

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

И. Н. Поникарова, Л. М. Васильева, С. Н. Михайлова

# КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Учебно-методическое пособие

Казань  
Издательство КНИТУ  
2018

УДК 514.18(075)  
ББК 22.151.3я7  
П56

*Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Казанского национального исследовательского технологического университета*

*Рецензенты:*

*д-р техн. наук, проф. А. Г. Лаптев  
д-р техн. наук, проф. В. Н. Курприянов*

**Поникурова И. Н.**

**П56** Контрольные работы по инженерной графике : учебно-методическое пособие / И. Н. Поникурова, Л. М. Васильева, С. Н. Михайлова; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2018. – 88 с.

ISBN 978-5-7882-2434-3

Представлены краткие теоретические сведения, варианты заданий и примеры их решений, а также общие требования к оформлению работ по курсу инженерной графики.

Предназначено для студентов технологических направлений заочной формы обучения, изучающих дисциплину «Инженерная графика».

Подготовлено на кафедре инженерной компьютерной графики и автоматизированного проектирования.

**УДК 514.18(075)  
ББК 22.151.3я7**

ISBN 978-5-7882-2434-3

© Поникурова И. Н., Васильева Л. М.,  
Михайлова С. Н., 2018

© Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
Эпюр № 1	
ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ .....	6
Контрольные вопросы .....	12
Задачи для самостоятельного решения .....	12
Эпюр № 2	
СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА .....	17
Способ замены плоскостей проекций .....	17
Вращение вокруг проецирующей прямой .....	18
Способ плоскопараллельного перемещения .....	19
Условия задач и примеры их решения .....	19
Контрольные вопросы .....	23
Задачи для самостоятельного решения .....	24
Эпюр № 3	
ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ .....	27
Призма .....	27
Конус .....	46
Шар .....	65
Контрольные вопросы .....	83
Задачи для самостоятельного решения .....	84
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	87

## ВВЕДЕНИЕ

Курс инженерной графики включает в себя разделы начертательной геометрии и технического черчения.

Начертательная геометрия (или ее элементы в курсе инженерной графики) относится к базовым общеинженерным дисциплинам, закладывающим теоретические основы построения чертежей. Предметом изучения технического черчения является составление чертежей изделий.

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование знаний о способах отображения пространственных форм на плоскости, о правилах выполнения чертежей;

- раскрытие сущности процессов, составляющих проектно-конструкторскую компетентность современного специалиста.

Содержанием начертательной геометрии являются:

- способы построения изображений пространственных геометрических объектов на плоскости;

- решение на плоском чертеже задач на взаимное положение геометрических объектов в пространстве (позиционные задачи);

- решение на плоском чертеже задач на определение размеров геометрических объектов (метрические задачи).

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с программой дисциплины «Инженерная графика».

Графические работы по инженерной графике – это самостоятельные работы студентов, являющиеся завершающим этапом в изучении определенного раздела курса, отчетом по пройденной теме данной дисциплины.

Эпюр № 1 является завершающей работой раздела курса «Точка. Прямая. Плоскость».

Эпюр № 2 завершает изучение раздела «Способы преобразования комплексного чертежа».

Эпюр № 3 является завершением изучения раздела «Проекционное черчение».

Авторы ставили задачу воспитания и развития у студентов навыков самостоятельной работы, успешного усвоения учебного материала, умения работать со справочной и технической литературой, решать конкретные технические задачи. С этой целью были разрабо-

таны варианты индивидуальных заданий, соответствующие задачи, алгоритмы и примеры их решения, а также общие требования по оформлению работ.

В данном пособии нами использовался ряд обозначений.

Точки обозначаются прописными буквами латинского алфавита (A, B, C, D, ...), а такие цифрами – 1, 2, 3, ...

Линии обозначаются строчными буквами латинского алфавита –  $a, b, c, d, \dots$

Плоскости обозначаются буквами греческого алфавита –  $\alpha, \beta, \Delta, \dots$

Плоскости проекций обозначаются следующим образом:  $\pi_1$  – горизонтальная плоскость проекций;  $\pi_2$  – фронтальная плоскость проекций;  $\pi_3$  – профильная плоскость проекций.

Проекции точек, линий, плоскостей обозначаются теми же буквами, что и оригиналы, только с индексами, соответствующими индексам плоскостей проекций –  $A_1, A_2, A_3, \dots a_1, a_2, \dots \alpha_1, \alpha_2, \dots$

Чертежи и надписи следует выполнять в соответствии с ГОСТ 2.303-68 (Линии) и ГОСТ 2.304-81 (Шрифты чертежные).

Исходные данные необходимо вычертить сплошной основной линией черного цвета, линии построения, оси, линии связи – сплошной тонкой линией черного цвета, вспомогательные линии – синим или зеленым цветом, натуральную величину – красным цветом.

Обозначения точек, прямых, плоскостей, алгоритм решения нужно выполнять шрифтом с высотой прописных букв 5 мм. В правом верхнем углу следует поместить таблицу с координатами точек и заполнить ее цифровыми значениями высотой 7 мм.

## Эпюр № 1

### ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ

*Цель работы:* решение метрических и позиционных задач начертательной геометрии без применения способов преобразования комплексного чертежа.

*Объем и оформление работы.* Выполнить графическое решение задачи на формате А3 (297х420) в масштабе 2:1.

Условие задачи приведено ниже. Координаты точек для исходных данных взять из табл. 1. Номер задания соответствует порядковому номеру студента согласно журналу группы (для студентов заочного отделения – сумме двух последних цифр номера студенческого билета).

*Общие сведения.* Решение задачи эпюра осуществляется на основании следующих положений элементарной и начертательной геометрии.

1. В начертательной геометрии для построения плоского чертежа пространственной модели используется метод проекций.

Комплексный чертеж точки содержит три проекции, связанные между собой линиями проекционной связи. Каждая точка характеризуется тремя координатами:  $A(x, y, z)$ . Соответственно проекция точки определяется парой координат:  $A_1(x, y)$ ,  $A_2(x, z)$ ,  $A_3(y, z)$  – рис. 1.

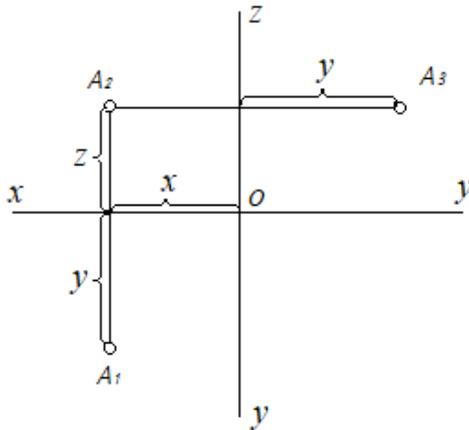


Рис. 1

Таблица 1

Координаты точек *A, B, C, D* в миллиметрах по вариантам заданий

Точки	№ вариан- та	X	Y	Z	Точки	№ вариан- та	X	Y	Z	Точки	№ вариан- та	X	Y	Z	Точки	№ вариан- та	X	Y	Z
A	1	65	10	20	A	2	70	0	60	A	3	70	60	45	A	4	65	20	0
B		10	20	0	B		45	50	10	B		40	0	55	B		40	5	55
C		0	60	60	C		0	20	10	C		0	45	10	C		0	50	5
D		35	70	5	D		20	50	55	D		65	15	0	D		70	65	55
A	5	60	60	10	A	6	60	65	20	A	7	65	15	0	A	8	60	65	30
B		45	15	55	B		45	20	50	B		40	0	55	B		45	10	60
C		0	5	25	C		5	10	10	C		0	40	20	C		5	10	20
D		10	45	55	D		70	20	10	D		55	60	50	D		75	15	10
A	9	75	25	0	A	10	80	20	10	A	11	65	20	55	A	12	75	5	25
B		30	5	50	B		45	0	70	B		20	5	5	B		35	55	65
C		10	60	20	C		0	45	20	C		0	50	25	C		0	25	0
D		60	55	55	D		10	0	15	D		60	55	10	D		65	55	0
A	13	80	0	40	A	14	70	10	20	A	15	65	20	10	A	16	70	60	0
B		0	20	70	B		50	45	50	B		10	0	20	B		45	10	50
C		30	45	0	C		0	25	10	C		0	20	60	C		0	10	20
D		70	55	65	D		60	55	0	D		35	5	75	D		20	55	50
A	17	70	45	60	A	18	65	0	20	A	19	60	10	60	A	20	60	20	65
B		40	55	0	B		40	55	5	B		45	55	15	B		45	50	20
C		0	10	45	C		0	5	50	C		0	25	5	C		5	10	10
D		65	0	15	D		70	55	65	D		10	55	45	D		70	10	20
A	21	65	0	5	A	22	60	30	65	A	23	75	20	0	A	24	80	10	20
B		40	55	0	B		45	60	10	B		30	50	5	B		45	70	0
C		0	20	40	C		5	20	10	C		10	20	60	C		0	40	45
D		55	50	60	D		75	10	15	D		60	55	55	D		10	15	0
A	25	65	55	20	A	26	75	25	5	A	27	80	40	0	A	28	85	35	0
B		25	5	5	B		35	65	55	B		0	70	20	B		0	60	20
C		0	25	50	C		0	0	25	C		30	0	45	C		30	0	50
D		60	10	55	D		65	0	55	D		70	65	55	D		60	70	45
A	29	70	50	0	A	30	75	50	0	A	31	65	15	65	A	32	70	5	10
B		0	60	25	B		0	65	25	B		50	60	20	B		40	60	5
C		40	0	45	C		35	0	45	C		5	30	10	C		5	25	45
D		60	55	50	D		75	60	50	D		15	60	45	D		55	50	65

2. В рассматриваемых задачах плоскость задана тремя точками и занимает общее положение, т. е. она не параллельна и не перпендикулярна ни одной из плоскостей проекций. При решении первой задачи используется плоскость частного положения – проецирующая, т.е. перпендикулярная одной из плоскостей проекций. При решении второй задачи плоскость общего положения преобразуется в проецирующую плоскость и в плоскость уровня – плоскость параллельную одной из плоскостей проекций.

3. Для решения задач используются линии уровня плоскости:

- горизонталь  $h$  – прямая, параллельная горизонтальной плоскости проекций и принадлежащая заданной плоскости;
- фронталь  $f$  – прямая, параллельная фронтальной плоскости проекций и принадлежащая заданной плоскости (рис. 2).

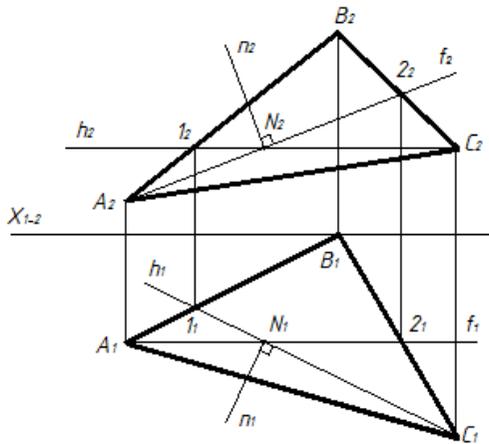


Рис. 2

4. Условие перпендикулярности прямой к плоскости: прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым плоскости.

На эюре проекции перпендикуляра перпендикулярны одноименным проекциям линий уровня плоскости  $n \perp \Delta ABC$ , если  $n_1 \perp h_1$  и  $n_2 \perp f_2$  (рис. 2).

5. Определение точки пересечения прямой с плоскостью. Чтобы найти точку пересечения прямой  $m$  с плоскостью общего положения  $\Delta ABC$ , необходимо:

- 1) через прямую провести вспомогательную проецирующую плоскость:  $m \in \Sigma, \Sigma \perp \Pi_1$ ;
- 2) найти линию пересечения вспомогательной и заданной плоскостей:  $\Sigma \cap \Delta ABC = I-2$ ;
- 3) определить искомую точку на пересечении полученной линии и данной прямой  $I-2 \cap m = K$  (рис. 3).

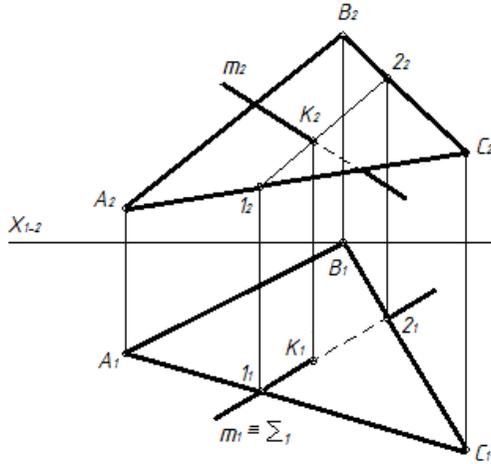


Рис. 3

6. Естественная величина отрезка прямой общего положения определяется величиной гипотенузы прямоугольного треугольника, построенного по двум катетам, один из которых является проекцией этого отрезка, а второй катет равен разности координат концов отрезка до соответствующей плоскости проекции. На рис. 4 для определения естественной величины отрезка АВ из точки А построен прямой угол, и на нем отложена разность координат концов отрезка, взятых с фронтальной проекции. Гипотенуза является естественной величиной отрезка.

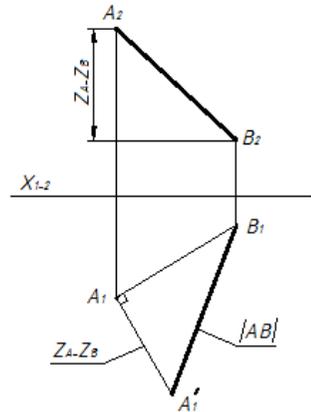


Рис. 4

Для определения видимости элементов пользуются конкурирующими точками. Это точки, лежащие на скрещивающихся прямых и принадлежащие одной проецирующей прямой.

Например, на рис. 5 точки А и В принадлежат скрещивающимся прямым  $m$  и  $n$  и расположены на одной фронтально-проецирующей прямой, соответственно их фронтальные проекции совпадают. На фронтальной проекции видимой является точка А с большей глубиной (координатой  $Y$ ) – рис. 5.

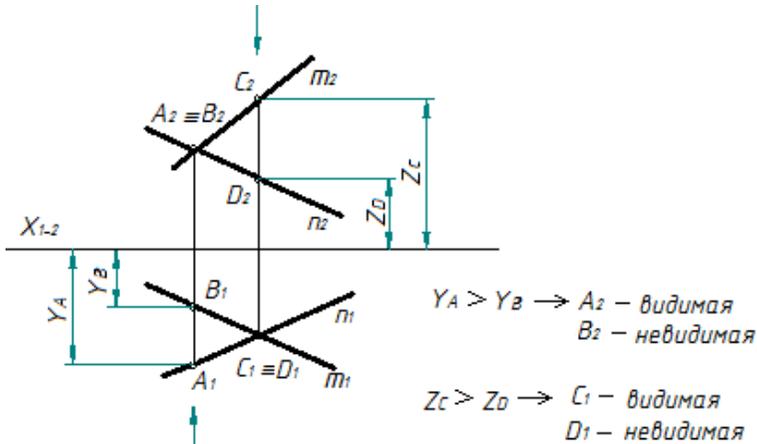


Рис. 5

Точки С и D лежат на горизонтально проецирующей прямой, поэтому их горизонтальные проекции совпадают. На горизонтальной проекции видимой конкурирующей точкой является точка с большей высотой (координатой  $Z$ ).

*Задача.* Определить натуральную величину расстояния от точки  $D$  до плоскости треугольника  $ABC$  (рис. 6).

Кратчайшим расстоянием от точки до плоскости является длина перпендикуляра, опущенного из этой точки на плоскость.

1. Строим по координатам проекции точек  $A, B, C, D$ .  $A_1(x, y)$ ,  $A_2(x, z)$  и т. д. Соединим одноименные проекции точек  $A, B, C$ , получим  $A_1, B_1, C_1$  и  $A_2, B_2, C_2$  – проекции треугольника  $ABC$ .

2. В  $\triangle ABC$  через удобно выбранные вершины проведем горизонталь  $h (h_1, h_2)$  и фронталь  $f (f_1, f_2)$ .  $B \in h$ ;  $h_2 \parallel OX$ ;  $A \in f$ ;  $f_1 \parallel OX$ .  $h_1$  и  $f_2$  находим по принадлежности прямой плоскости.

36	X	Y	Z
A	60	20	0
B	10	30	20
C	25	0	40
D	55	40	30

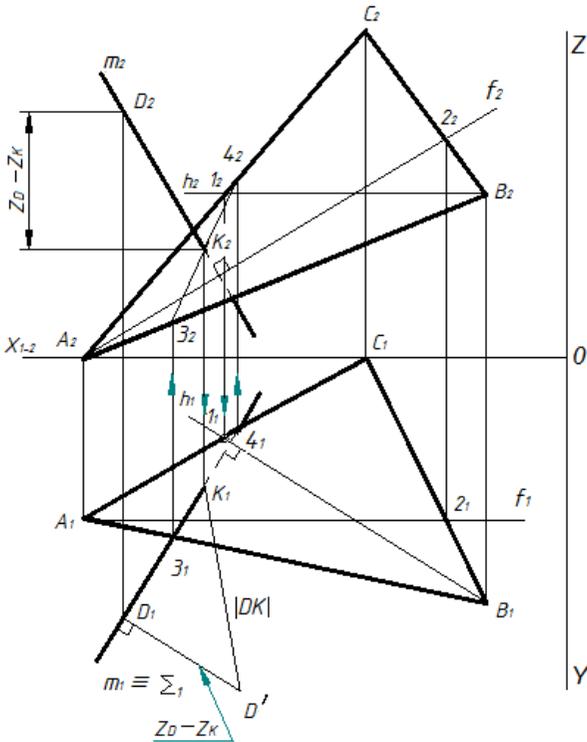


Рис. 6

3. Из точки  $D$  ( $D_1, D_2$ ) проведем прямую  $m$ , перпендикулярную  $\Delta ABC$ .  $m \perp \Delta ABC$ , если  $D_1 \in m_1$ ,  $m_1 \perp h_1$  и  $D_2 \in m_2$ ,  $m_2 \perp f_2$ .

4. Найдем точку пересечения прямой  $m$  с плоскостью треугольника  $ABC$ .  $m \in \Sigma$ ,  $\Sigma \perp \Pi_1$ ,  $\Sigma \cap \Delta ABC = 3-4$ . На пересечении линии  $3-4$  и прямой  $m$  получим искомую точку  $K$ .

5. Определим натуральную величину отрезка  $DK$  способом прямоугольного треугольника,  $DK = \sqrt{DK^2}$ .

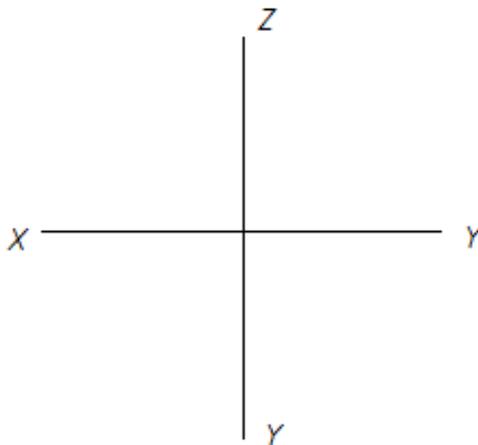
6. Определим видимость проекций отрезка  $DK$ , используя конкурирующие точки.

## Контрольные вопросы

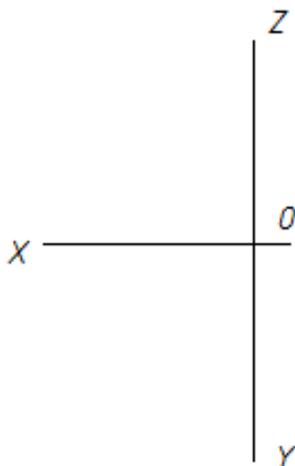
1. Какой координатой определяется расстояние до фронтальной плоскости проекций?
2. Какими координатами определяется горизонтальная проекция точки?
3. На какую из плоскостей проекций фронтально проецирующая плоскость проецируется в виде прямой?
4. Дайте определение горизонтали. Как построить горизонталь плоскости?
5. На какой проекции изображается горизонталь в натуральную величину?
6. Дайте определение фронтали. Как ее построить в плоскости?
7. Какая проекция фронтали параллельна оси  $OX$ ?
8. Условие перпендикулярности прямой и плоскости.
9. Определение точки пересечения прямой и плоскости.
10. Определение видимости прямой относительно плоскости с помощью конкурирующих точек.
11. Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения методом прямоугольного треугольника.

## Задачи для самостоятельного решения

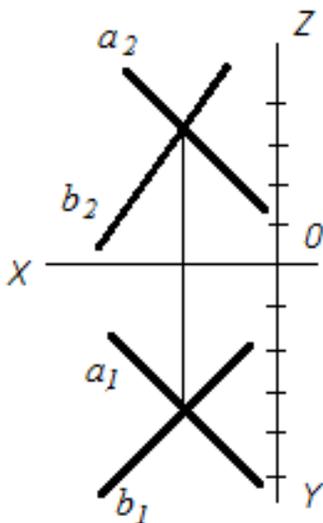
1. Построить проекции точки  $A$  по координатам  $X=20$  мм,  $Y=40$  мм,  $Z=30$  мм:



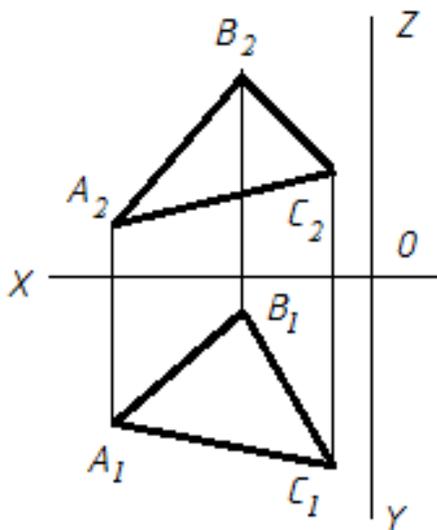
2. Построить проекции прямой  $AB$  по координатам концов  $X_A=20$  мм,  $Y_A=40$  мм,  $Z_A=30$  мм;  $X_B=60$  мм,  $Y_B=40$  мм,  $Z_B=10$  мм. Определить положение прямой  $AB$  по отношению к плоскостям проекций:



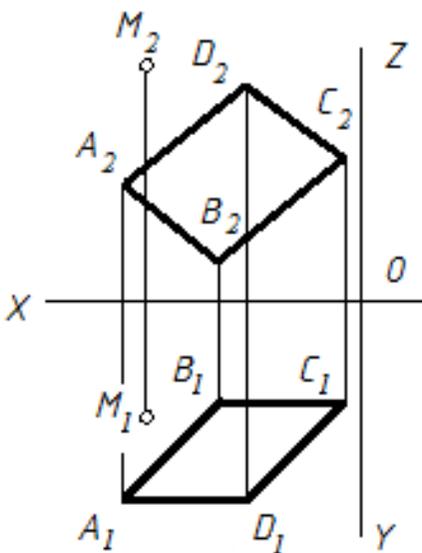
3. В плоскости  $\alpha$ , заданной пересекающимися прямыми  $a$  и  $b$ , провести горизонталь  $h$  на расстоянии 20 мм от плоскости  $\pi_1$ :



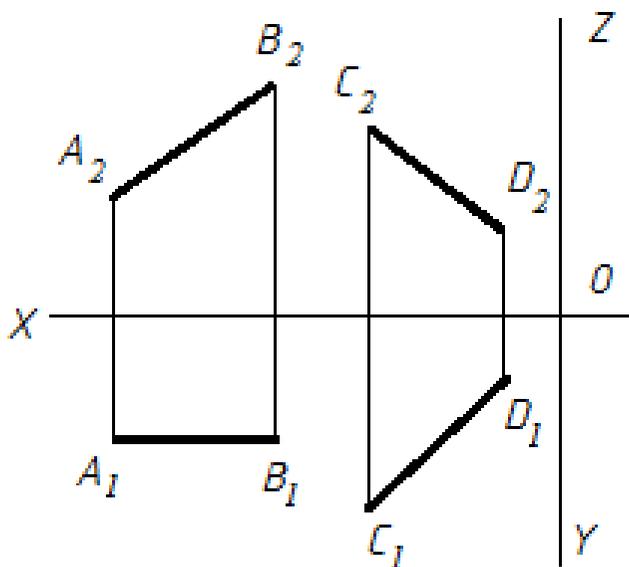
4. В плоскости  $\alpha$ , заданной  $\Delta(ABC)$ , провести фронталь  $f$  через вершину  $A$ :



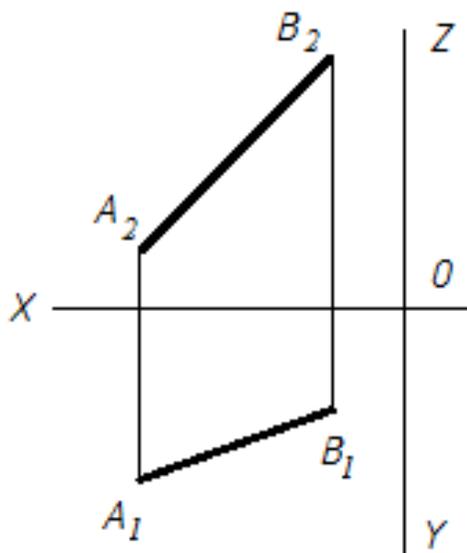
5. Из точки  $M$  опустить перпендикуляр на плоскость  $\alpha(ABCD)$ :



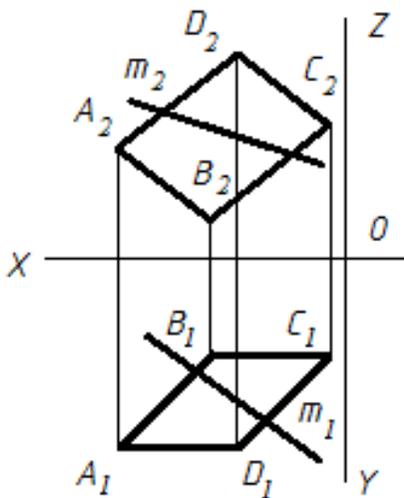
6. Определить натуральную величину отрезков  $AB$  и  $CD$ :



7. На отрезке  $AB$  найти точку  $C$ , отстоящую от точки  $A$  на расстоянии 40 мм.



8. Найти точку пересечения прямой  $m$  с плоскостью  $\alpha(ABCD)$ :



*Примечание:* решенную задачу необходимо привести в соответствие с ГОСТ 2.303-68 (Линии), т.е. оформить ее по всем правилам, соблюдая толщину линий.

## Эпюр № 2

### СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА

*Цель работы:* изучение способов преобразования чертежа.

*Объем и оформление работы.* Выполнить три задачи на двух или трех форматах А3 (297х420) в масштабе 1:1. Координаты исходных точек взять из таблицы.

*Общие сведения.* Задание прямых линий и плоских фигур в частных положениях относительно плоскостей проекций упрощает решение задач, а подчас дает ответ непосредственно по чертежу или при помощи простейших построений.

Пользуясь способами преобразования чертежа, можно перейти от общих положений прямых линий и плоских фигур к частным.

При решении задач используются замены плоскостей проекций, плоскопараллельное перемещение и вращение вокруг проецирующей прямой.

#### Способ замены плоскостей проекций

Этот способ заключается в замене одной из заданных плоскостей проекций новой, перпендикулярной к оставшейся плоскости проекций. При этом сохраняется принцип ортогональности: линии связи в новой системе плоскостей перпендикулярны новой оси.

Пусть задана точка  $A$  проекциями  $A_1$  и  $A_2$  на плоскостях  $\pi_1$  и  $\pi_2$ . Введем новую плоскость  $\pi_4$ , перпендикулярную горизонтальной плоскости проекций  $\pi_1$  и на ней получим новую проекцию точки  $A_4$  (рис. 7). Очевидно, что расстояние новой проекции  $A_4$  от новой оси  $X_{14}$  равно расстоянию фронтальной проекции  $A_2$  от оси  $X_{12}$ .

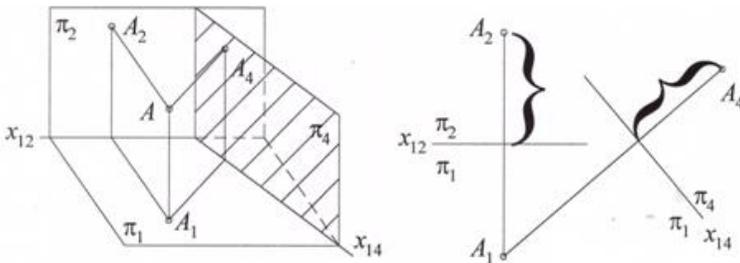


Рис. 7

На эпюре после совмещения плоскости  $\pi_4$  с плоскостью  $\pi_1$  новая проекция  $A_4$  располагается на линии связи, перпендикулярной новой оси  $X_{14}$ , причем расстояние от новой оси  $X_{14}$  до новой проекции  $A_4$  равно расстоянию от заменяемой оси  $X_{12}$  до заменяемой проекции  $A_2$ .

### Вращение вокруг проецирующей прямой

Пусть точка  $A$  вращается вокруг оси  $i$ , перпендикулярной горизонтальной плоскости проекций (рис. 8). Вращаясь, точка  $A$  будет описывать окружности в плоскости, перпендикулярной оси вращения и, следовательно, параллельной плоскости проекций  $\pi_1$ . Поэтому на плоскость  $\pi_1$  эта окружность спроецируется без искажения, а на плоскость  $\pi_2$  – в виде отрезка, параллельного плоскости  $\pi_1$ .

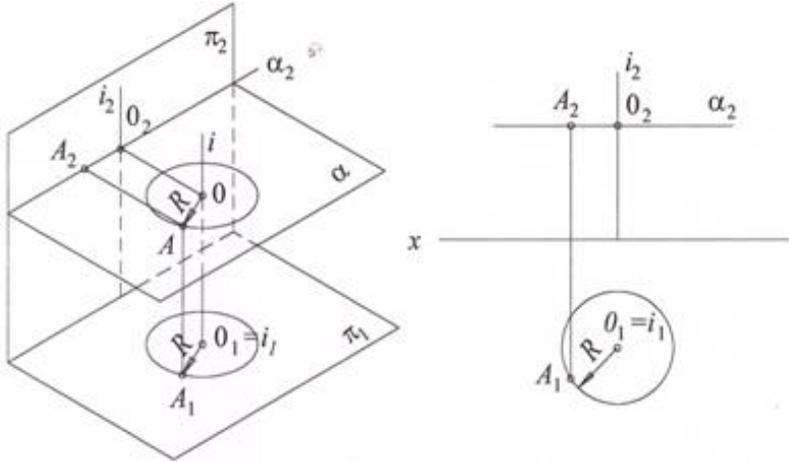


Рис. 8

Таким образом, при вращении точки вокруг проецирующей прямой на плоскости, перпендикулярной оси вращения, проекция точки перемещается по дуге окружности, а на плоскость, параллельной оси вращения – на прямой линии, параллельной оси  $OX$ .

Вращение прямой линии и плоскости сводится к вращению на один и тот же угол двух точек, принадлежащих прямой, а вращение плоскости – трех ее точек, не лежащих на одной прямой.

## Способ плоскопараллельного перемещения

Способ плоскопараллельного перемещения является частным случаем способа вращения (способа вращения без указания на чертеже проецирующих осей). Как было показано ранее, при вращении вокруг проецирующей оси проекция геометрического объекта на плоскость, перпендикулярную оси вращения, не изменяется по виду и величине, изменяется лишь положение этой проекции относительно оси вращения. На плоскости, параллельной оси вращения, все точки этой проекции перемещаются по линиям, параллельной оси  $OX$ . Исходя из этого, можно не задавать ось вращения и не определять радиус вращения, и выполнять преобразование, руководствуясь следующими положениями:

- одну проекцию перемещают в требуемое положение, не изменяя его формы и величины;
- на другой проекции точки перемещают по прямым, параллельным оси  $OX$ .

## Условия задач и примеры их решения

*Задача 1.* Определить расстояние от точки  $D$  до плоскости треугольника  $ABC$  способом замены плоскостей проекций (рис. 9).

Расстояние от точки  $D$  до плоскости определяется длиной перпендикуляра, проведенного из точки  $D$  до плоскости треугольника  $ABC$ . Если плоскость треугольника сделать проецирующей, то этот перпендикуляр проецируется на соответствующую плоскость проекций без искажения.

Сделаем плоскость треугольника  $ABC$  проецирующей, заменив фронтальную плоскость  $\Pi_2$  на новую плоскость  $\Pi_4$ , которая должна быть перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_1$  и плоскости треугольника  $ABC$ .

Проведем в треугольнике  $ABC$  горизонталь  $h$  ( $h_1, h_2$ ).

Введем новую ось  $x_{1-4} \perp h_1$  на основе признака перпендикулярности двух плоскостей.

Найдем новые проекции точек  $A_4, B_4, C_4, D_4$ . Для этого проведем от проекций  $A_1, B_1, C_1, D_1$  линии связи  $\perp x_{1-4}$  и отложим на них от новой оси  $x_{1-4}$  расстояния, замеренные от заменяемой оси  $x_{1-2}$  до заменяемых проекций  $A_2, B_2, C_2, D_2$ .



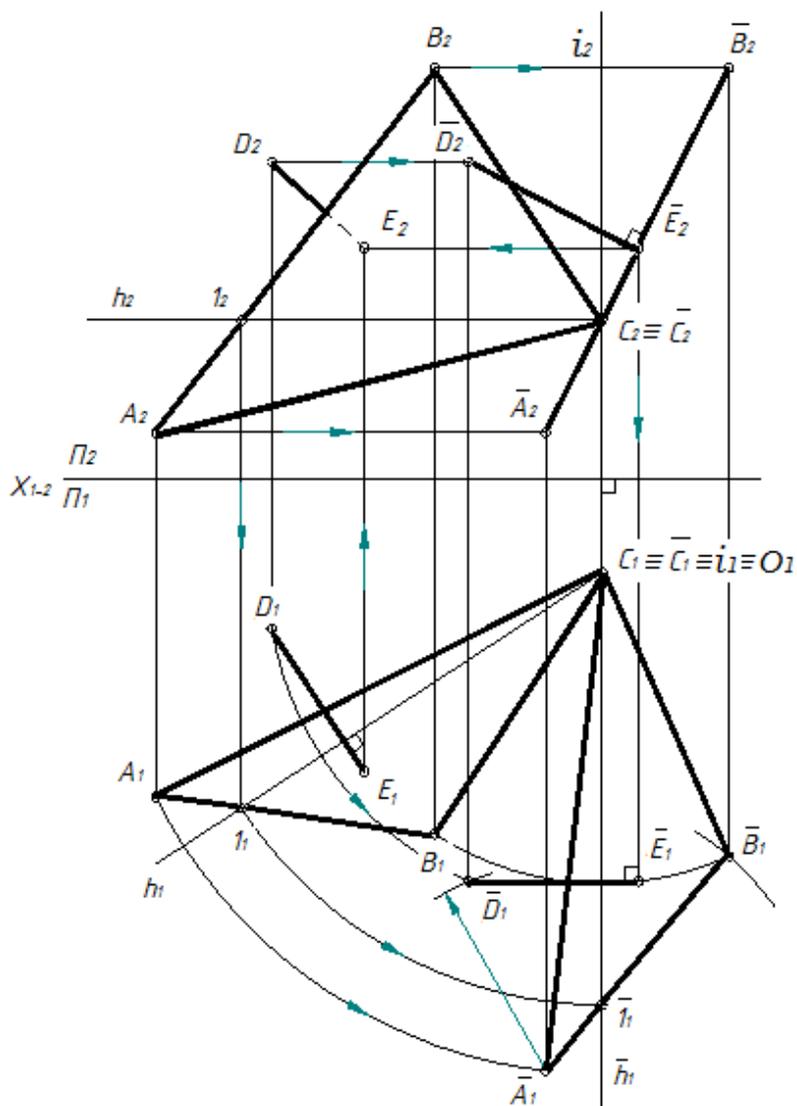


Рис. 10

Сделаем плоскость треугольника  $ABC$  фронтально проецирующей, вращая ее вокруг горизонтально-проецирующей оси  $i$  ( $i_1, i_2$ ), которую выберем проходящей через точку  $C$  ( $C_1, C_2$ ).

В плоскости треугольника  $ABC$  проведем горизонталь  $h$  ( $h_1, h_2$ ). Повернем ее до положения  $\bar{h}_1$  перпендикулярного к фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$ . Проекция центра вращения  $O_1$  совпадает с  $i_1$ , радиус вращения  $R$  равен  $O_1I_1$ .

Построим  $\Delta \bar{A}_1\bar{B}_1\bar{C}_1$  равновеликий  $\Delta A_1B_1C_1$ , затем повернутую проекцию точки  $D - \bar{D}_1$ . Построение проекций  $\bar{A}_1\bar{B}_1\bar{C}_1\bar{D}_1$  выполним засечками относительно проекции горизонтали  $\bar{h}_1$ . Фронтальные проекции точек  $A_2, B_2, C_2, D_2$  будут перемещаться по горизонтальным линиям, на пересечении их с линиями связи, проведенными из  $\bar{A}_1\bar{B}_1\bar{C}_1\bar{D}_1$  получатся  $\bar{A}_2\bar{B}_2\bar{C}_2\bar{D}_2$ . Соединим  $\bar{A}_2\bar{B}_2\bar{C}_2$ . Из  $\bar{D}_2$  опустим перпендикуляр на  $\bar{A}_2\bar{B}_2\bar{C}_2$ . Обозначим проекцию его основания  $\bar{E}_2$ . Отрезок  $\bar{D}_2\bar{E}_2$  – искомое расстояние от точки  $D$  до плоскости треугольника  $ABC$ . Проекцию  $\bar{E}_1$  находим на пересечении линии связи, проведенной из  $\bar{E}_2$ , с перпендикуляром, опущенным из  $\bar{D}_1$  на проекцию  $\bar{h}_1$ . Проекции  $E_1$  и  $E_2$  находим обратным вращением.

*Задача 3.* Определить расстояние от точки  $D$  до плоскости треугольника  $ABC$  методом плоскопараллельного перемещения (рис. 11).

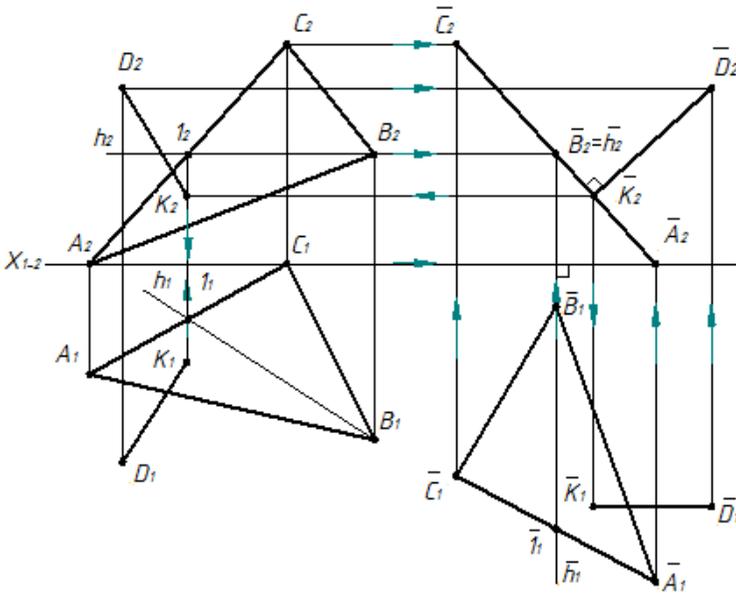


Рис. 11

Для решения задачи сделаем плоскость треугольника проецирующей. Для этого проведем в плоскости треугольника  $ABC$  горизонталь  $h$  ( $h_1, h_2$ ) через удобно выбранную точку  $B$ . Разместим горизонталь перпендикулярно фронтальной плоскости проекций  $h1 \perp OX$ ,  $B1$  на произвольном расстоянии от оси  $x$ ,  $\overline{B_1\overline{1}_1} = B_1\overline{1}_1$ . Построим относительно  $\overline{h_1}$  (засечками) треугольник  $\overline{A_1\overline{B_1}\overline{C_1}}$  равновеликий  $\Delta A_1B_1C_1$ , а затем проекцию  $D1$  (также двумя засечками). Фронтальные проекции точек  $A_2, B_2, C_2$  и  $D_2$  переместятся по горизонтальным линиям до пересечения с линиями связи, проведенными из проекций  $\overline{A_1}, \overline{B_1}, \overline{C_1}$  и  $\overline{D_1}$ . Полученные проекции  $\overline{A_2}, \overline{B_2}, \overline{C_2}$  лежат на одной прямой.

Опустим из проекции  $\overline{D_2}$  перпендикуляр на плоскость  $\Delta \overline{A_2\overline{B_2}\overline{C_2}}$ .  $\overline{K_2}$  будет фронтальной проекцией основания перпендикуляра. Проекция  $\overline{D_2\overline{K_2}}$  есть искомое расстояние от точки  $D$  до плоскости треугольника  $ABC$ .

Проекция  $\overline{D_1\overline{K_1}}$  параллельна оси  $OX$ . Проекции  $K_1$  и  $K_2$  находим обратным плоскопараллельным перемещением.

Определяем видимость проекций прямой  $DK$  методом конкурирующих точек.

### Контрольные вопросы

1. Опишите способ замены плоскостей проекций.
2. Какую плоскость проекций необходимо заменить на новую, чтобы прямая преобразовалась в горизонталь?
3. Как должна располагаться новая плоскость проекций при необходимости определить натуральную величину отрезка прямой?
4. Как должна располагаться новая плоскость проекций при необходимости преобразовать плоскость в проецирующую?
5. Опишите способ плоскопараллельного перемещения?
6. Какая проекция отрезка прямой общего положения остается неизменной по величине при преобразовании ее в горизонтальную?
7. Какая проекция отсека плоскости общего положения остается неизменной по величине при преобразовании его в горизонтально-проецирующее положение?
8. Как должна располагаться новая плоскость проекций при необходимости преобразовать треугольник во фронтально проецирующее положение?

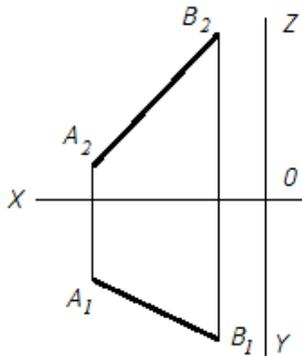
9. Сколько замен плоскостей проекций необходимо для преобразования плоскости общего положения в плоскость уровня?

10. Как выбрать ось вращения для преобразования прямой общего положения во фронталь?

11. Какое положение занимает ось вращения при преобразовании плоскости общего положения во фронтально проецирующую?

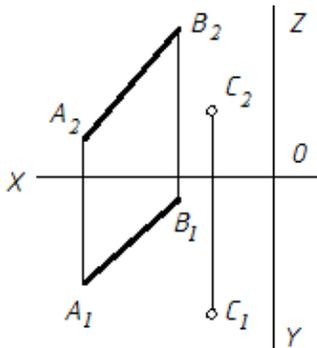
### Задачи для самостоятельного решения

1. Определить натуральную величину отрезка  $AB$  способом замены плоскостей проекций.

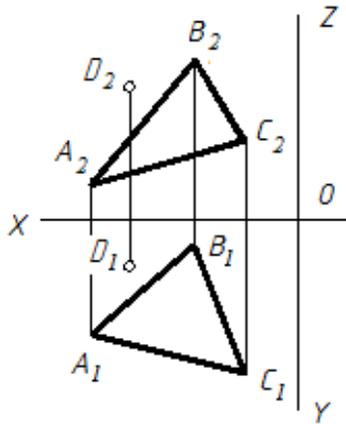


2. Определить натуральную величину отрезка  $AB$  способом плоскопараллельного перемещения.

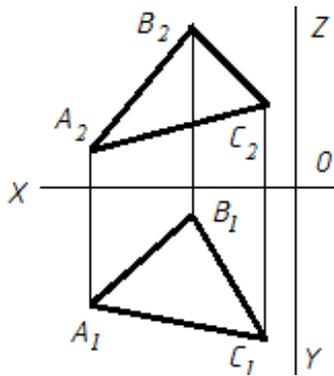
3. Определить натуральную величину расстояния от точки  $C$  до прямой  $AB$  способом замены плоскостей проекций.



4. Определить натуральную величину расстояния от точки  $D$  до плоскости треугольника  $\Delta(ABC)$  способом замены плоскостей проекций.

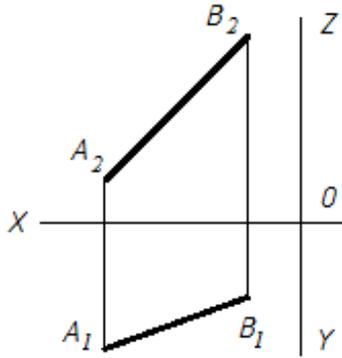


5. Преобразовать плоскость  $\alpha$ , заданную  $\Delta(ABC)$ , в горизонтально проецирующую плоскость способом плоскопараллельного перемещения.



6. Преобразовать плоскость  $\alpha$ , заданную  $\Delta(ABC)$ , во фронтально проецирующую плоскость способом замены плоскостей проекций.

7. На отрезке  $AB$  найти точку  $C$ , отстоящую от точки  $A$  на расстоянии 40 мм.



*Примечание:* решенную задачу необходимо привести в соответствие с ГОСТ 2.303-68 (Линии), т.е. оформить ее по всем правилам, соблюдая толщину линий.

## Эпюр № 3

### ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Задачи на построение линий пересечения поверхностей (линии перехода) выполняются методом секущих плоскостей.

Чтобы построить линию пересечения двух поверхностей, нужно найти ряд общих точек, принадлежащих им, и затем эти точки соединить в определенной последовательности.

Эти точки линии пересечения строят следующим образом:

- 1) вводят вспомогательную плоскость;
- 2) находят линии пересечения этой плоскости с каждой поверхностью;
- 3) на пересечении найденных линий получают искомые точки.

Вспомогательную плоскость следует выбирать так, чтобы ее линия пересечения с каждой поверхностью проецировалась на плоскость проекций в виде простейших линий – прямой или окружности.

Линией пересечения может быть:

- пространственная кривая – при пересечении двух кривых поверхностей;
- пространственная ломанная линия – при пересечении двух многогранников;
- плоская линия – при пересечении поверхности плоскостью (окружность, эллипс, парабола, гипербола и другие);
- прямая – при пересечении двух плоскостей.

### Призма

Из размеров, характеризующих правильную призму, на чертеже достаточно задать высоту призмы и диаметр окружности, в которую вписаны верхнее и нижнее основания призмы.

*Пересечение призмы.* В зависимости от положения секущей плоскости в сечении призмы, например, правильной четырехгранной, можно получить следующие фигуры (рис. 12 и табл. 2).

Таблица 2

Обозначение плоскости	Положение секущей плоскости	Форма сечения
А-А	Параллельная основанию призма	Многоугольник, параллельный и равный основанию
Б-Б	Параллельная ребру призма	Прямоугольник
В-В	Наклонена к ребрам призмы	Многоугольник, не равный и не подобный основанию

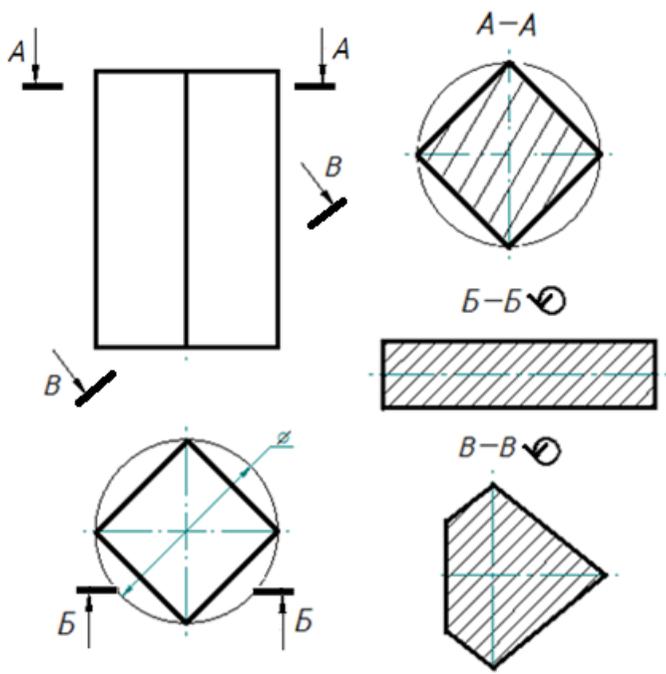


Рис. 12

*Задача 1.* Дана прямая четырехгранная призма со сквозным отверстием.

1. Достроить вид сверху.
2. Построить вид слева.
3. Выполнить профильный разрез.
4. Выполнить сечение.
5. Нанести размеры согласно ГОСТ 2.307-68.

На рис. 13 дана прямая четырехгранная призма со сквозным отверстием в виде трехгранной призмы. Здесь мы имеем случай пересечения двух многогранников. Линией пересечения будет пространственная ломанная линия.

Рассматривая положение призмы относительно плоскостей проекций, видим, что каждая грань призмы перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций и, следовательно, является горизонтально проецирующей плоскостью.

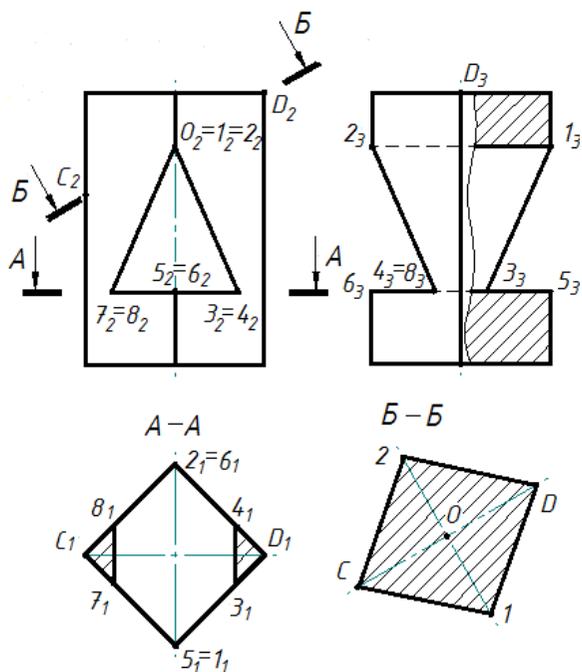


Рис. 13

На рис. 13 видно, что каждая из граней трехгранного отверстия перпендикулярна фронтальной плоскости проекций, т.е. занимает фронтально проецирующее положение.

Проецирующая плоскость изображается прямой линией (следом – проекции) на перпендикулярной к ней плоскости проекций. Следы – проекций проецирующих плоскостей обладают собирательным свойством. Это свойство заключается в том, что проекции точек, линий, фигур, принадлежащих проецирующим плоскостям, совпадают с их следами - проекциями.

Боковые грани призмы вместе с лежащими на них отрезками линии пересечения на горизонтальной плоскости проекций (вид сверху) совпадут с проекциями оснований и изобразятся в виде четырехугольника.

Сквозное призматическое отверстие занимает фронтально-проецирующее положение. Поэтому проекция линии пересечения на виде спереди совпадает с контуром отверстия.

Обозначим точки линии пересечения цифрами 1, 2, 3 ..., имея в виду, что линий пересечений будет две: 1-3-5-7-1 – пространственная ломанная линия, принадлежащая передней части призмы, линия 2-4-6-8-2 принадлежит задней части призмы.

*Взять точку на поверхности* – это означает определить проекции точки, лежащей на поверхности. Для построения проекции линии пересечения на виде спереди и виде сверху используем свойство проецирующих плоскостей, т.е. проекции  $1_2-3_2-5_2-7_2-1_2$  ( $2_2-4_2-6_2-8_2$ ) на чертеже уже известны, по ним находим проекции  $1_1-3_1-5_1-7_1-1_1$  ( $2_1-4_1-6_1-8_1$ ). По двум проекциям определяем профильные проекции  $1_3, 2_3, 3_3 \dots$ . На рис. 13 видно построение точки 4 ( $4_1, 4_2, 4_3$ ). Соединяем точки  $1_3-5_3-7_3-1_3$  и  $2_3-4_3-6_3-8_3-2_3$  в той же последовательности, в какой они соединяются на главном виде, учитывая условия видимости.

*Видимость.* Рассматривая вид сверху, мы видим верхнее основание, линии 1-2, 3-4, 7-8, расположенные под ним, будут невидимыми и изобразятся на чертеже штриховой линией – линией невидимого контура, толщина которой  $S/2 \dots S/3$  (длину штрихов рекомендуется брать в пределах 2...8 мм).

На виде спереди видна половина призмы и все точки, расположенные на ней, задняя половина призмы со всеми точками невидима.

Если на чертеже линия видимого контура совпадает с линией невидимого контура или происходит наложение линий видимого контура, то чертят контурную линию толщиной  $S$ .

На виде слева видна передняя (по отношению к профильной плоскости проекций) половина призмы со всеми расположенными на ней точками. Линии 1-2, 3-4, – это линии невидимого контура.

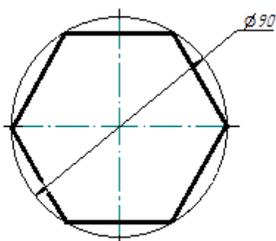
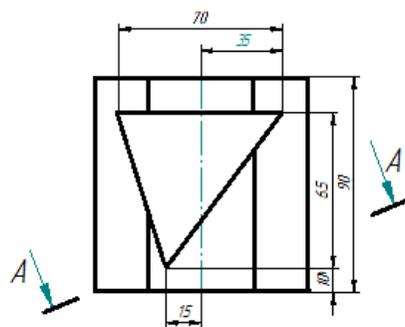
На виде слева выполняем разрез, сохраняя на чертеже ребро призмы.

*Построение сечения.* Натуральную величину сечения призмы плоскостью  $B-B$  можно построить:

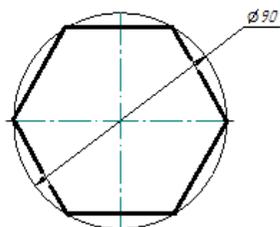
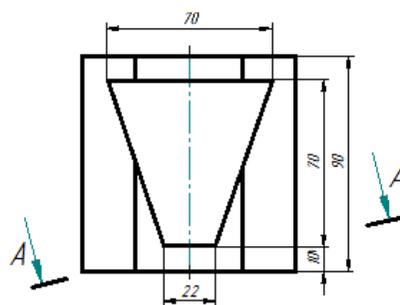
1) способом замены плоскостей проекций. Параллельно следу секущей плоскости  $B-B$  на свободном поле чертежа проводим ось, на которой откладываем отрезки  $1_2C_2 = 2_2D_2$ . На перпендикуляре к оси  $CD$ , проходящем через точку  $O$ , откладываем расстояние  $O_1I_1 = O_12_1$ . Четырехугольник  $C-2-D-1$  является сечением призмы.

2) способом плоскопараллельного перемещения.

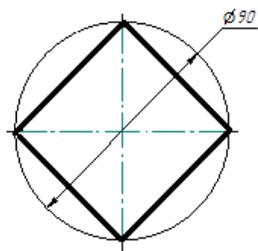
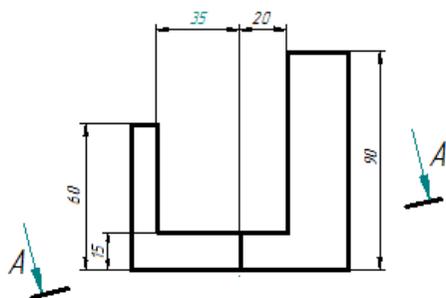
Весь перечень заданий по призме представлен ниже. Задания выполняется в том же объеме, как в рассмотренном примере.



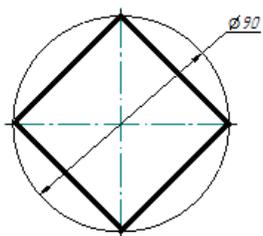
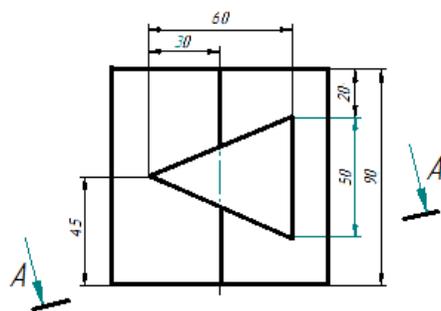
1



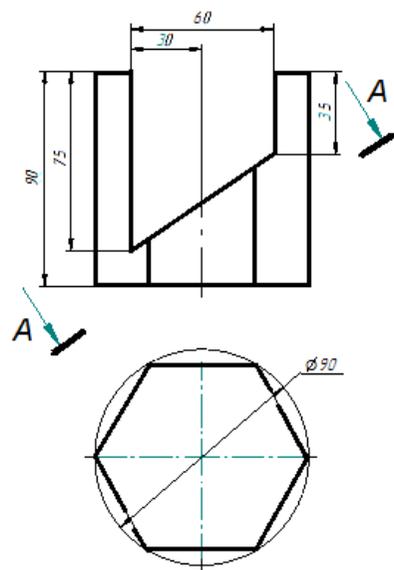
2



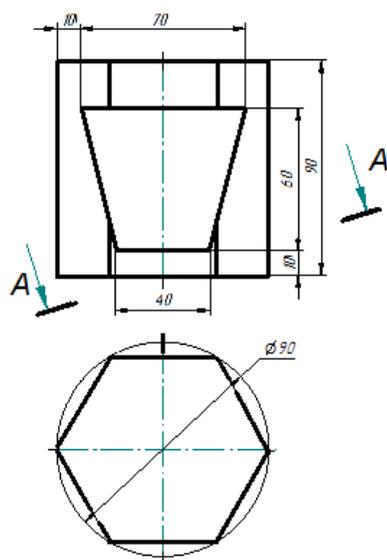
3



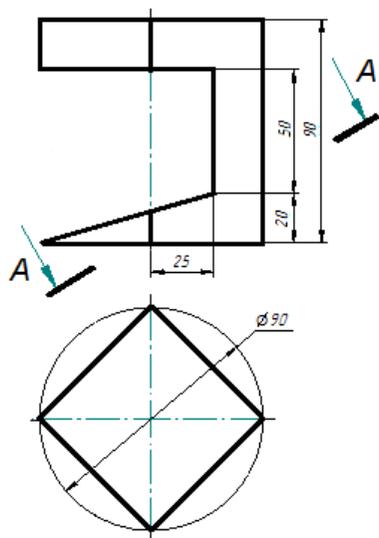
4



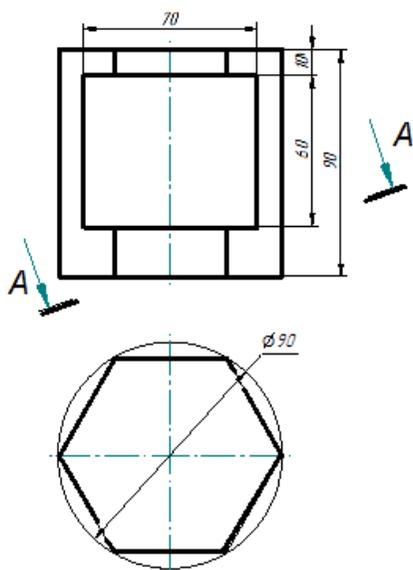
5



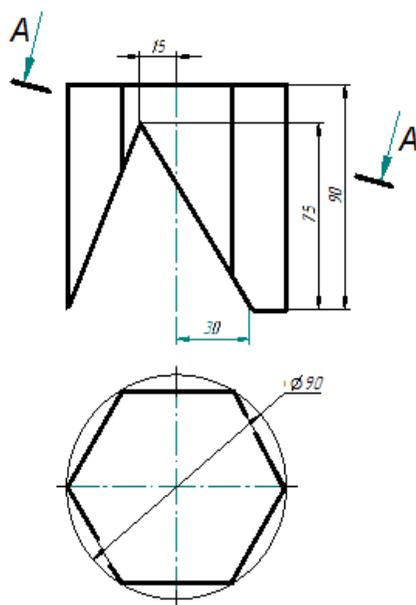
6



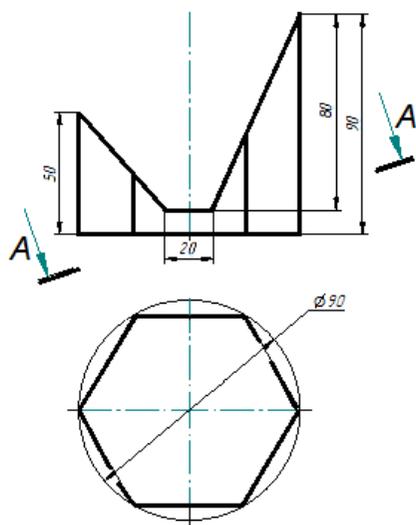
7



8

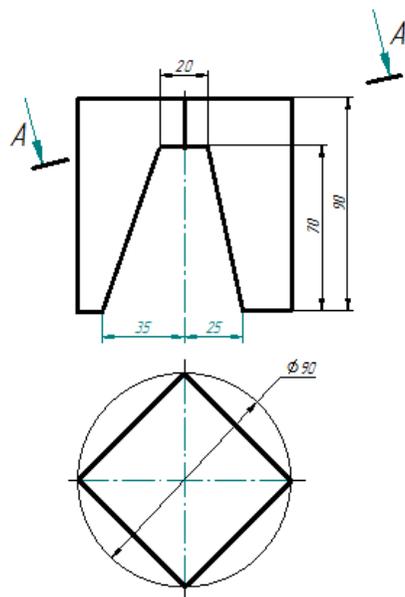


9

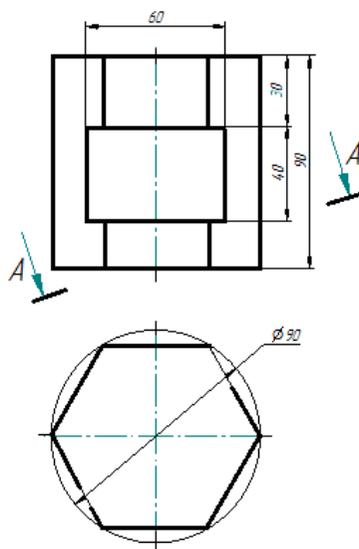


10

35

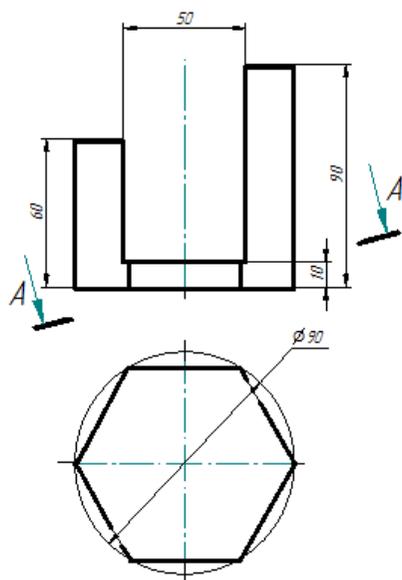


11

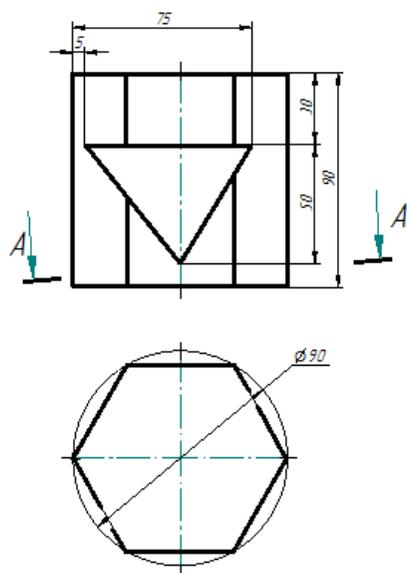


12

36

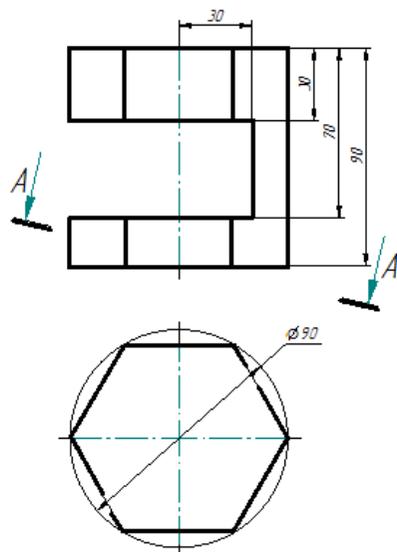


13

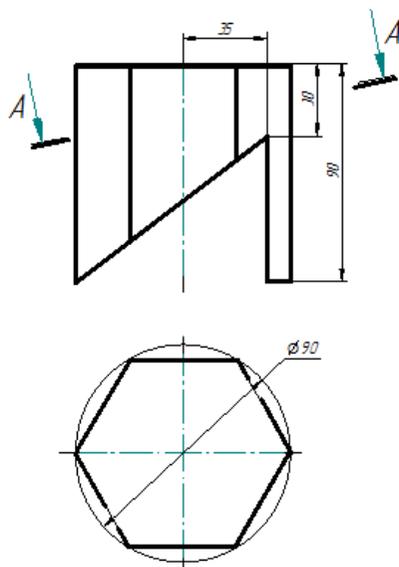


14

37

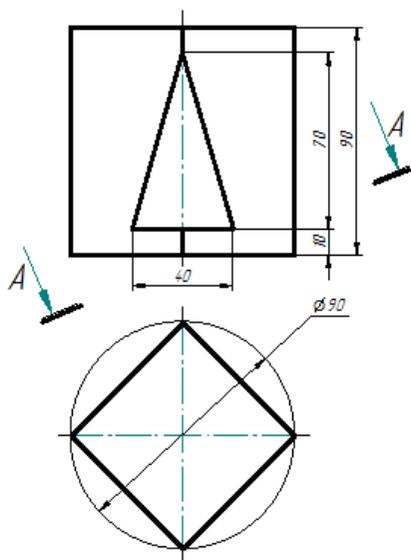


15

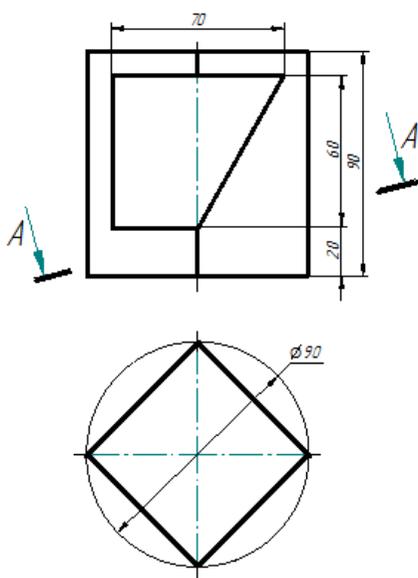


16

38

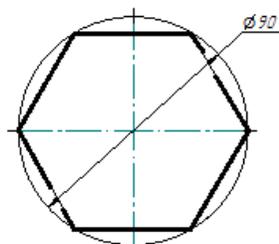
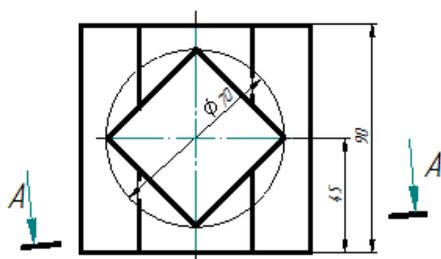


17

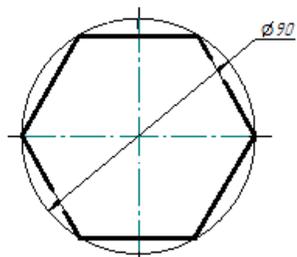
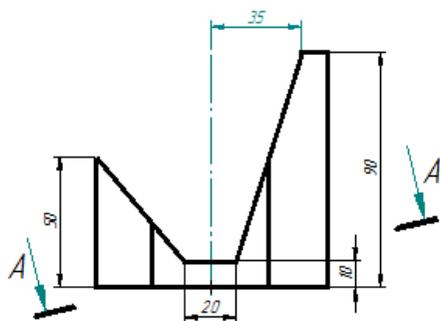


18

39

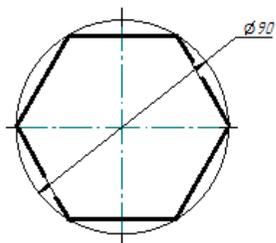
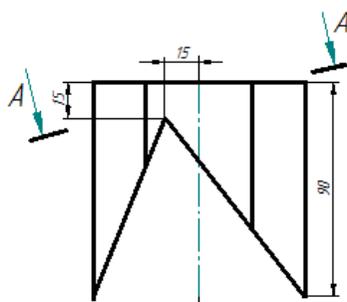


19

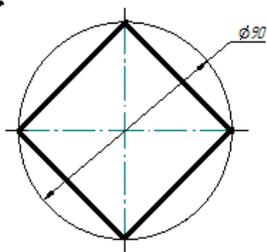
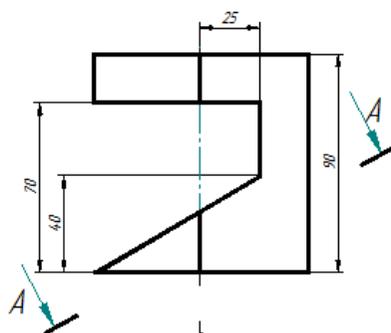


20

40

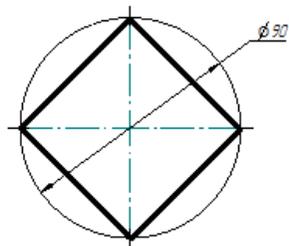
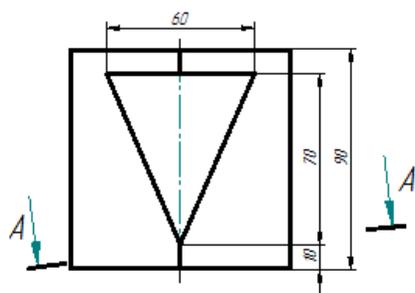


21

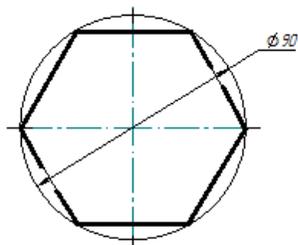
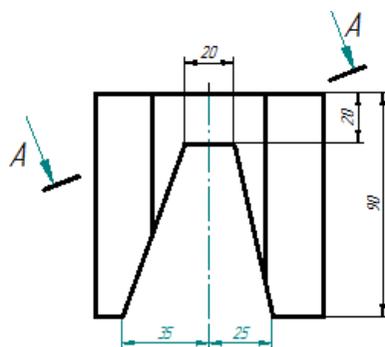


22

41

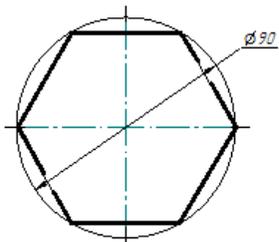
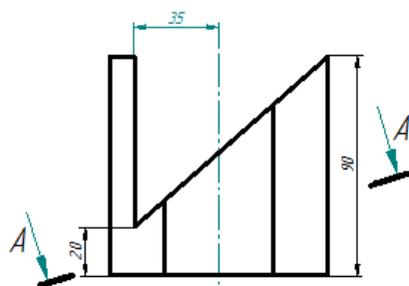


23

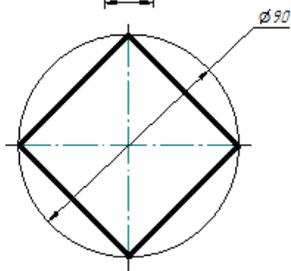
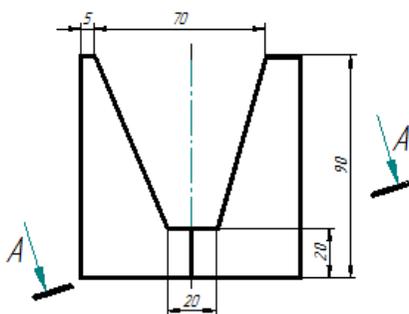


24

42

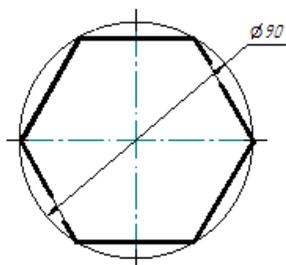
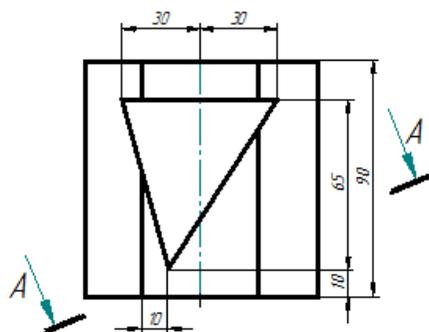


25

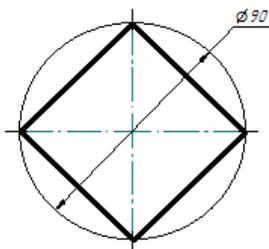
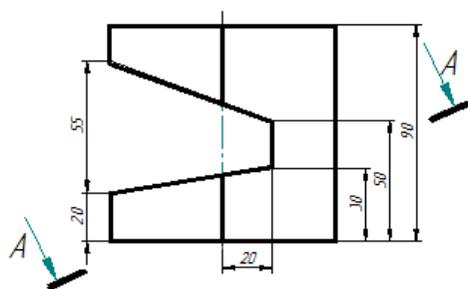


26

43

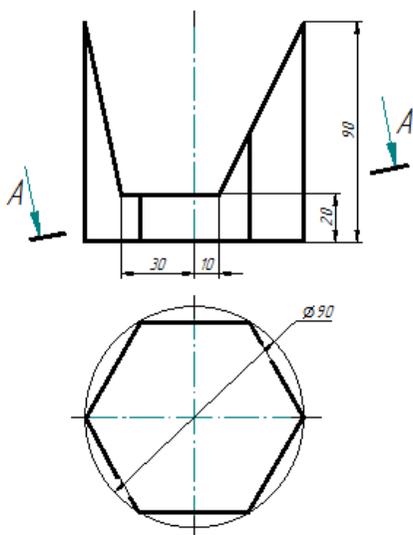


27

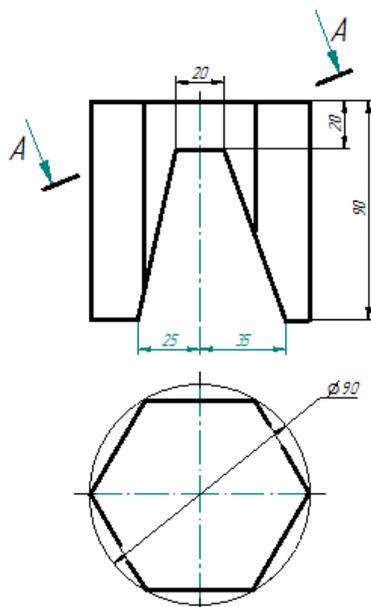


28

44



29



30

45

## Конус

Прямой круговой конус определяется двумя размерами: диаметром окружности основания и высотой. Для изображения технической детали, имеющей коническую форму, часто достаточно одной проекции, так как знак диаметра  $\varnothing$  указывает, что деталь имеет форму тела вращения.

*Пересечение конуса.* В зависимости от положения секущей плоскости в сечении конуса можно получить следующие фигуры (рис. 14 и табл. 3).

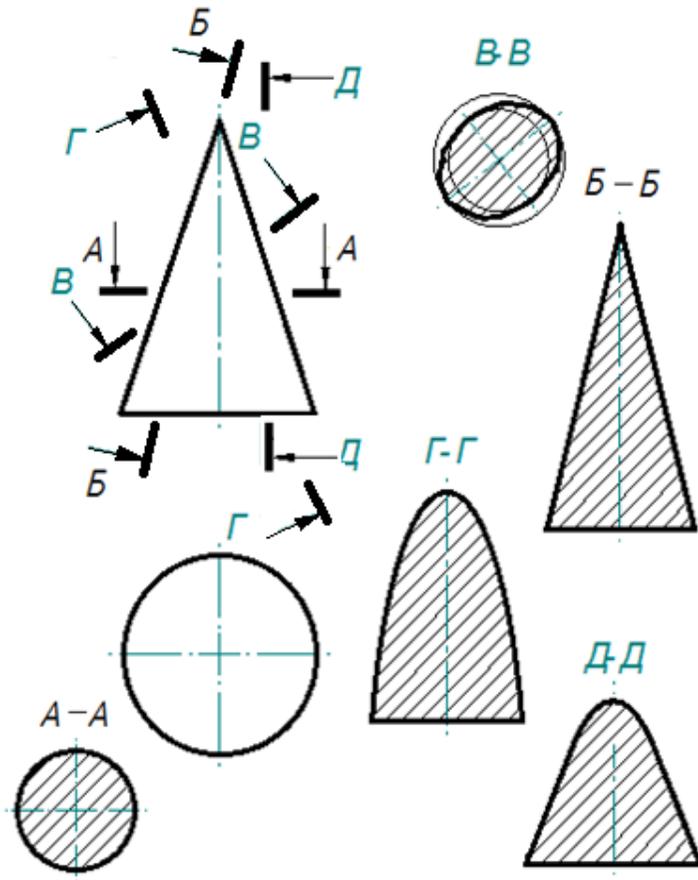


Рис. 14

Таблица 3

Обозначение плоскости	Положение секущей плоскости	Форма сечения
А-А	Перпендикулярна оси конуса	Окружность
Б-Б	Проходит через вершину конуса	Треугольник
В-В	Пересекает образующие конуса	Эллипс*
Г-Г	Параллельна образующей конуса	Парабола
Д-Д	Параллельна двум образующим	Гипербола

\*Примечание. Эллипс получается полным, если плоскость пересекает образующие конуса; сечение представляет часть конуса, если секущая плоскость пересекает основание конуса.

*Задача 2.* Дан прямой круговой конус со сквозным отверстием.

1. Построить вид сверху.
2. Построить вид слева.
3. Выполнить профильный разрез.
4. Выполнить сечение.
5. Нанести размеры согласно ГОСТ 2.307-68.

*Построение проекций конуса с вырезом.* На рис. 15 дан прямой круговой конус со сквозным отверстием в виде прямоугольника. Имеем случай пересечения поверхности вращения и многогранника. Линией пересечения будет пространственная кривая.

Рассматривая положение конуса относительно плоскостей проекций, видим, что на виде сверху основание конуса спроецировалось в окружность. Боковая поверхность конуса представляет собой криволинейную поверхность, образующие которой проходят через общую точку  $S(S_1)$  - вершину конуса.

По отношению к фронтальной плоскости проекций образующие  $AS$  и  $BS$  являются очерковыми (крайними) и делят боковую поверхность конуса на две части – переднюю и заднюю. Образующие  $CS$  и  $DS$  - очерковые относительно профильной плоскости проекций.

Из рисунка видно, что все грани прямоугольного отверстия занимают фронтально проецирующее положение, поэтому проекция линии пересечения на виде спереди совпадает с контуром отверстия.

Обозначим точки линии пересечения прямоугольного отверстия с боковой поверхностью конуса  $1, 2, 3, 4 \dots$ , имея в виду, что линий пересечения будет две:  $1-3-5-7-\dots-1$ , принадлежащей передней половине конуса, и  $2-4-6-8-\dots-2$  - задней. Поверхность конуса пересекается плоскостями прямоугольного отверстия, две из которых перпендикулярны оси конуса, а две параллельны ей.

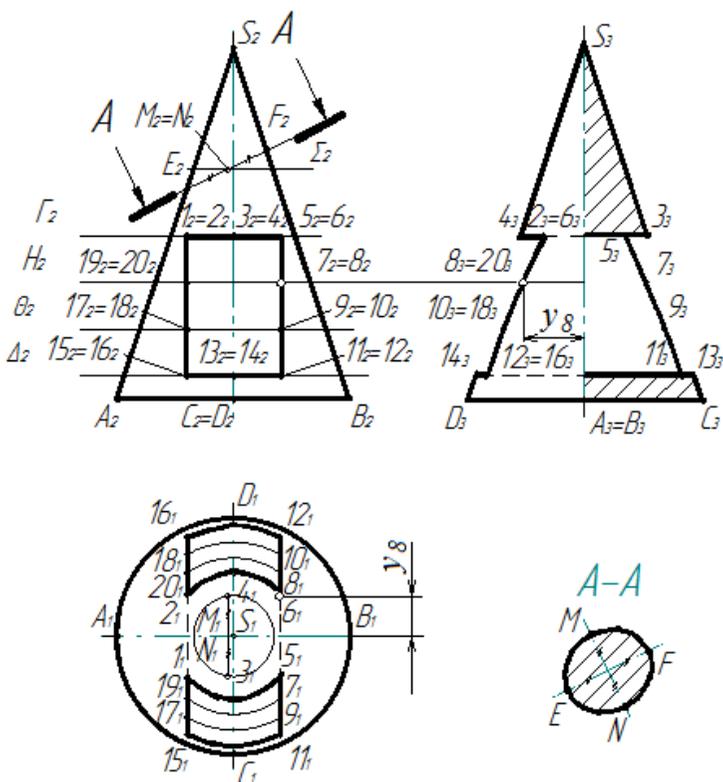


Рис. 15

Следовательно, линия пересечения будет состоять из различных участков кривых второго порядка. Участок 1-3-5 (2-4-6) и участок 15-13-11 (16-14-12) представляют часть окружности; участок 1-19-17-15 (2-20-18-16) и участок 5-7-9-11 (6-8-10-12) – часть гиперболы. Эти участки сходятся между собой на ребрах прямоугольного отверстия.

Для построения проекций пересечения на виде спереди используем свойство проецирующих плоскостей, т.е. на чертеже имеются проекции  $1_2-3_2-5_2...$  ( $2_2-4_2-6_2...$ ).

На рис. 15 задана фронтальная проекция точек  $M (M_2)$  и  $N (N_2)$ . Горизонтальные проекции точек  $M (M_1)$  и  $N (N_1)$  можно найти:

1) через точки  $M$  и  $N$  проводим секущую плоскость  $\Sigma(\Sigma_2)$  параллельно основанию конуса. В сечении получаем окружность, на которой лежат  $M_1$  и  $N_1$ ;

2) секущую плоскость проводим через вершину  $S$  и точки  $M$  ( $M_2$ ) и  $N$  ( $N_2$ ). В сечении получаем треугольник  $SCD$ , на сторонах которого лежат  $M_1$  и  $N_1$ .

В нашем примере горизонтальные проекции точек линии пересечения находятся с помощью горизонтальных секущих плоскостей: через точки  $1, 3, 5, 6, 4, 2$  – проводим плоскость  $\Gamma$  ( $\Gamma_2$ ), на окружности которой находим  $1_1-3_1-5_1$  ( $2_1-4_1-6_1$ ). Таким же образом с помощью плоскостей  $H_2, \Theta_2, \Delta_2$  находим горизонтальные проекции остальных точек. По двум проекциям определяем профильные проекции всех точек. Построение понятно на примере точки  $8$ . Соединяем горизонтальные и профильные проекции (по лекалу) в той же последовательности, в какой они соединяются на главном виде, учитывая условия видимости.

*Видимость.* На виде сверху видимыми будут все линии и точки, лежащие на поверхности конуса. Линии  $1-2, 5-6, 11-12, 15-16$ , находящиеся внутри конуса, невидимы.

На виде спереди видна передняя половина конуса со всеми линиями и точками на ее поверхности.

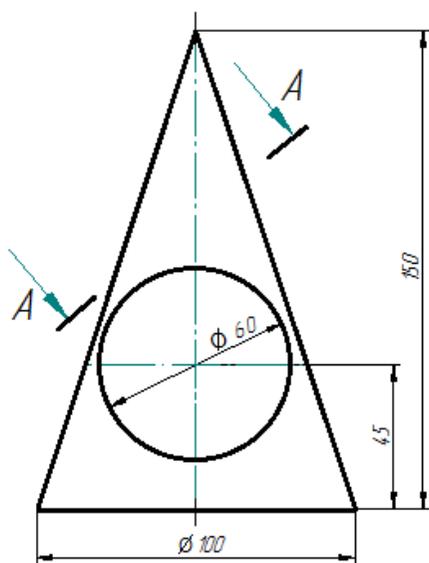
На виде слева видна передняя (по отношению к профильной плоскости проекций) половина конуса со всеми расположенными на ней точками. Линии  $1-2; 5-6; 11-12; 15-16$  не видны. Выполняем на виде слева разрез. На симметричных изображениях допускается совмещать половину вида с половиной разреза. При этом границей вида и разреза будет осевая штрихпунктирная линия. Конус разрезают вертикальной профильной плоскостью, проходящей через ось симметрии, поэтому разрез не имеет обозначения.

*Построение сечения.* Натуральную величину сечения конуса плоскостью  $A-A$  (рис. 15) можно построить:

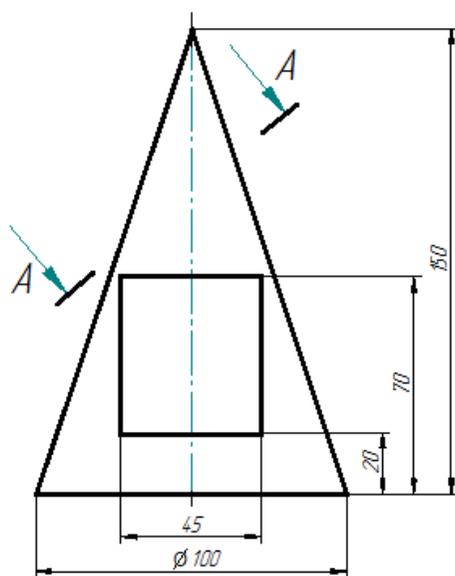
- 1) с помощью полного сечения по двум осям. Большая ось –  $EF$  ( $E_2F_2$ ) и малая –  $MN$  ( $M_1N_1$ );
- 2) заменой плоскостей проекций,
- 3) способом плоскопараллельного перемещения.

*Примечание:* горизонтальные проекции всех точек находятся с помощью вспомогательных секущих плоскостей.

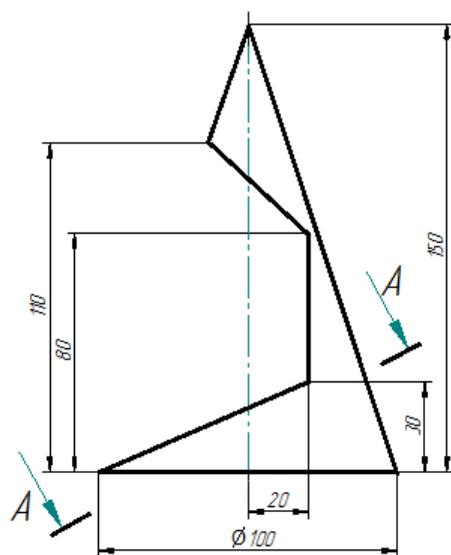
Ниже приведены задания по конусу, которые выполняют в том же объеме, как в рассмотренном примере.



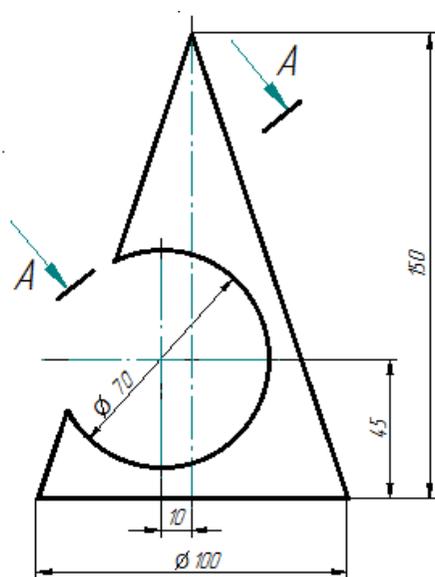
1



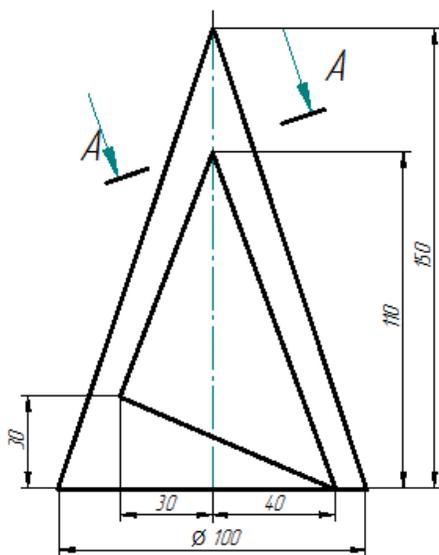
2



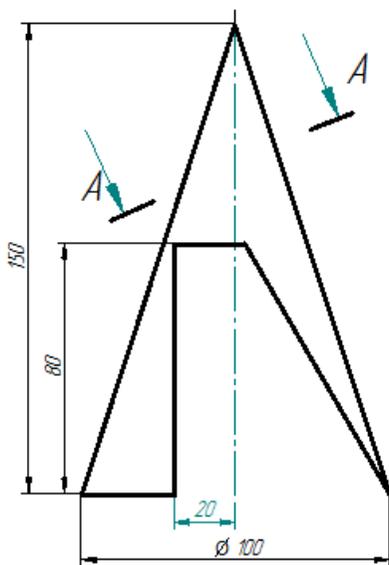
3



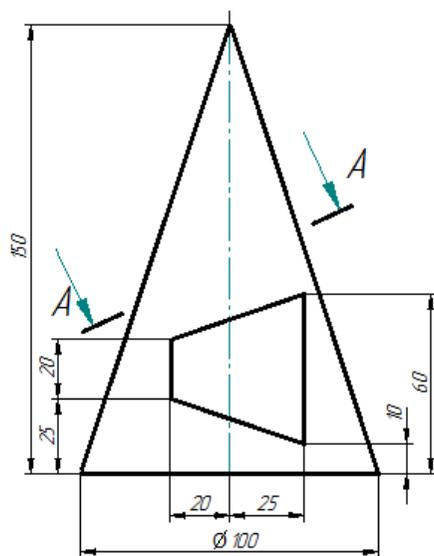
4



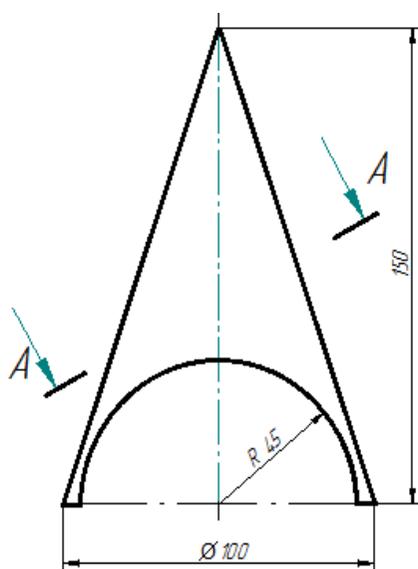
5



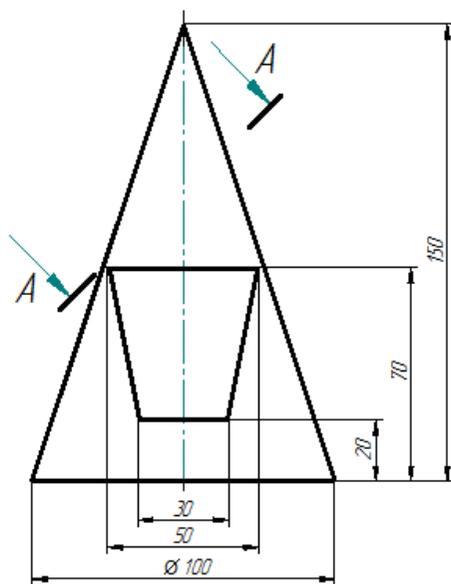
6



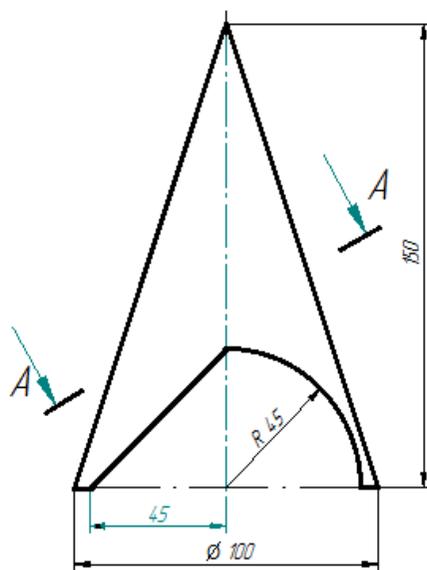
7



8

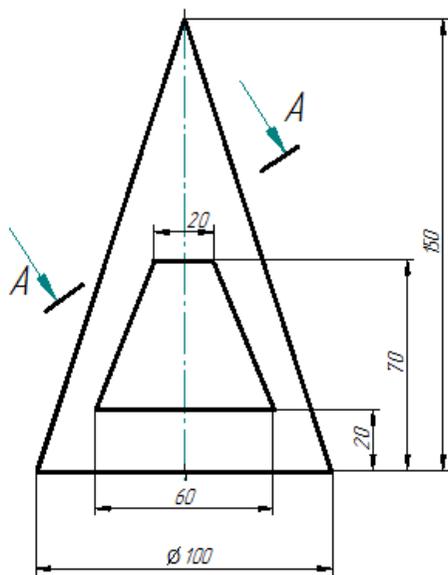


9

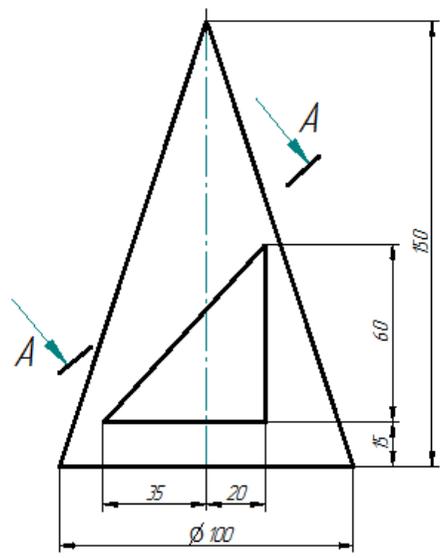


10

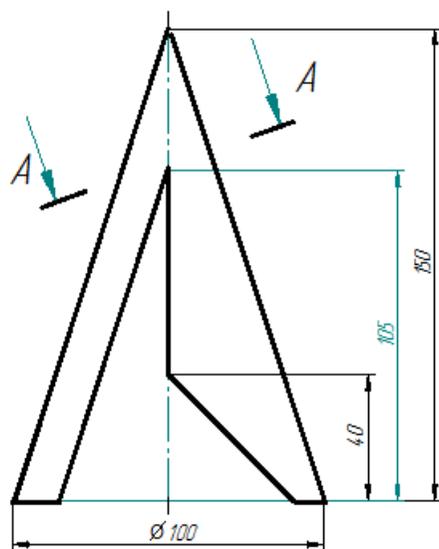
54



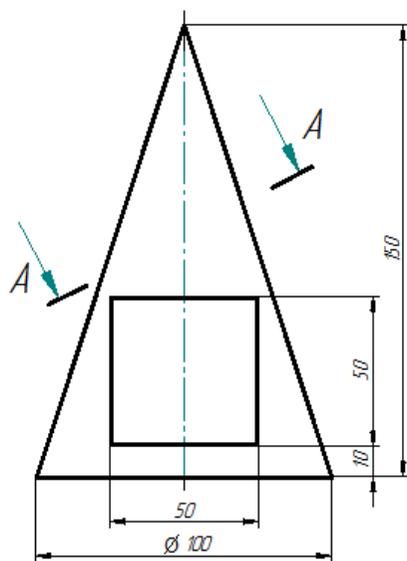
11



12

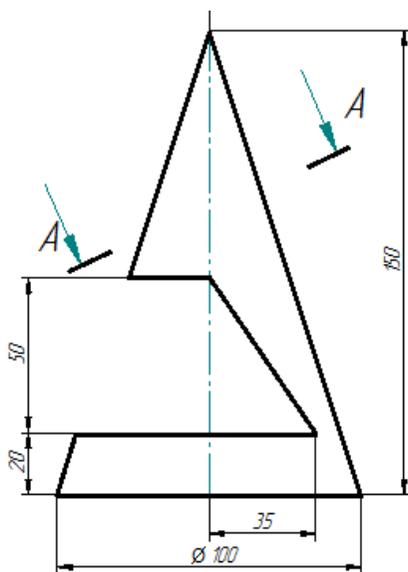


13

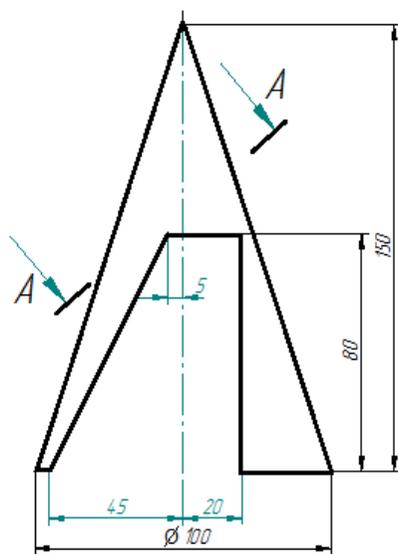


14

56

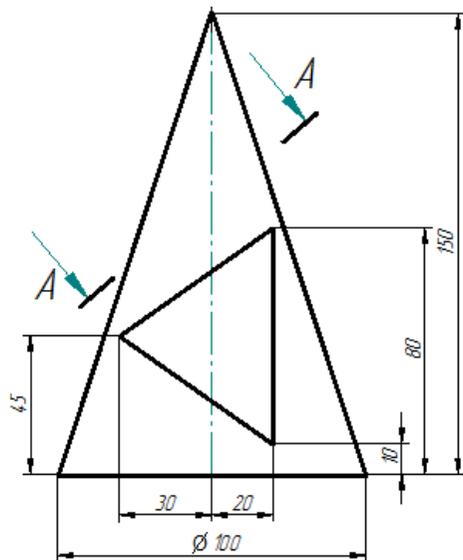


15

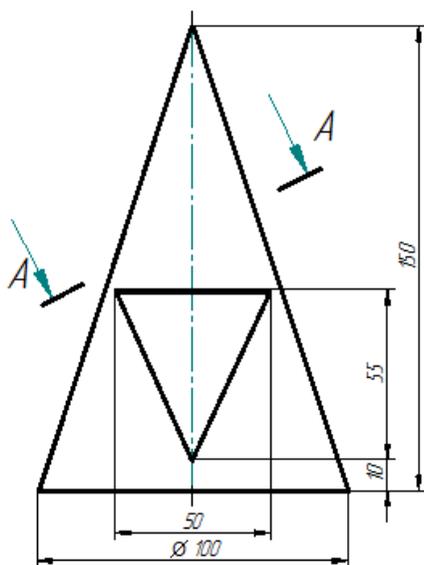


16

57

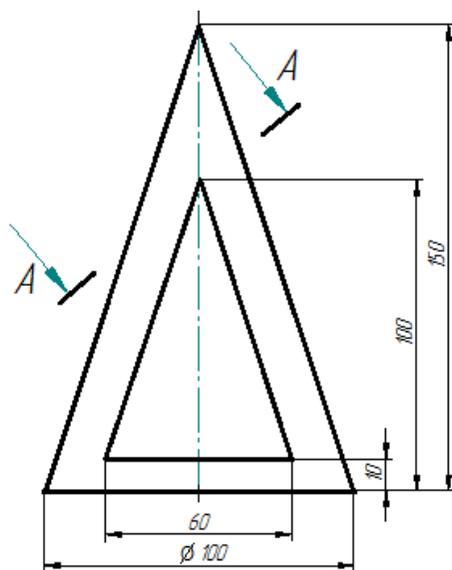


17

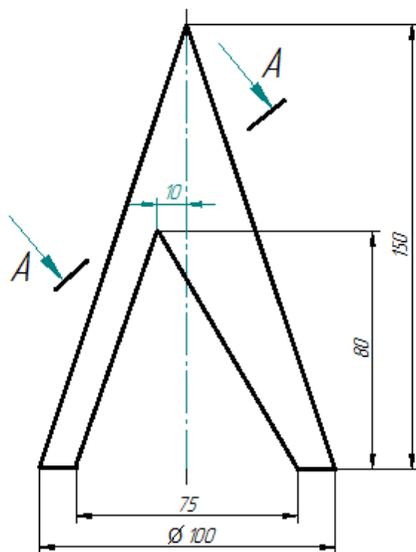


18

58

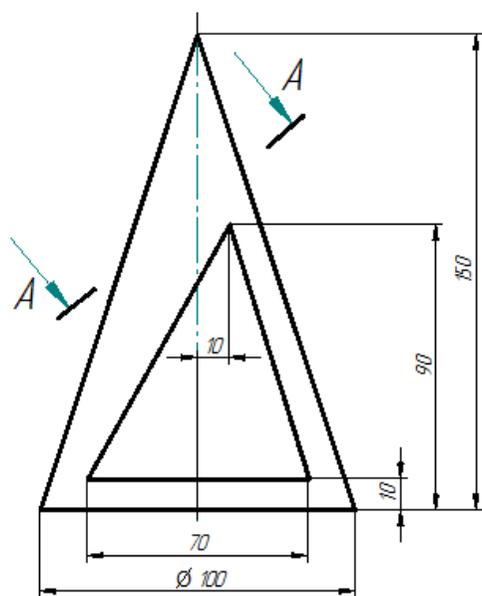


19

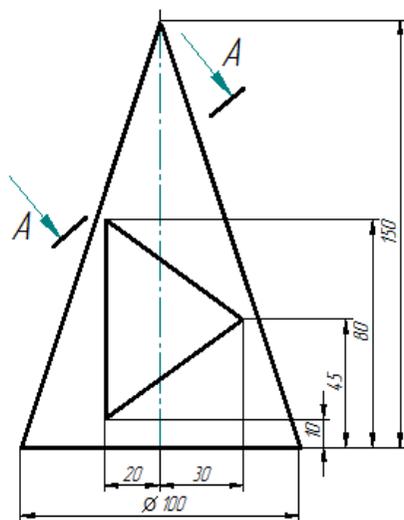


20

59

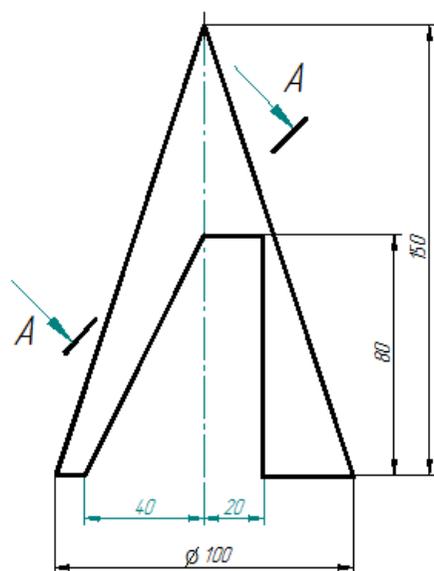


21

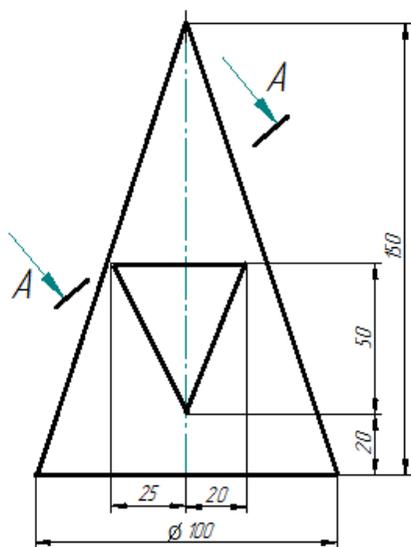


22

60

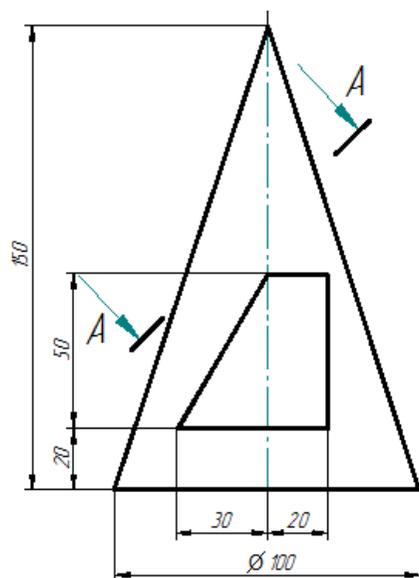


23

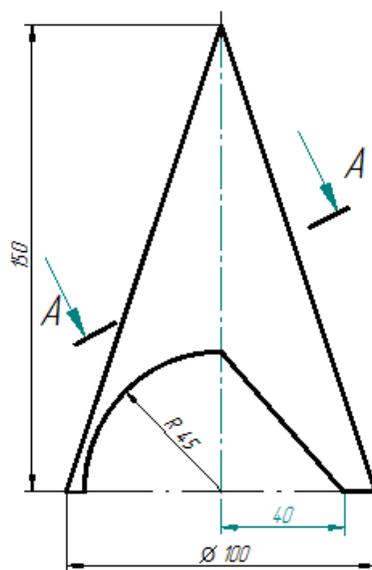


24

61

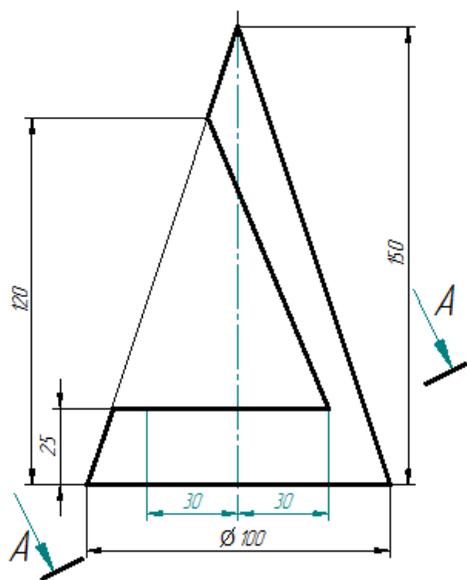


25

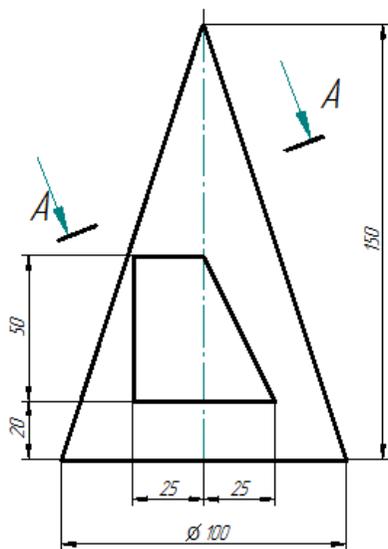


26

62

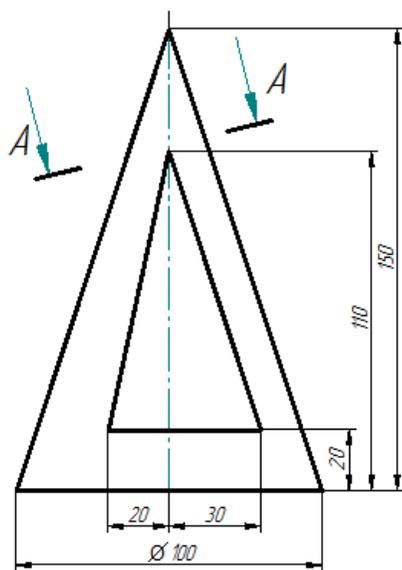


27

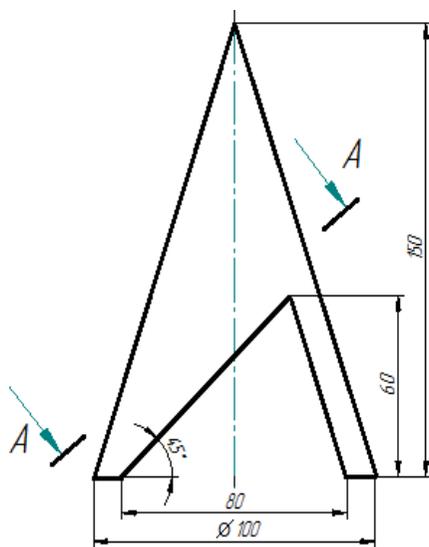


28

63



29



30

64

## Шар

На все три плоскости проекции шар проецируется в виде окружностей, диаметры которых равны диаметру шара. На шаре выделяют следующие характерные линии (рис. 16):

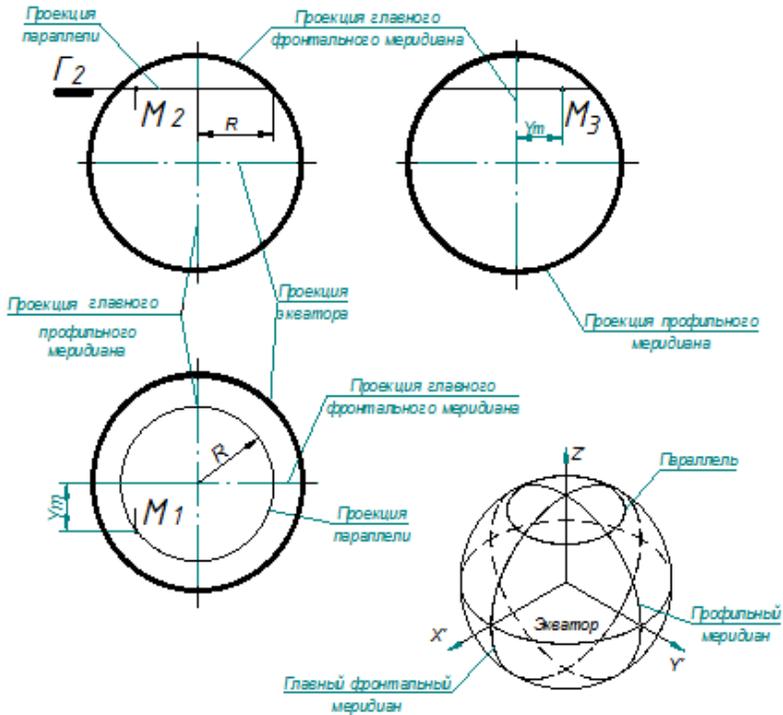


Рис. 16

1. Параллели – окружности, лежащие в пересечении шара плоскостями, перпендикулярными вертикальной оси. Наибольшая параллель называется экватором.

2. Меридианы – окружности, лежащие в пересечении шара плоскостями, проходящими через вертикальную ось вращения. Главными являются фронтальные и профильные меридианы.

*Сечение шара.* Пересечение шара любой плоскостью дает окружность. В зависимости от положения секущей плоскости эта

окружность проецируется в натуральную величину. (если плоскость параллельна плоскости проекций), в прямую линию (если плоскость перпендикулярна к плоскости проекций), в эллипс (если секущая плоскость наклонена к плоскости проекций).

*Задача 3.* Дан шар со сквозным отверстием

1. Построить вид сверху.
2. Построить вид слева.
3. Выполнить разрез.
4. Нанести размеры согласно ГОСТ 2.307-68.

*Построение проекций шара с вырезом (со сквозным отверстием).* На рис. 17 приведен шар с вырезанным насквозь отверстием.

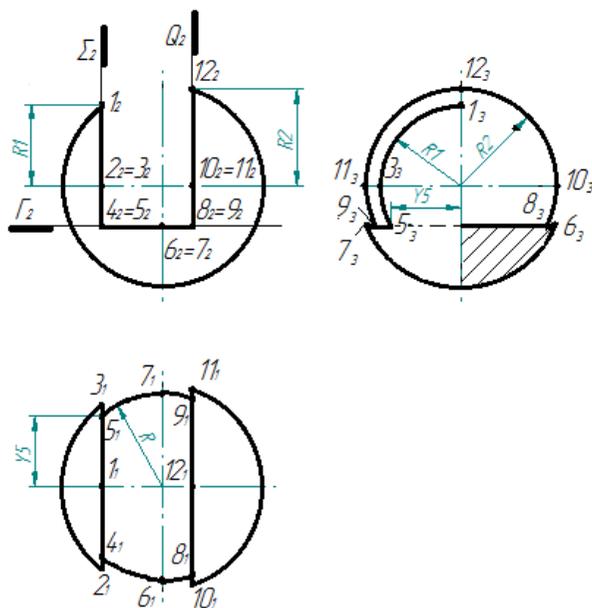


Рис. 17

Рассматривая положение шара относительно плоскостей проекций (рис. 17), видим, что на виде сверху проекций шара является горизонтальная проекция экватора, на виде спереди – фронтальная проекция меридиана, на виде слева – проекция профильного меридиана.

Каждая из плоскостей сквозного выреза (отверстия) занимает фронтально-проецирующее положение, поэтому проекция

пересечения на виде спереди совпадает с контуром отверстия, т.е.  $1_2, 2_2, 3_2, \dots$  являются фронтальными проекциями точек линии пересечения на чертеже, если обозначить точки линии пересечения выреза с поверхностью сферы  $1-2-4-6-8-10-12-11-9-7-5-3-1$ . Линия пересечения будет состоять из четырех участков окружностей ( $4-2-1-3-5, 5-7-9, 9-11-12-10-8, 8-6-4$ ), которые сходятся между собой в углах выреза.

*Опорными точками* будут все обозначенные точки линии пересечения.

*Построение проекций точек на поверхности шара.* На рис. 16 построение проекций точек на поверхности шара показано на примере точки  $M$ . Изображена фронтальная проекция точки  $M$  ( $M_2$ ). Чтобы определить две другие ее проекции, проводим через точку  $M$  вспомогательную плоскость  $\Gamma$  ( $\Gamma_2$ ), которая рассекает поверхность шара по окружности (параллели) радиуса  $R$ . Строим эту окружность на виде сверху. Находим на этой окружности  $M_1$  по линии связи с  $M_2$ . Профильную проекцию определяем координатным способом.

На виде сверху проекции  $2_1; 3_1; 10_1; 11_1$  лежат на экваторе, проекции  $1_1; 12_1$  - на фронтальном меридиане.

Проекции точек  $4_1; 6_1; 8_1$  и  $5_1; 7_1; 9_1$  находим с помощью секущей плоскости  $\Gamma$  ( $\Gamma_2$ ), которая рассекает плоскость шара по окружности радиуса  $R$ .

На виде слева проекции точек можно найти: координатным способом; методом секущих плоскостей.

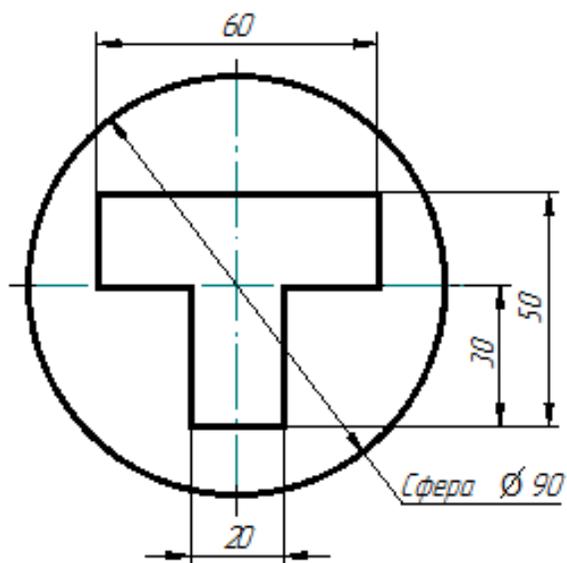
Плоскость  $\Sigma$  ( $\Sigma_2$ ) рассекает поверхность шара по окружности радиуса  $R_1$ , на которой лежат проекции  $4_3-2_3-1_3-5_3$ . Плоскость  $Q$  ( $Q_2$ ) рассекает поверхность шара по окружности радиуса  $R_2$ , на которой лежат проекции  $8_3-10_3-12_3-11_3-9_3$ . Соединяем проекции точек на виде сверху и на виде слева в той же последовательности, в какой они находятся на главном виде.

*Видимость.* На виде сверху экватор делит шар на верхнюю видимую и нижнюю невидимую часть.

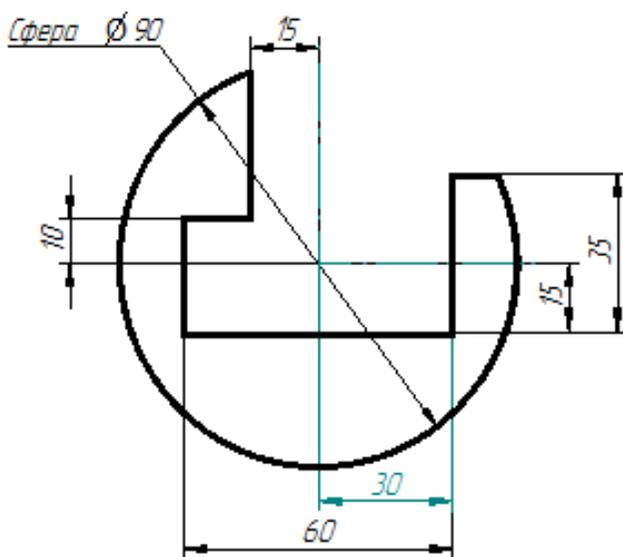
Форма выреза позволяет видеть дуги  $4-6-8$  и  $3-7-9$ .

На виде слева профильный меридиан отделяет левую видимую часть шара от правой невидимой. На этом же изображении выполняем вертикальный разрез А-А, совмещая половину вида с половиной разреза.

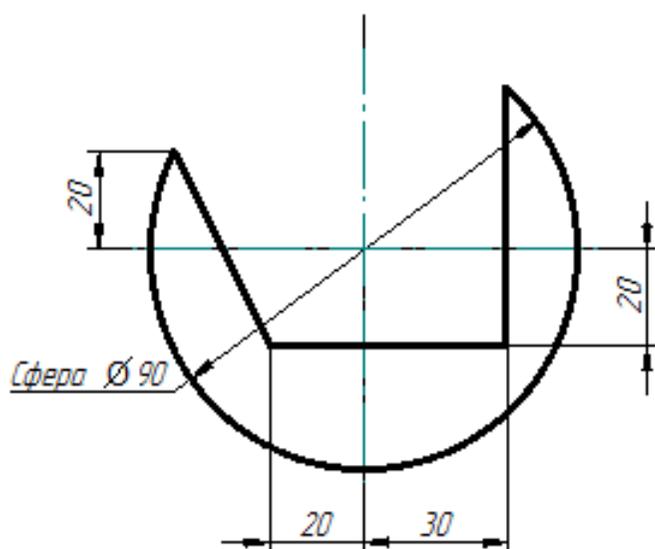
Ниже приведенные задания по шару (сфере) выполняют по рассмотренному примеру.



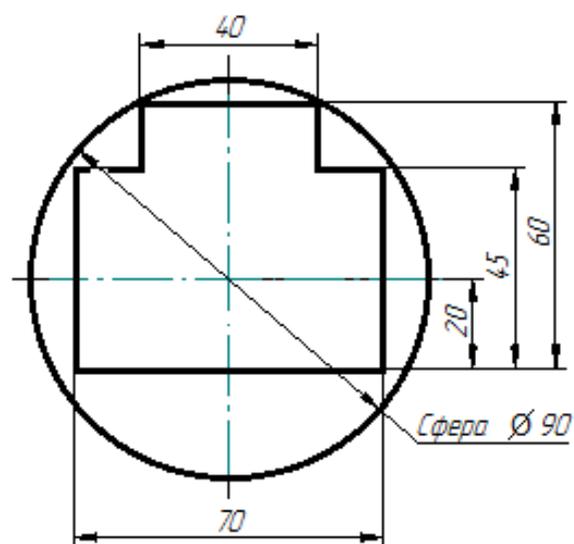
1



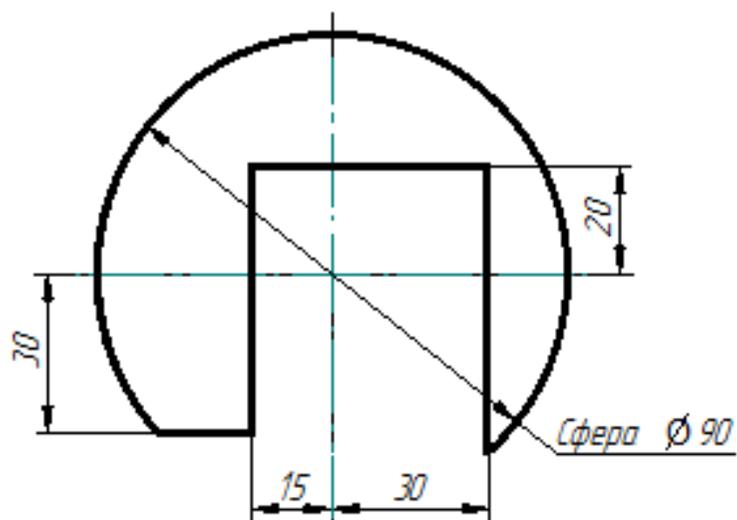
2



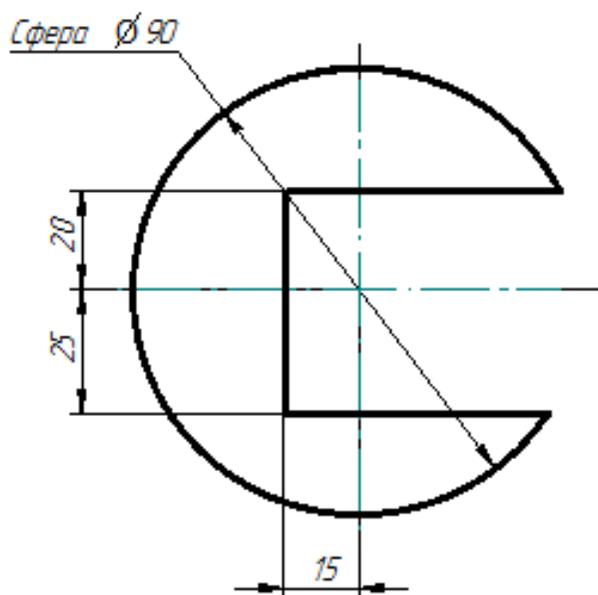
3



4

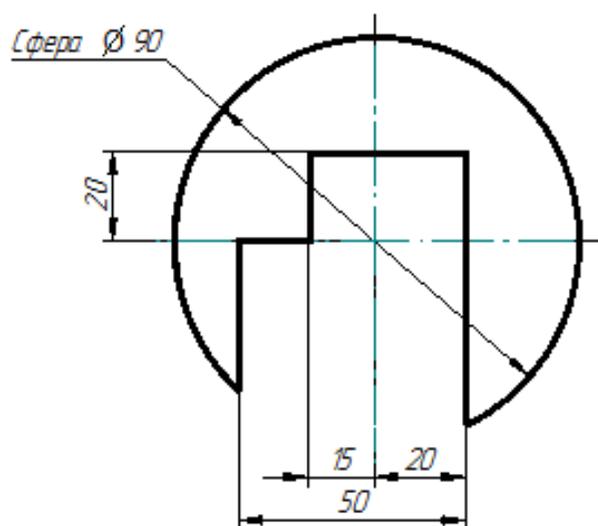


5

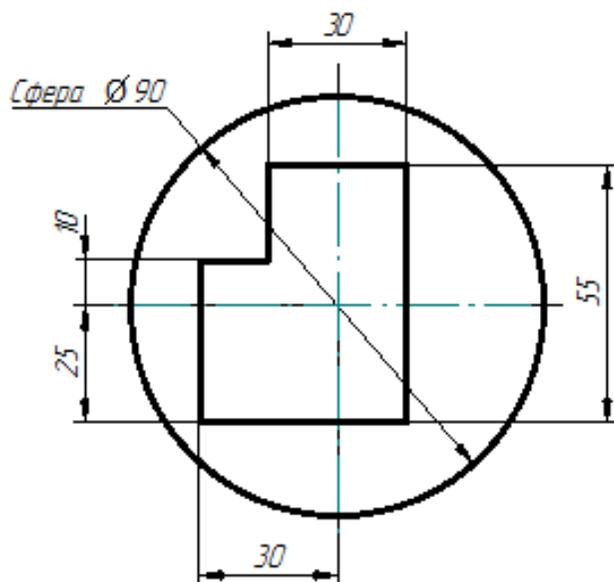


6

70

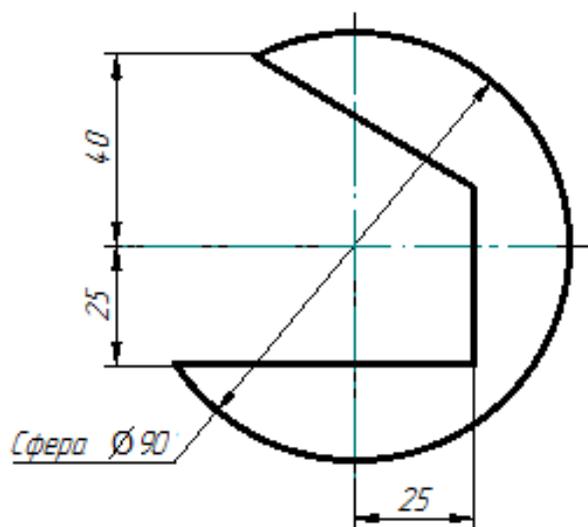


7

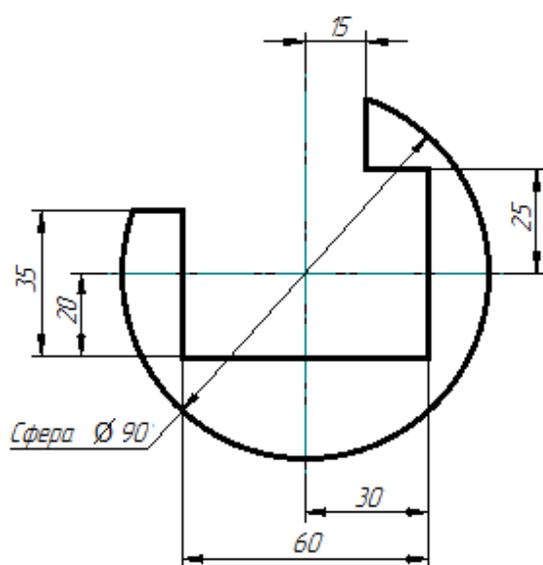


8

71

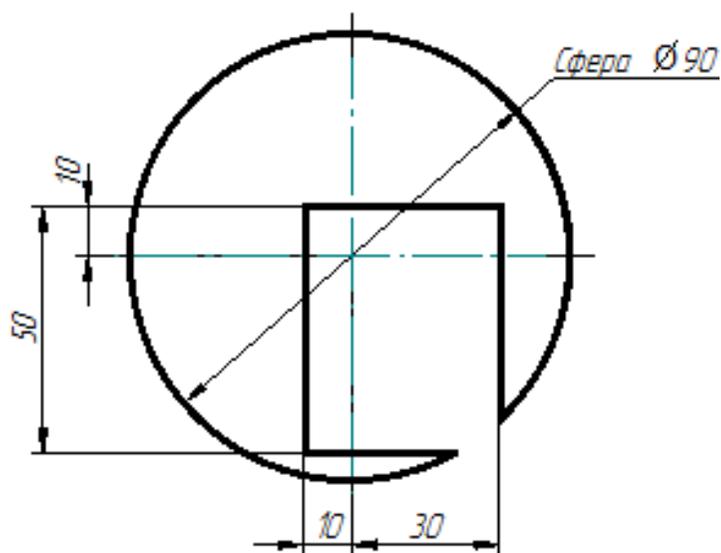


9

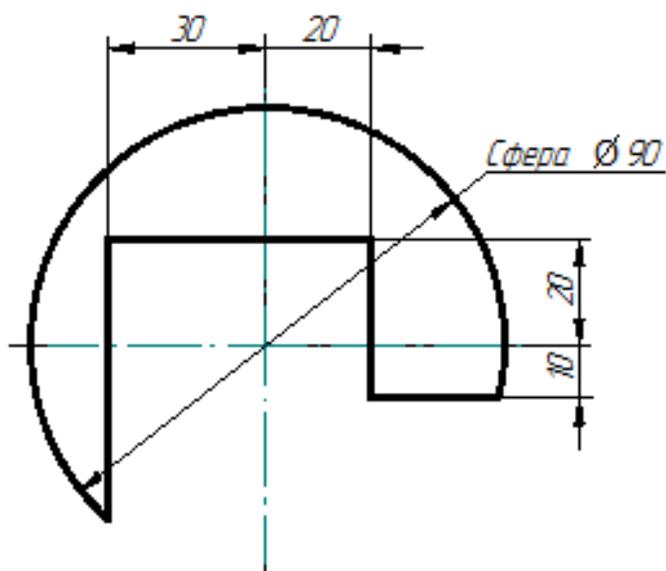


10

72

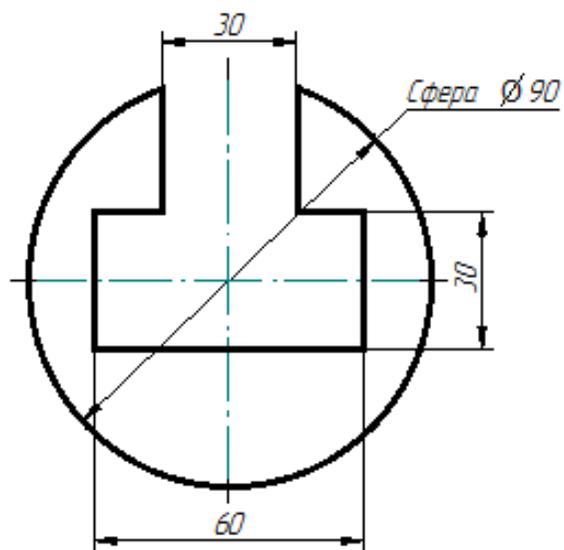


11

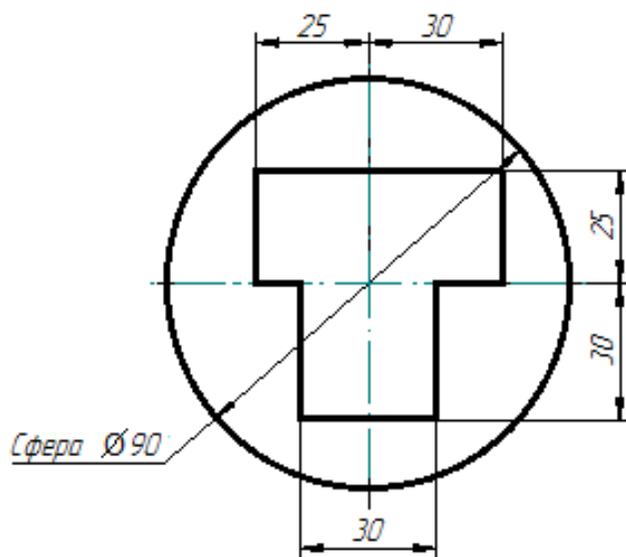


12

73

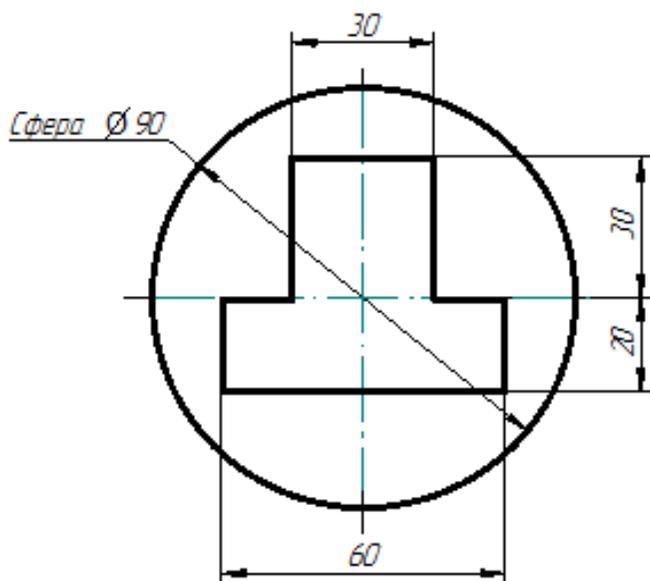


13

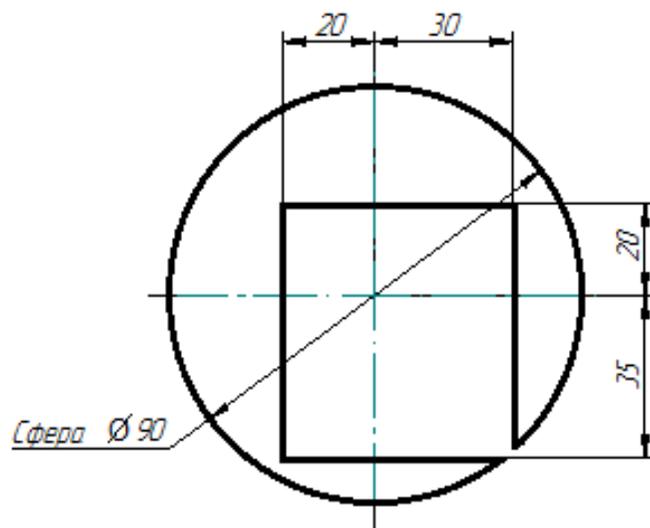


14

74

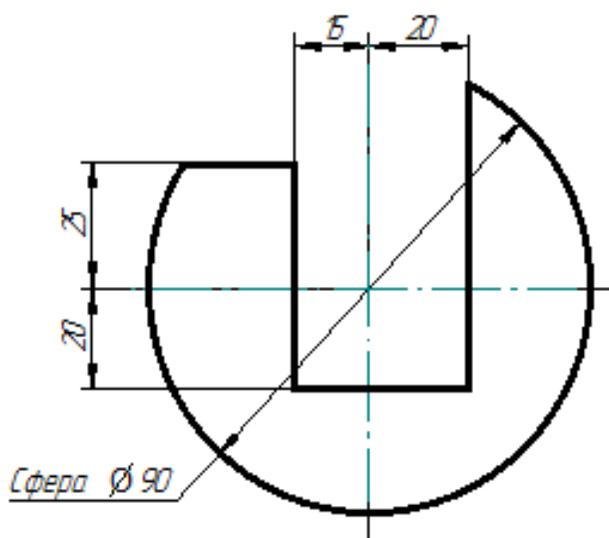


15

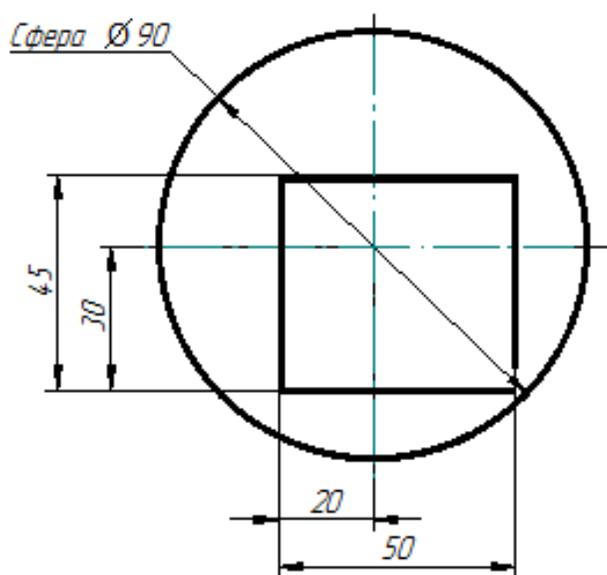


16

75

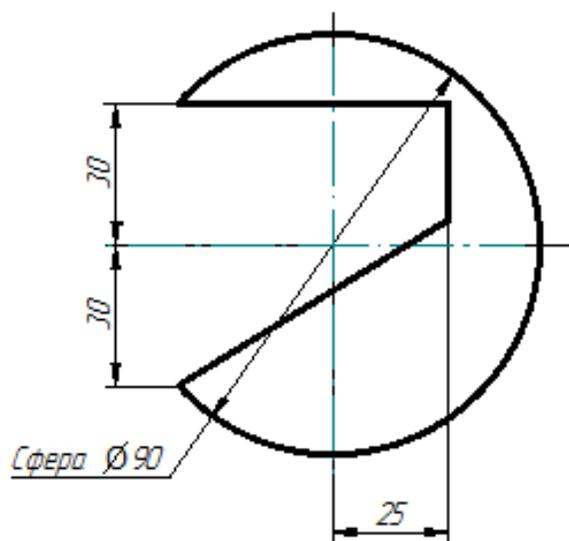


17

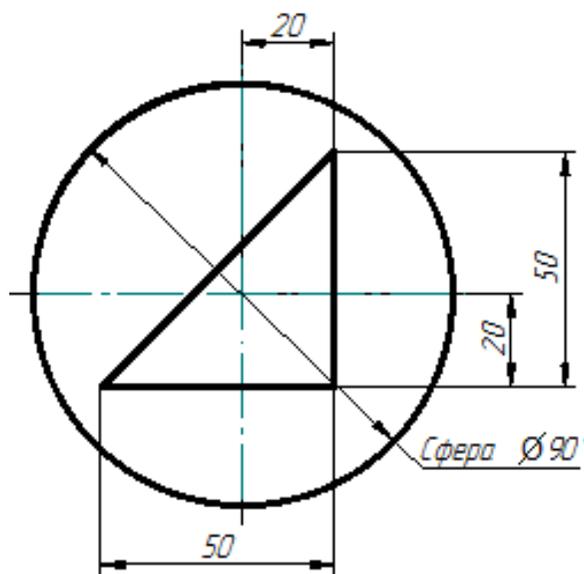


18

76

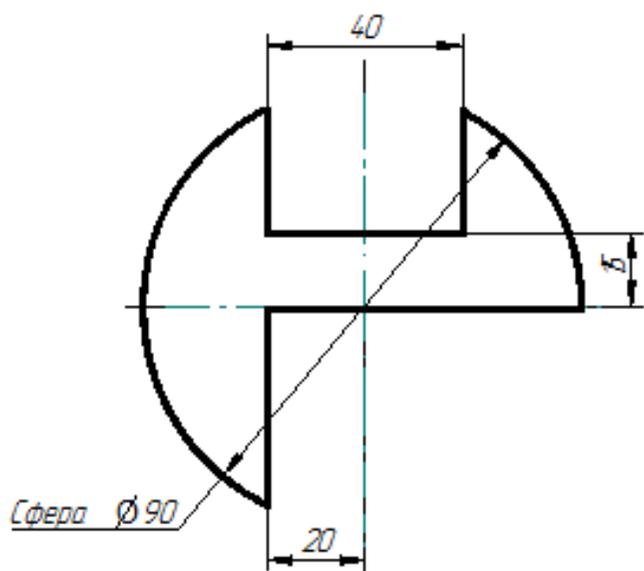


19

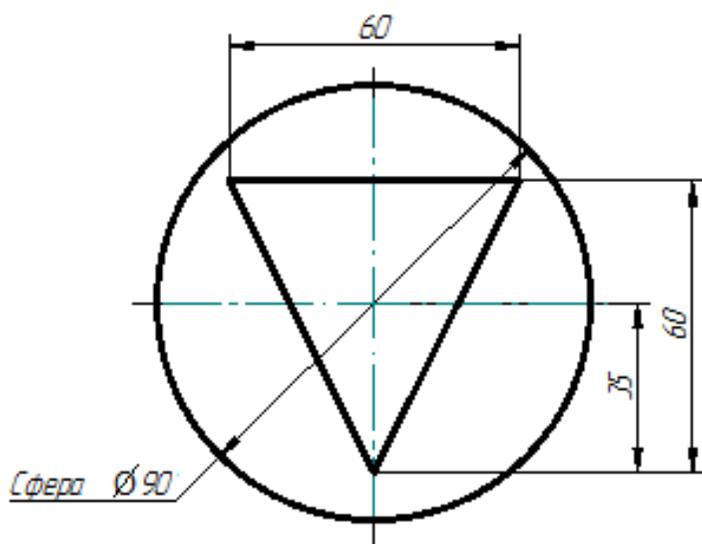


20

77

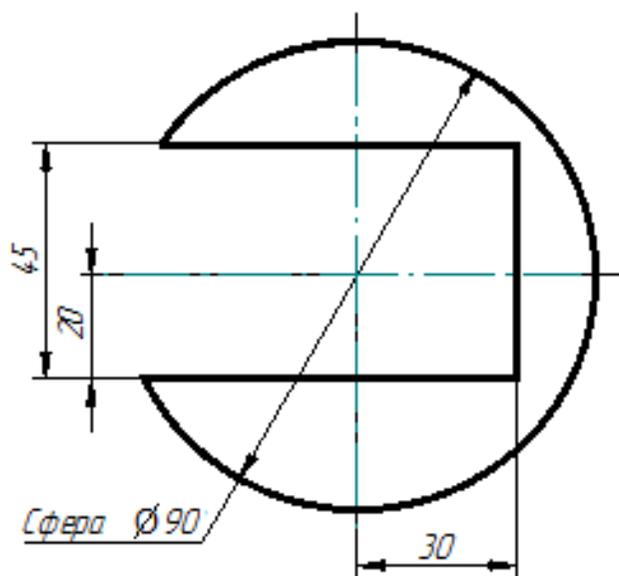


21

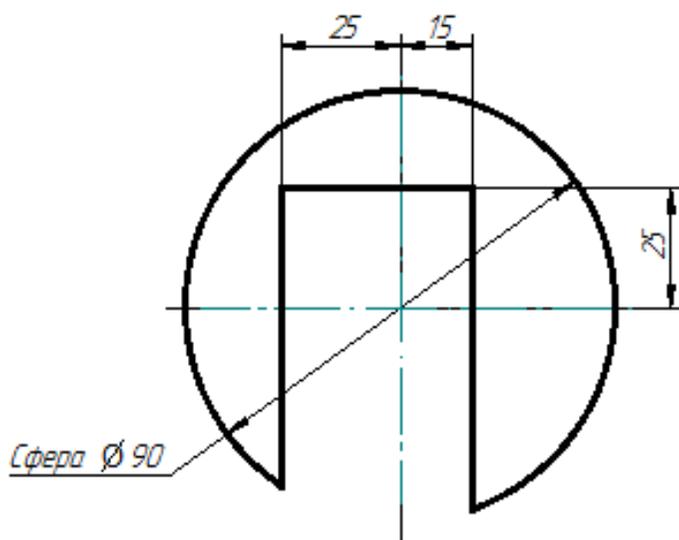


22

78

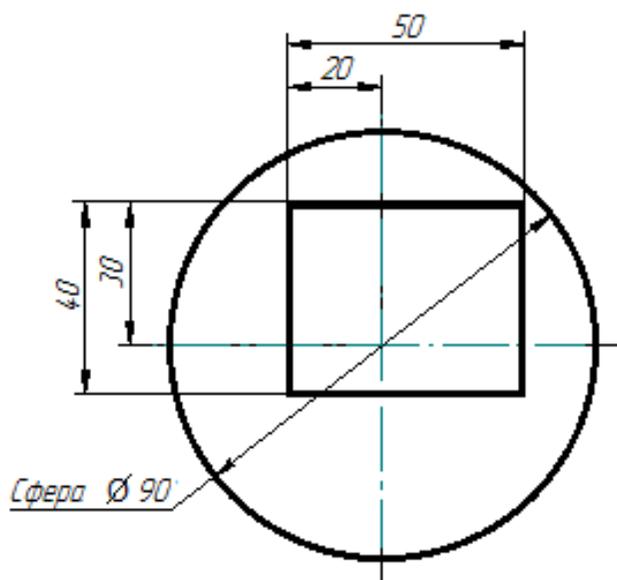


23

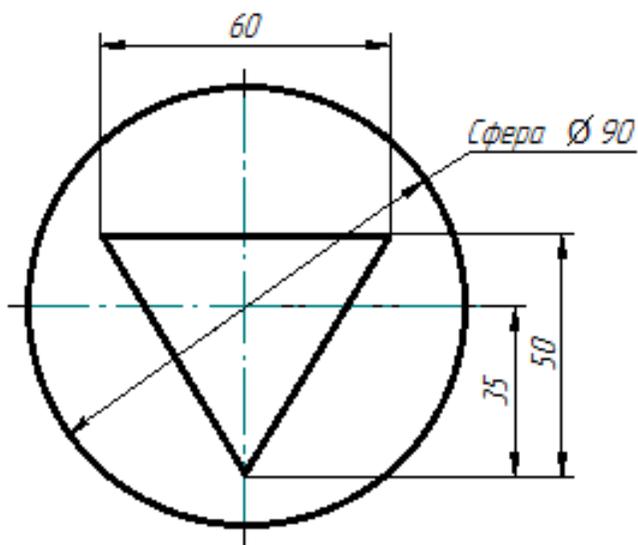


24

79

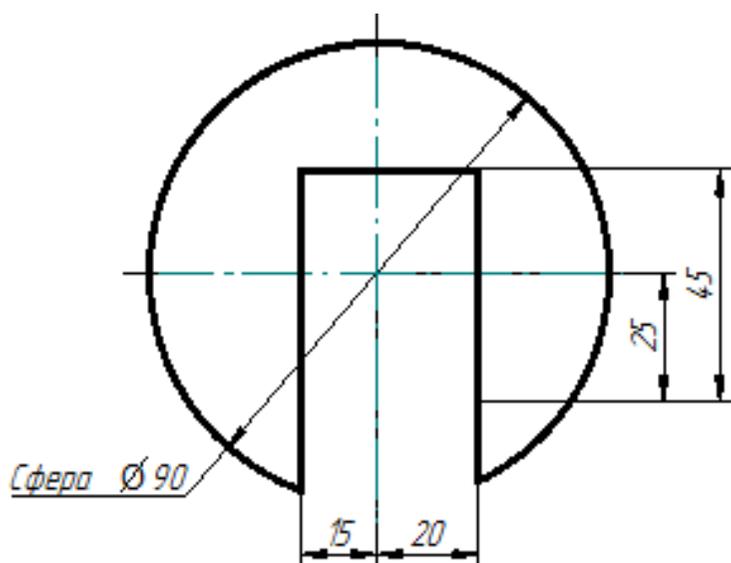


25

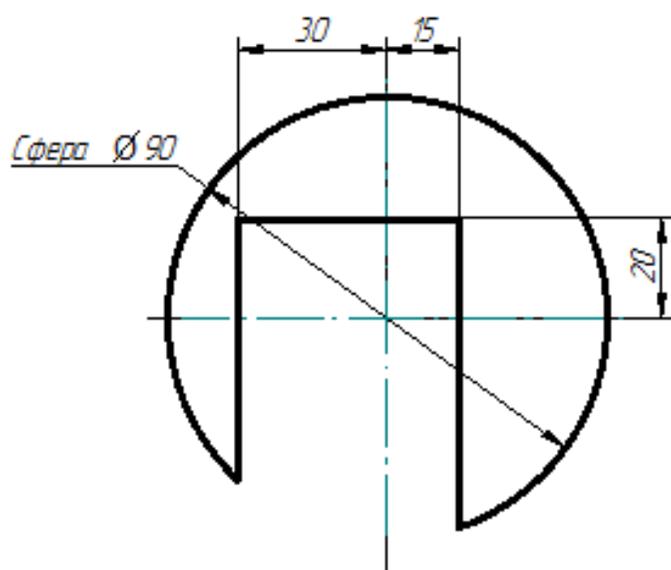


26

80

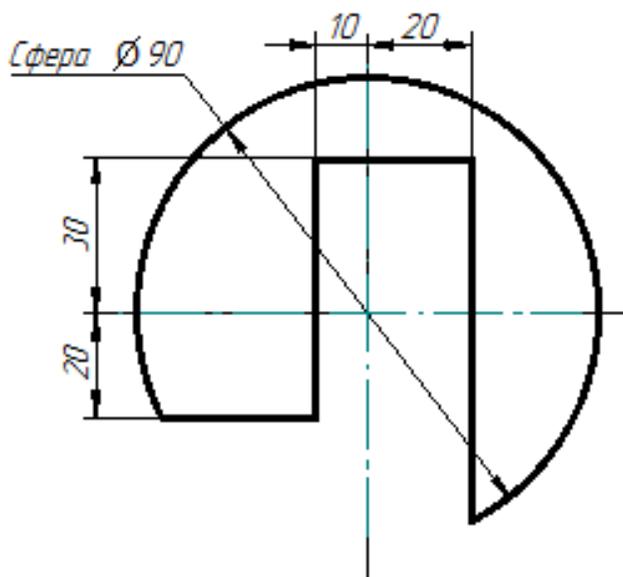


27

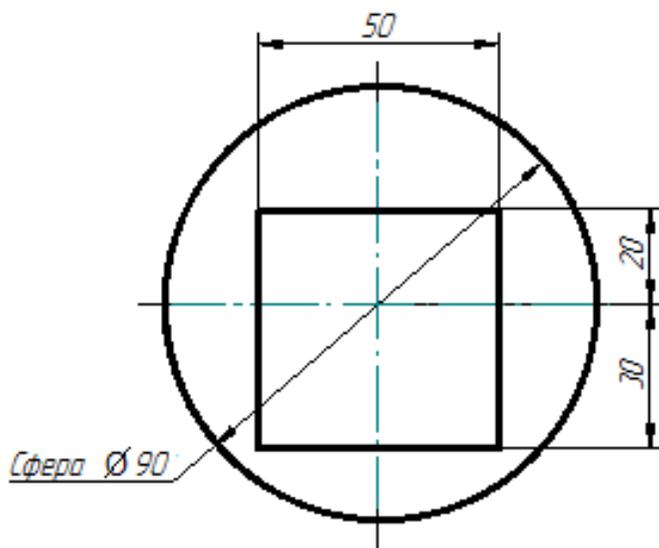


28

81



29



30

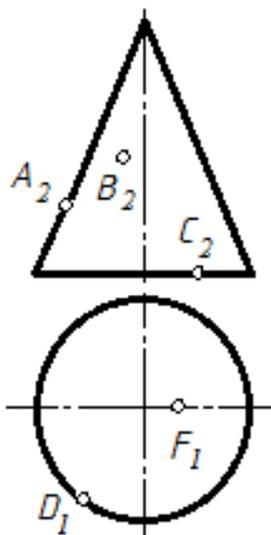
82

## Контрольные вопросы

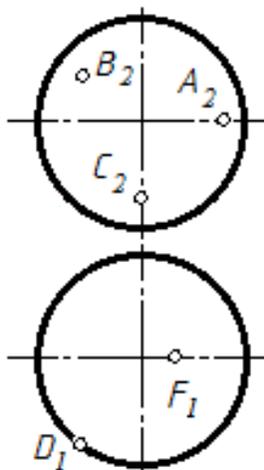
1. Что называют видом? Название видов на основных плоскостях проекций.
2. Что называют главным видом? Дополнительным? Местным?
3. Что называют разрезом?
4. Какие обозначения и надписи установлены для разрезов?
5. Простые и сложные разрезы. Названия простых разрезов в зависимости от положения секущей плоскости.
6. Какой разрез называется местным?
7. Допустимо ли совмещение на изображении предмета половины вида и половины разреза?
8. В каких случаях совмещенные вид и разрез разделяют сплошной волнистой линией?
9. Что называют сечением?
10. Вынесенное и наложенное сечения.
11. Как располагают сечения на чертежах?
12. Какая линия образуется при пересечении сферы с цилиндром?
13. Как проецируется сфера на плоскости проекций?
14. Какая линия образуется при пересечении сферы с плоскостью?
15. Как наносятся размеры по ГОСТ (на видимые линии или невидимые)?
16. Третья проекция точки на сфере строится по двум или по одной проекции точки?
17. В каких случаях при построении разреза не указывается след секущей плоскости?
18. На различных изображениях геометрического объекта направление штриховки сохраняется или нет?
19. Как построить недостающие проекции точки, принадлежащей цилиндрическому отверстию в толстостенной сфере?

### Задачи для самостоятельного решения

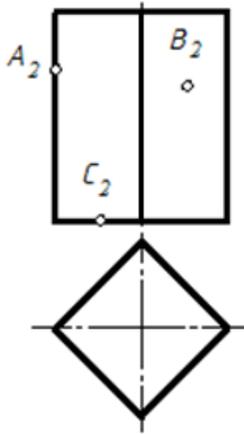
1. Найти недостающие проекции точек  $A, B, C, F, D$  на поверхности конуса:



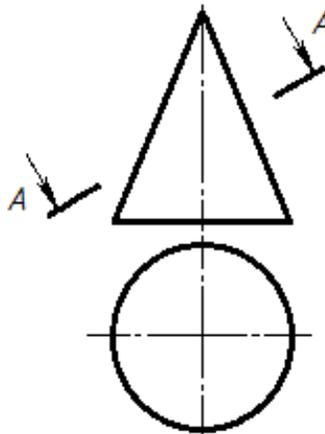
2. Найти недостающие проекции точек  $A, B, C, F, D$  на поверхности сферы:



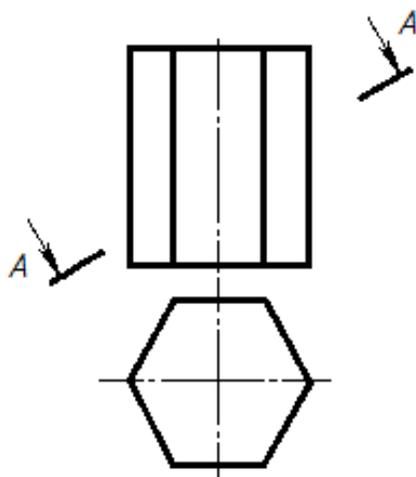
3. Найти недостающие проекции точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$  на поверхности призмы:



4. Построить горизонтальную проекцию и натуральную величину сечения конуса плоскостью  $A-A$ :



5. Построить натуральную величину сечения шестигранной призмы плоскостью  $A-A$ :



*Примечание:* решенную задачу необходимо привести в соответствии с ГОСТ 2.303-68 (Линии), т.е. оформить ее по всем правилам, соблюдая толщину линий.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Левицкий В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей / В. С. Левицкий. – М.: Высшая школа, 2016. – 435 с.
2. Чекмарев А. А. Начертательная геометрия и черчение / А. А. Чекмарев. – М.: Юрайт, 2017. – 465 с.
3. Чекмарев А. А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение / А. А. Чекмарев. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 396 с.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

*Ирина Николаевна Поникарова  
Лена Мирзаяновна Васильева  
Светлана Николаевна Михайлова*

# КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

*Ответственный за выпуск доц. В. В. Сагадеев*

Подписано в печать 10.09.2018

Бумага офсетная

5,5 уч.-изд. л.

Печать ризографическая

Тираж 100 экз.

Формат 60×84 1/16

5,11 усл. печ. л.

Заказ

Издательство Казанского национального исследовательского  
технологического университета

Отпечатано в офсетной лаборатории Казанского национального  
исследовательского технологического университета

420015, Казань, К. Маркса, 68