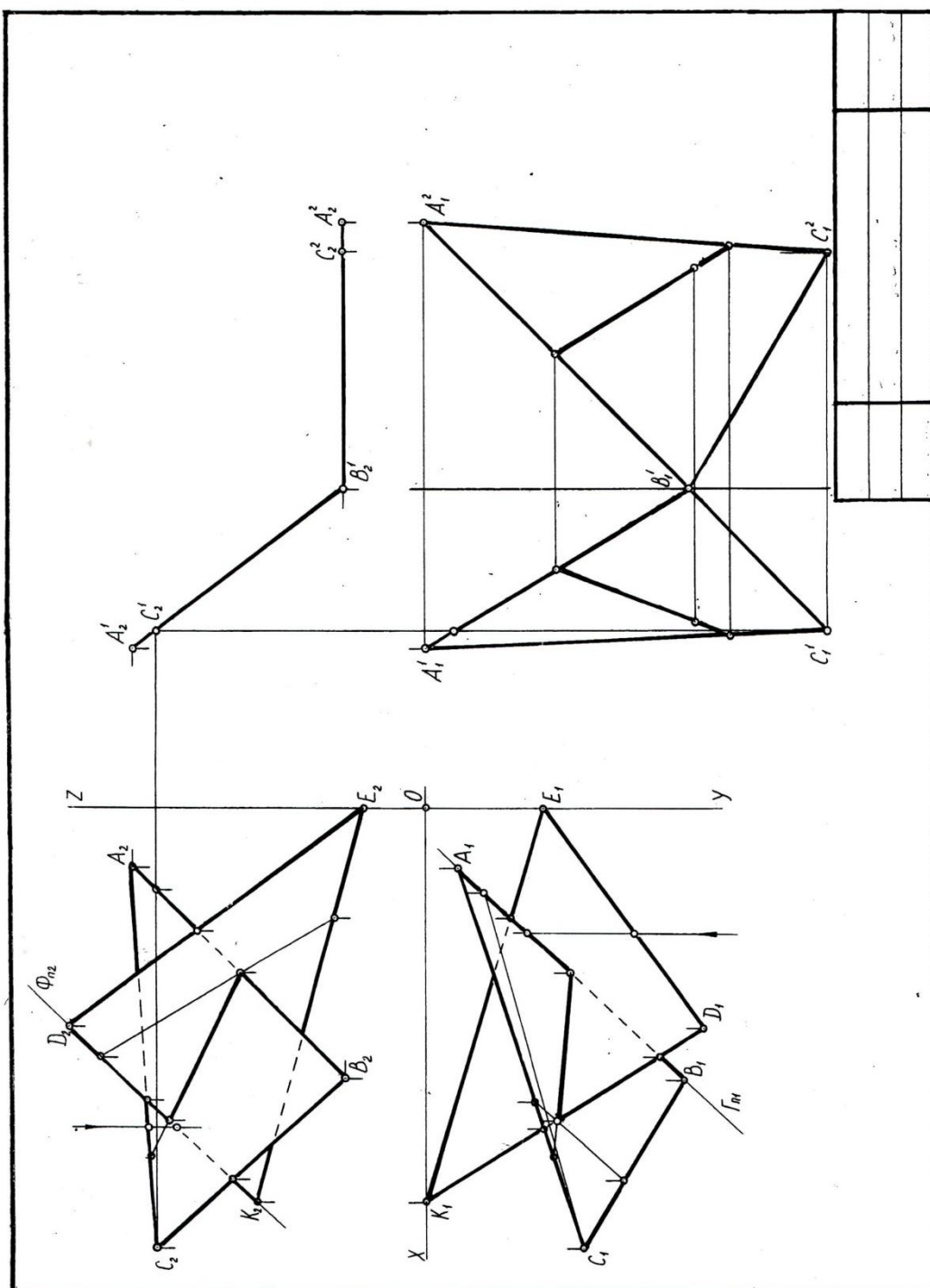
В основной надписи записывают обозначение материала, которое должно соответствовать его обозначению, приведенному в стандарте на этот материал.



## ПРИЛОЖЕНИЯ

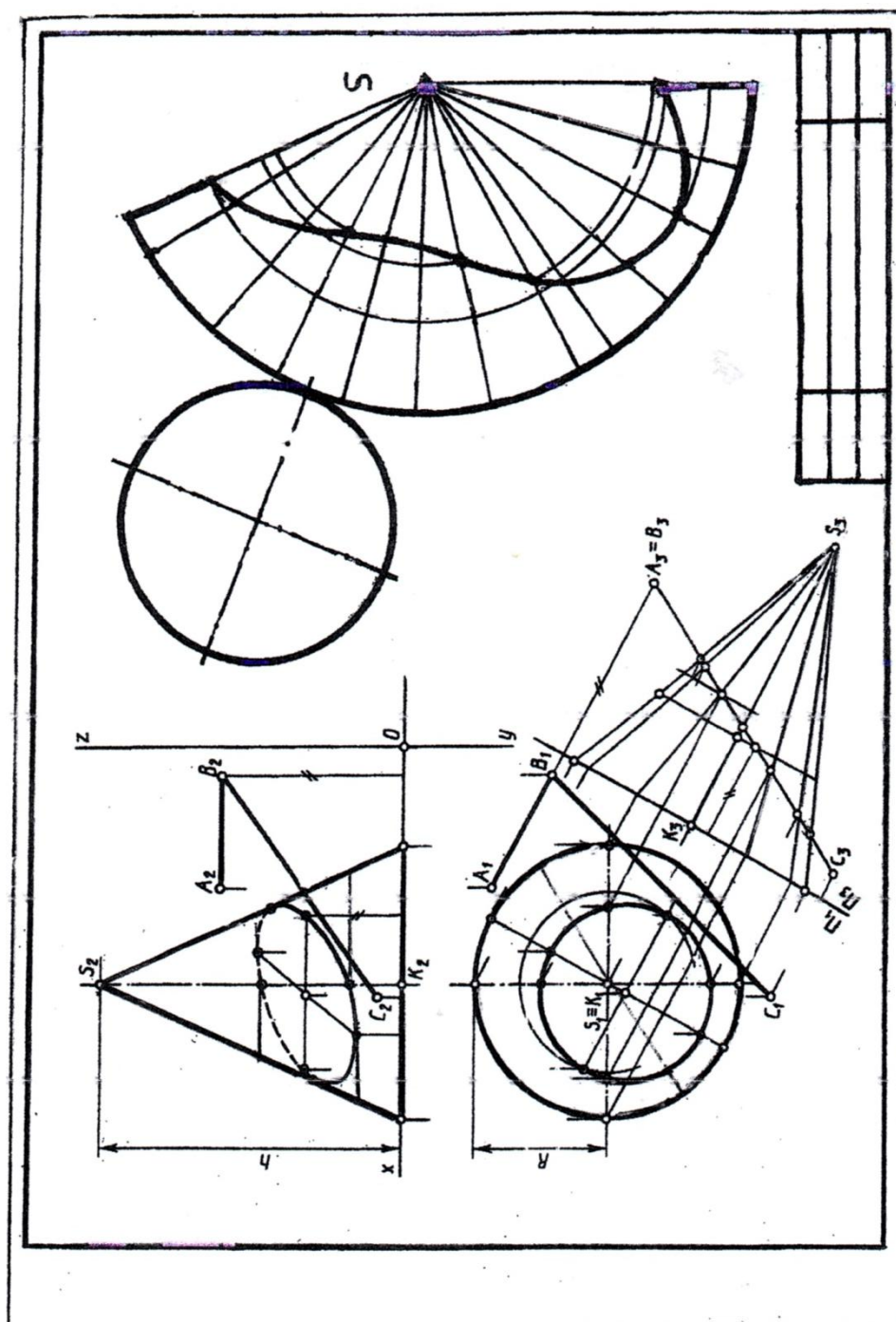
## Приложение А

## Пример выполнения листа 1



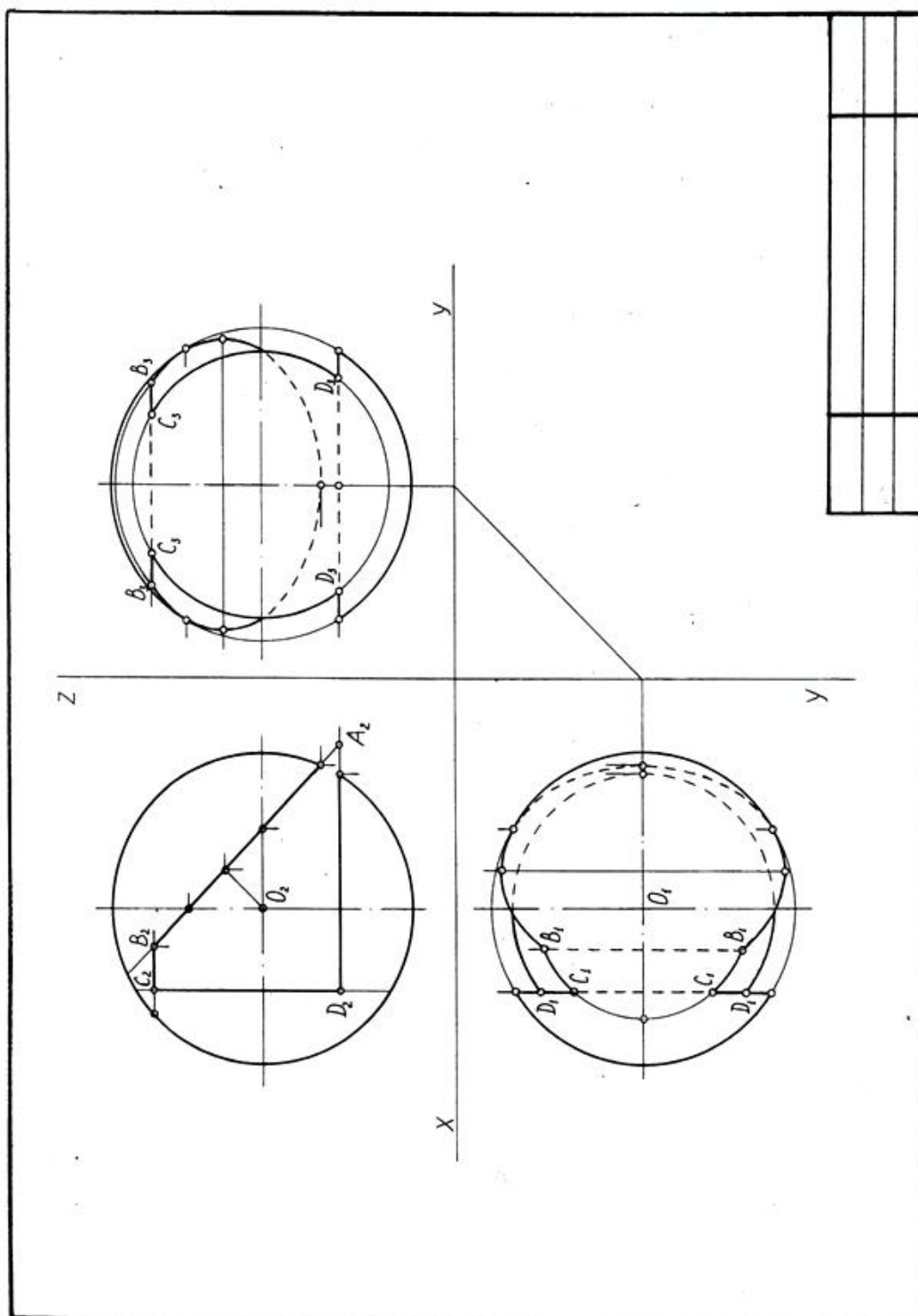
## Приложение Б

## Пример выполнения листа 2



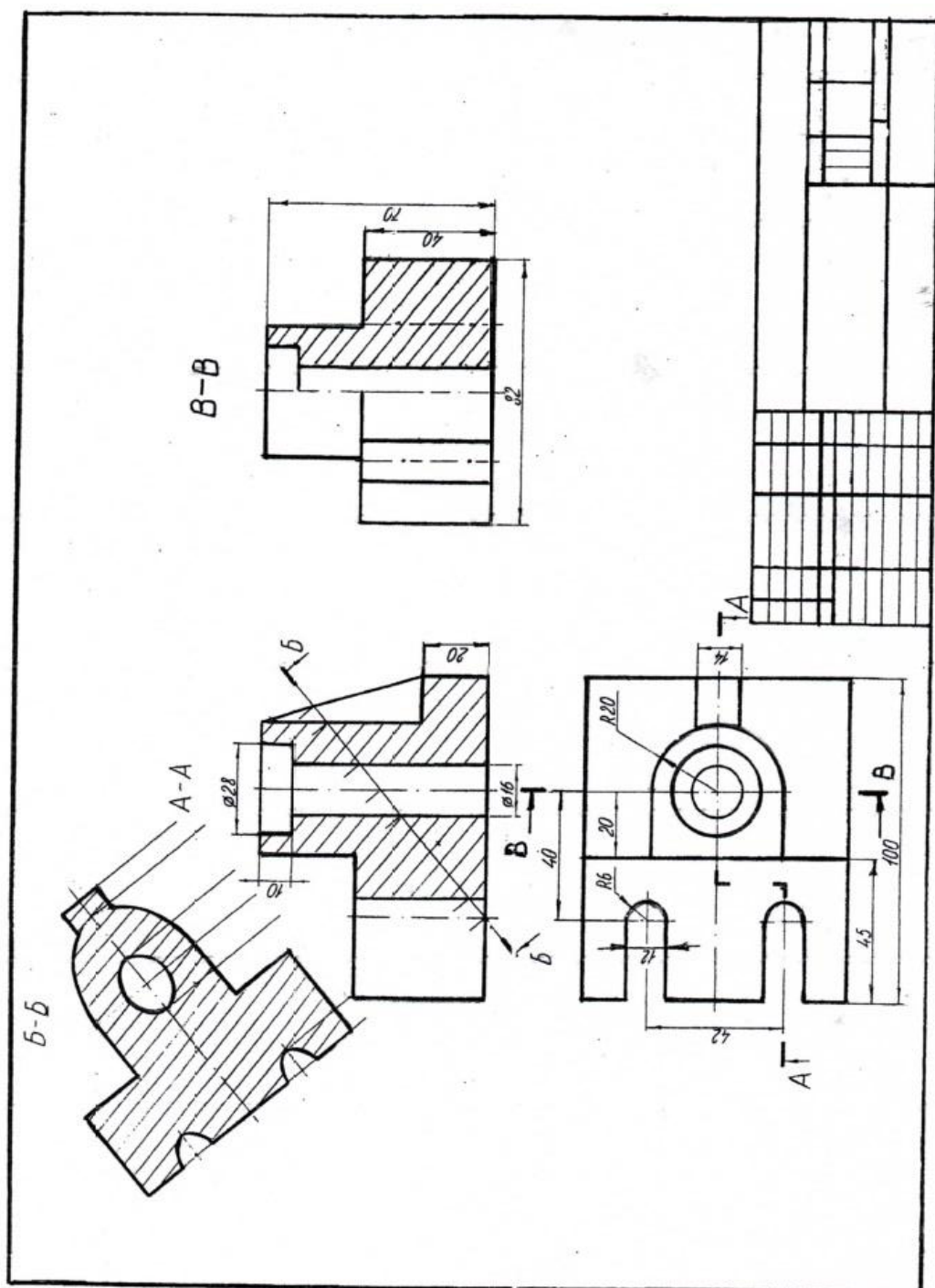
## Приложение В

## Пример выполнения листа 3



## Приложение Г

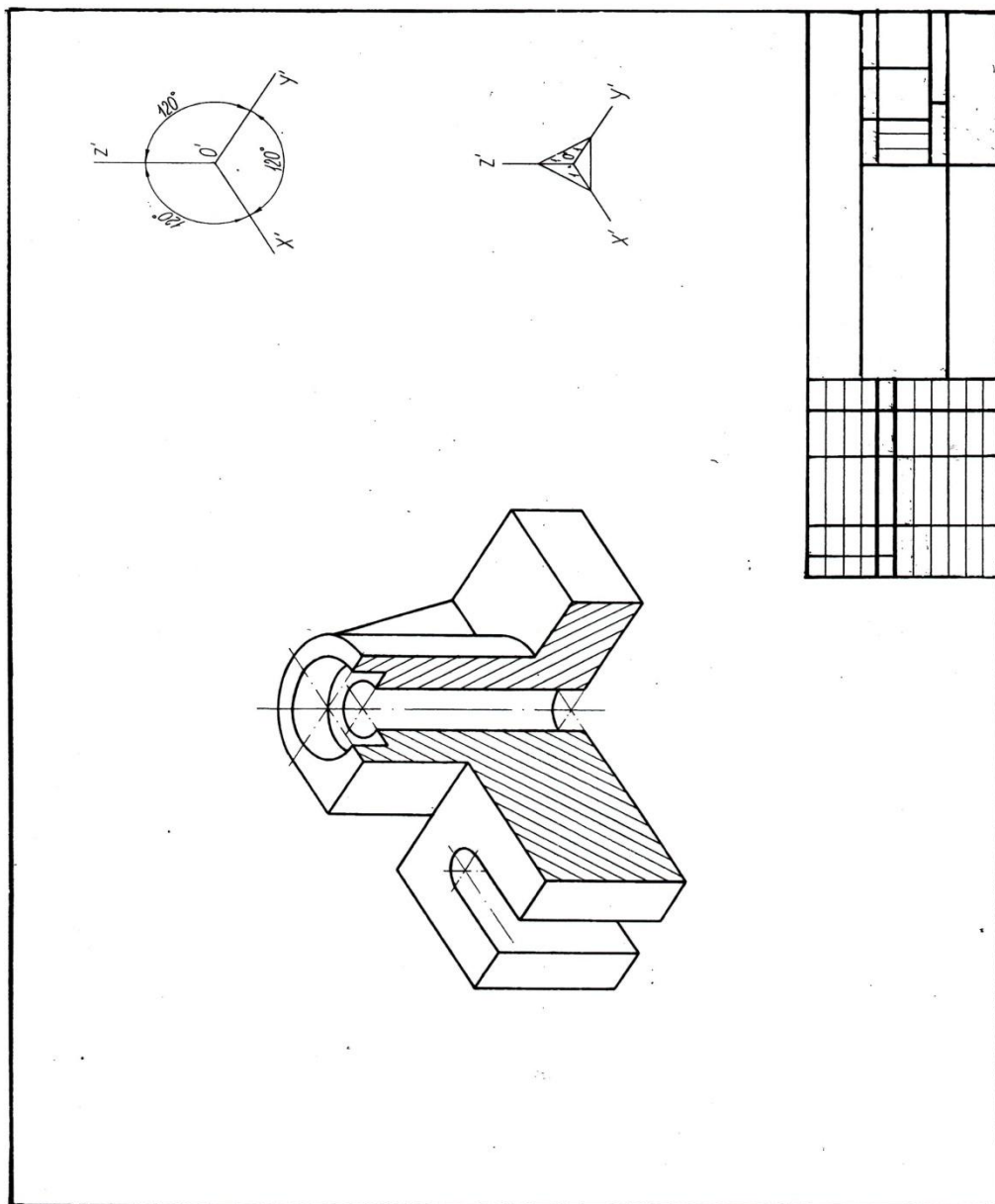
## Пример выполнения листа 4





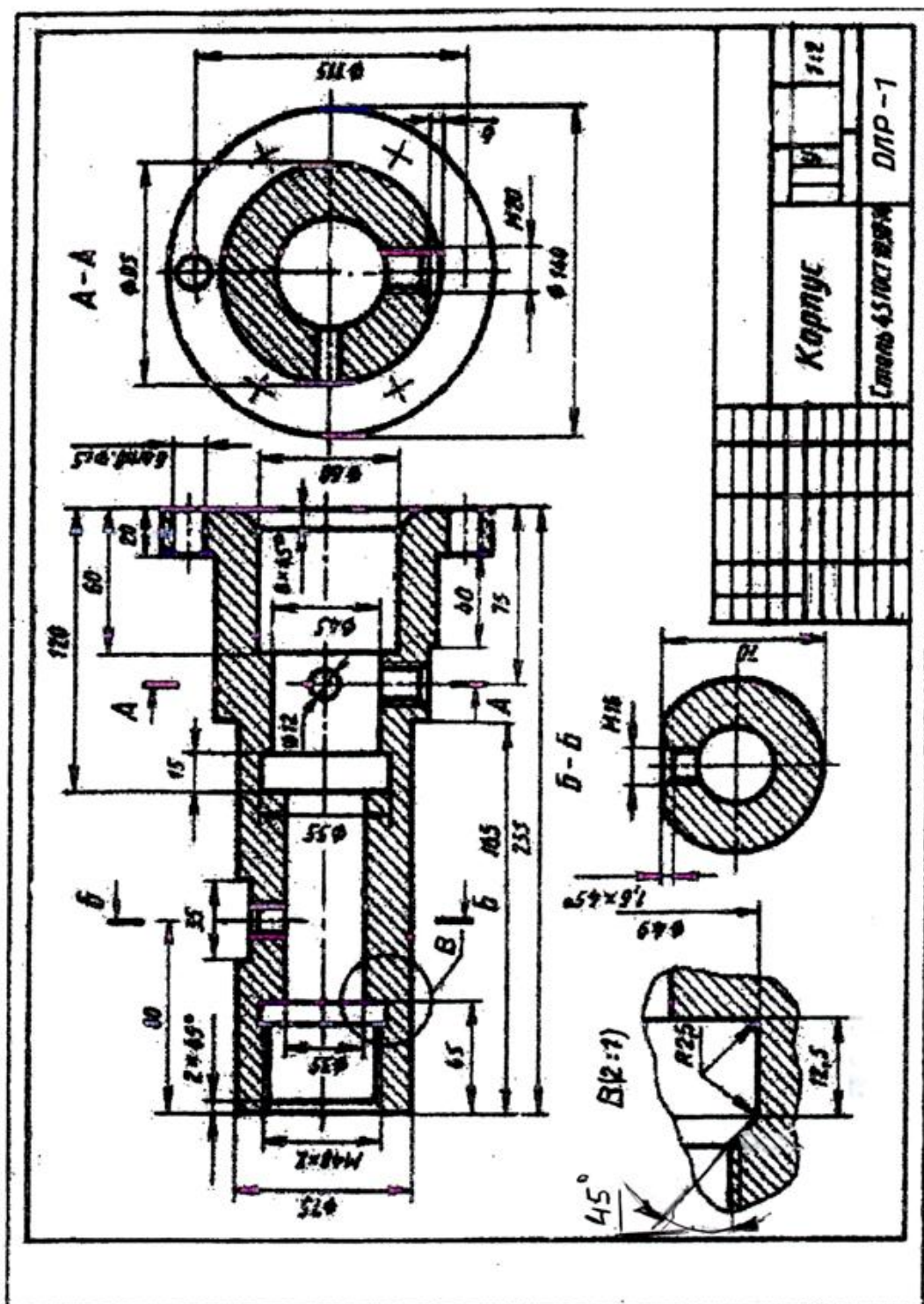
## Приложение Д

## Пример выполнения листа 5



## Приложение Е

## Пример 1 выполнения листа 6



## Пример 2 выполнения листа 6

