Министерство образования и науки Российской Федерации
Ивановский государственный химико-технологический университет

С.Е. Сахаров, М.Ю. Колобов

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ НА ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ ТЕЛ

Учебно-методическое пособие

Иваново 2016

УДК 514.182

Сахаров С.Е. Выполнение чертежей на взаимное пересечение двух тел: учебно-методическое пособие / С.Е. Сахаров, М.Ю. Колобов; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2016. – 76 с.

В издании представлены теоретические материалы к выполнению графических работ на взаимное пересечение тел, приведены примеры построения линий пересечения простых геометрических тел.Содержатся задания на выполнение работ.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения.

Табл. 2. Ил. 60. Библиогр.: 5назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Ивановского государственного химико-технологического университета.

Рецензенты:

кафедра механики, ремонта и деталей машинИвановской пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России;

кандидат технических наук, доцент А.М. Абалихин (Ивановская государственнаясельскохозяйственная академияимени Д.К. Беляева)

ВВЕДЕНИЕ

Скажи мне – и я забуду,
Покажи мне – и я запомню,
Дай мне действовать самому – и я научусь.
Древнекитайская мудрость

Начертательная геометрия – первая инженерная дисциплина, с которой начинается техническое образование будущего инженера. Трудности в ее изучении связаны с особым соединениемлогического мышления и пространственного воображения. Соединение этих двух возможностей человеческого ума создает новый уровень мышления – пространственное мышление, которое даетвозможность оперировать образами в пространстве и без которого невозможны любая инженерная деятельность, инженерное творчество и технический прогресс.

При изучении начертательной геометрии решается несколько основных учебно-инженерныхзадач:

– усвоение понятий начертательной геометрии и создание графической базы данных изображений геометрических элементов;

– усвоение способов и правил построения изображений пространственных форм на плоскости;

– развитие навыков создания пространственных образов предметов на основе логическогоанализа их изображений, т.е. развитие пространственного мышления;

– усвоение способов и алгоритмов графических действий для решения различных практических метрических и позиционных задач на плоскости;

– получение навыков применения методов и понятий начертательной геометрии в решениизадач геометрического конструирования в практике автоматизированного выполнения чертежейи инженерного компьютерного трехмерного моделирования.

Умение выполнять чертежи и решать различные практические технические задачи в компьютерных графических системах возможно только на базе начертательной геометрии, посколькупрограммное обеспечение основано на теоретических положениях, понятиях и способах решения геометрических задач, изучаемых исключительно в начертательной геометрии.

1. КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЕЖ.
ТОЧКА, ПРЯМАЯ И ПЛОСКОСТЬ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

1.1. ИЗОБРАЖЕНИЕ ТОЧКИ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

Наиболее распространенным в практике является метод построения комплексного чертежа в ортогональных проекциях.

Комплексным называется чертеж, состоящий из нескольких связанных между собой проекций изображаемой фигуры. Метод комплексного чертежа в ортогональных проекциях также называется методом Монжа.

Сущность метода ортогонального проецирования заключается в том, что предмет прямоугольно (перпендикулярно к плоскостям) проецируется на две или три взаимно перпендикулярные плоскости проекций. Каждая из этих плоскостей имеет свое название: Π_1 – горизонтальная, Π_2 – фронтальная и Π_3 – профильная плоскости проекций. Соответствующее название будут иметь проекции точки или прямой, лежащие на той или иной плоскости (т.е. A_1 – горизонтальная проекция точкиA, A_2 – фронтальная и A_3 – профильная проекция точки A).Система трех взаимно перпендикулярных плоскостей проекций показана на рис. 1.1.

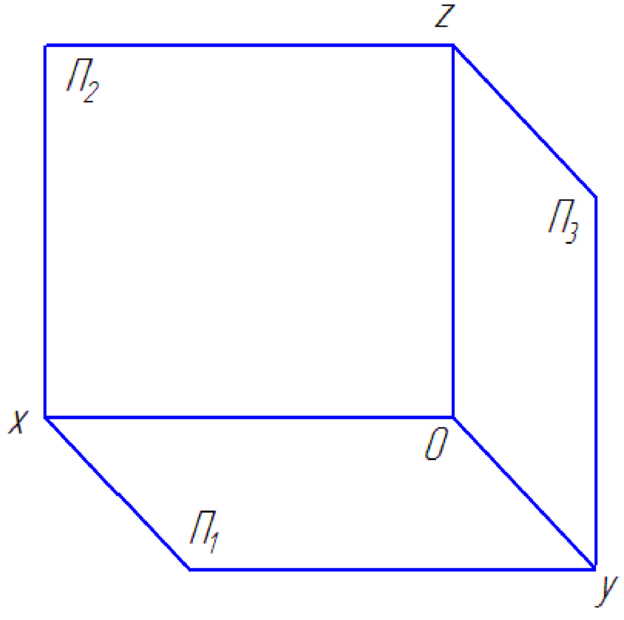


Рис. 1.1. Взаимно перпендикулярные плоскости

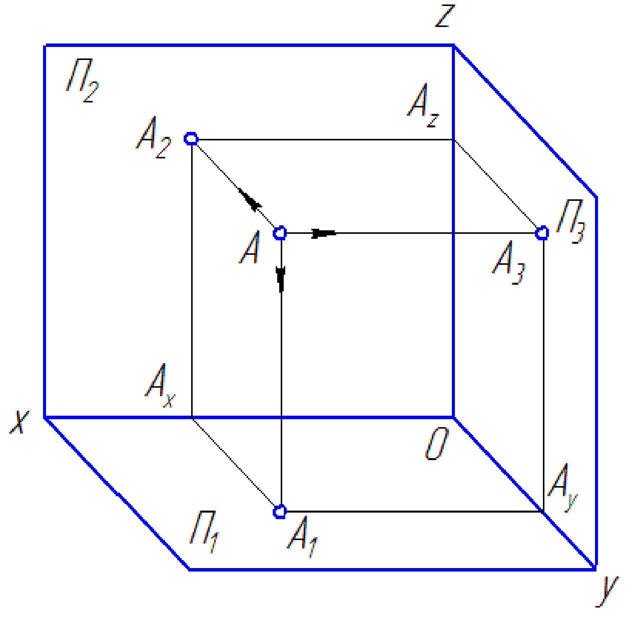


Рис.1.2. Комплексный чертеж точки

Спроецировав находящуюся в пространстве точкуA на плоскости Π_1, Π_2и Π_3, мы получим ее прямоугольные (ортогональные) проекции(рис.1.2).

Прямоугольной проекцией точки называется основание перпендикуляра, опущенного из этой точки на плоскость проекций.

Совместим плоскостьΠ_2с плоскостямиΠ_1и Π_3,повернув их на угол 90° вниз и вправо соответственно (рис.1.3).

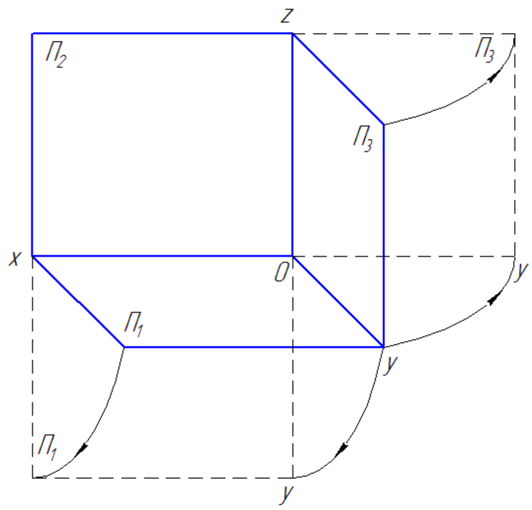


Рис.1.3. Преобразование пространственного чертежа в плоский (эпюр)

ЭПЮР (эпюра) (от франц. epure – чертеж)– чертеж, на котором пространственная фигура изображена методом двух (или трех) ортогональных проекций на взаимно перпендикулярные, а затем развернутые плоскости.

После совмещения получим чертеж точки на трех плоскостях проекций (рис 1.4.). Между проекциями точки существует геометрическая связь. Линии, соединяющие две проекции точки, называются линиями связи. Очевидно, что по двум любым проекциям точки можно построить третью. Положение точки в пространстве определяется её координатамиA (A_x, A_y,A_z). Построение третьей проекции точкиA по двум заданным приведено нарис.1.4.

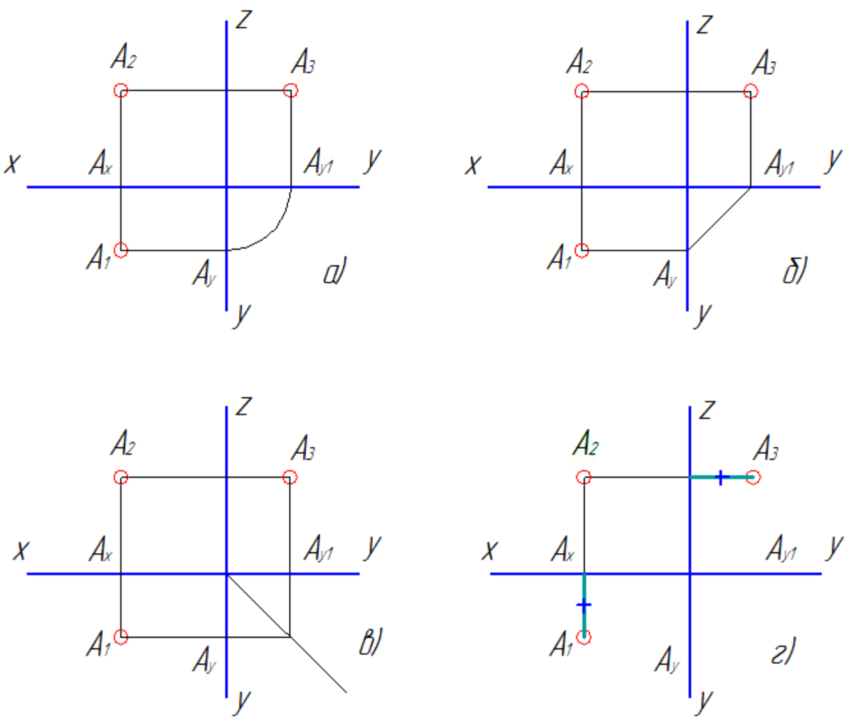


Рис. 1.4. Способы построения третьей проекции точки по двум заданным

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЯМЫХ. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПРЯМОЙ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

В зависимости от положения прямой по отношению к плоскостям проекций все прямые подразделяются:

1.**Прямая общего положения** – это прямаяне параллельная ниодной из плоскостей проекций (т.е. она наклонена к ним). Все точки такой прямой имеют различные координаты *x,* y, z,и ее проекции не параллельны осям проекций *x, y, z* (рис.1.5).

2.**Прямая уровня** – это прямая параллельная одной из плоскостей проекций. Все точки прямой имеют одну постоянную координату *x,*y или *z*. При этом одна из проекций прямой параллельна какой-либо оси проекции.

На рис. 1.6,аизображена **горизонталь** – это прямаяпараллельна горизонтальной плоскости проекций ($П_1$). Фронтальная проекция (a_2) этой прямой параллельнаосих*,* координатаz для всех точек прямой постоянна.

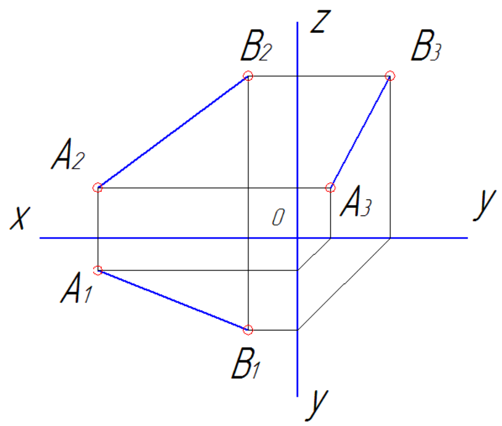
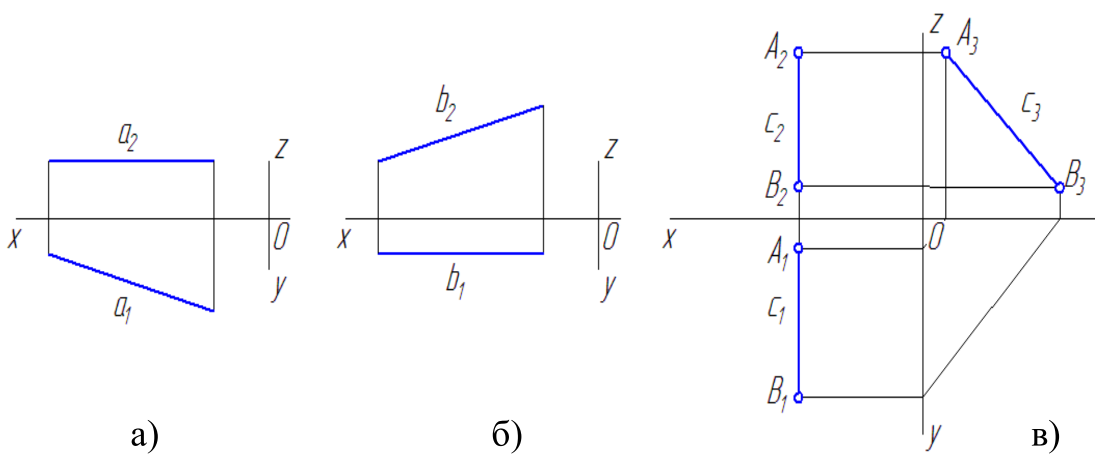


Рис. 1.5. Проекции прямой общего положения

На рис.1.6,бприведена **фронталь** – прямаяпараллельная фронтальной плоскости проекций($П_2$).Ее горизонтальная проекцияb_1параллельна оси *x*, координатаyдля всех точек постоянна.



а) б) в)

Рис. 1.6. Прямые уровня

На рис.1.6,вприведена**профильная прямая**– это прямая параллельна профильной плоскости проекций($П_3$).Ее горизонтальная проекцияc_1параллельна осиy, фронтальная проекция c_2 параллельна оси z, координата xдля всех точек прямой постоянна. Данную прямую в системе плоскостей проекций $П_1П_2$следует задавать проекциями отрезка AB.

3. **Проецирующая прямая** – это прямая параллельна двум плоскостям проекций, т.е. перпендикулярна к третьей плоскости проекций. Все точки такой прямой имеют две постоянные координатыx,y илиz.На одну из плоскостей проекций данная прямая проецируется в точку (рис. 1.7).

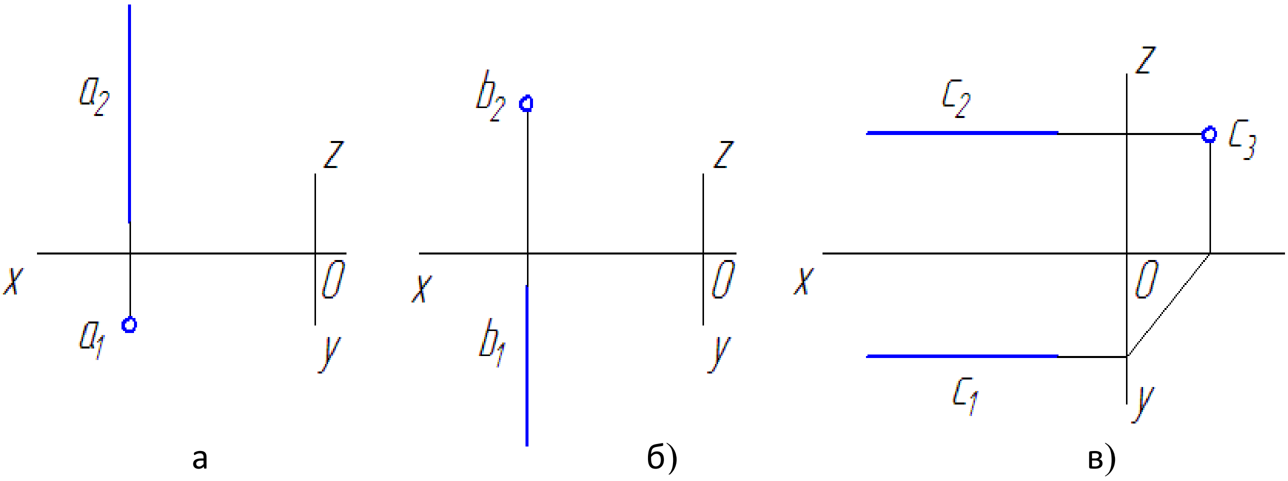


Рис. 1.7. Проецирующие прямые

На рис. 1.7,аизображена **горизонтально-проецирующая прямая** – это прямаяпараллельна плоскостям $П_2$ и $П_3$ и перпендикулярна к плоскости $П_1$Координаты xиy всех точек прямой постоянны. На горизонтальную плоскость проекции $П_1$ прямая проецируется в точку.

На рис. 1.7,б приведена **фронтально-проецирующая прямая**– это прямаяпараллельна плоскостям $П_1$, $П_3$ и перпендикулярна к плоскости проекции $П_2$. Координатыx иzвсех точек постоянны. На фронтальную плоскость $П_2$ прямаяпроецируется в точку.

На рис. 1.7,вприведена **профильно-проецирующая прямая**– это прямая параллельна плоскостям $П_1$, $П_2$ и перпендикулярна к плоскости проекции $П_3$.Координаты y и zвсех точек прямой постоянны.На профильную плоскость $П_3$ прямая проецируется в точку.

1.3. ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ТОЧКИ ПРЯМОЙ

Признаком принадлежности точки прямой является принадлежность проекций точек одноименным проекциям прямой(рис. 1.8).

Проекции точки, расположенной на указанном отрезке, обладают следующими свойствами:

1)находятся в проекционной связи;
2)располагаются на одноимённых проекциях отрезка;
3)делят одноимённые проекции отрезка в одинаковом отношении.

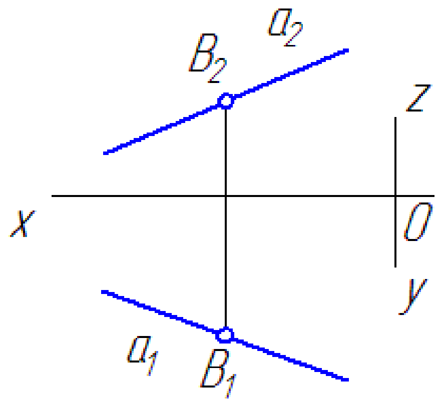


Рис. 1.8. Точка на прямой

1.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТУРАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ И УГЛОВ НАКЛОНА ЕГО К ПЛОСКОСТЯМ ПРОЕКЦИЙ

Если отрезок прямой расположен параллельно плоскости проекций, то проецируется на эту плоскость без искажений, т.е. в свою натуральную величину. Прямая общего положения наклонена ко всем плоскостям проекций, поэтому проецируется на них с искажением. Для определения натуральной величины отрезка прямой общего положения есть несколько способов:

1)способ прямоугольного треугольника (рис. 1.9);
2)способ вращения;
3)способ вращения без указания осей.

В данном пункте рассмотрим способ прямоугольного треугольника.

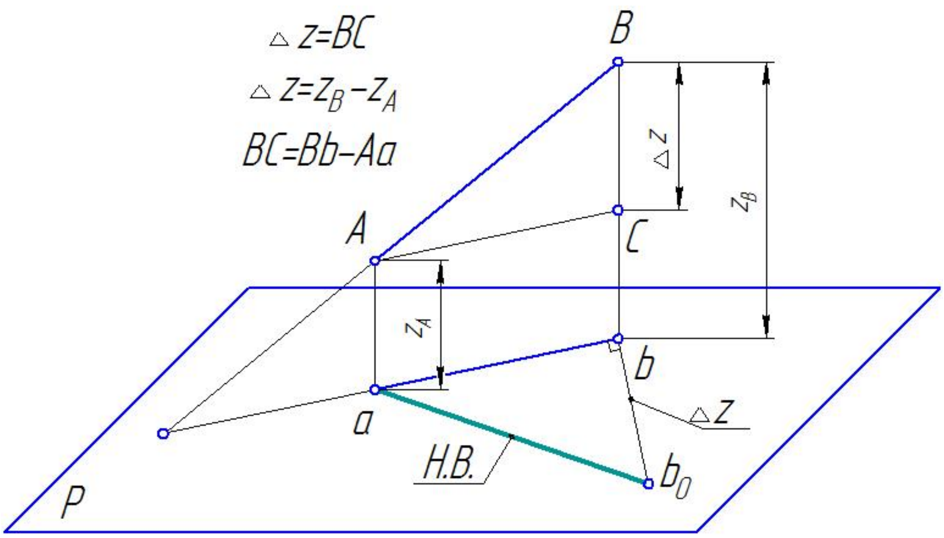


Рис. 1.9. Способ прямоугольного треугольника

Длина отрезка прямой общего положения равна длине гипотенузы прямоугольного треугольника, одним катетом которого является одна из проекций данного отрезка, а другим катетом – разность расстояний конечных точек отрезка от плоскости проекций (рис. 1.9).

На рис. 1.10 показано применение этого способа в двух случаях, причем в каждом из них, помимо натуральной величины отрезка, определены и углы наклона его к плоскостям проекций (α – угол наклона к горизонтальной плоскости проекций, β – угол наклона к фронтальной плоскости проекций). Этим углом будет угол между гипотенузой и прилежащим катетом прямоугольного треугольника.

Вне зависимости от того, на какой плоскости проекций был построен прямоугольный треугольник, натуральная величина отрезка в любом случае будет иметь одинаковое значение.

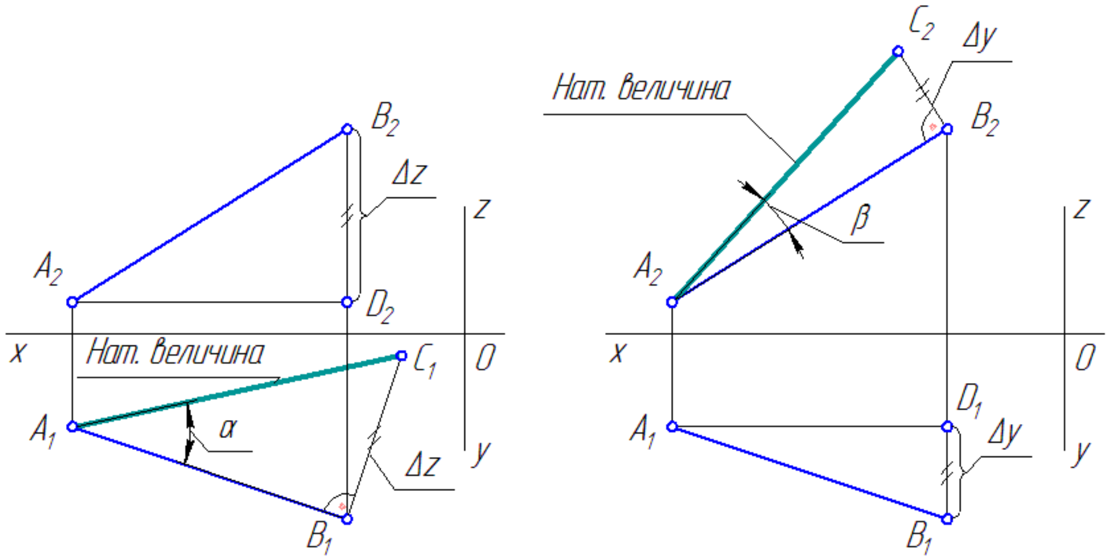


Рис. 1.10. Применение способа прямоугольного треугольника

1.5. СЛЕДЫ ПРЯМОЙ

Следом прямой называется точка пересечения прямой с плоскостью проекции.

Горизонтальным следом прямой называют точку пересечения прямой с горизонтальной плоскостью проекций. Горизонтальный след обозначают буквой H, при этом координата z точки H равна нулю.

Фронтальным следом прямой называют точку пересечения прямой с фронтальной плоскостью проекции. Обозначают фронтальный след буквой F. Координата y точки Fравна нулю.

Профильным следом прямой называют точку пересечения прямой с профильной плоскостью проекции. Обозначают профильный след буквой P. Координатаx точки P равна нулю.

Следы прямой изображены на рис. 1.11.

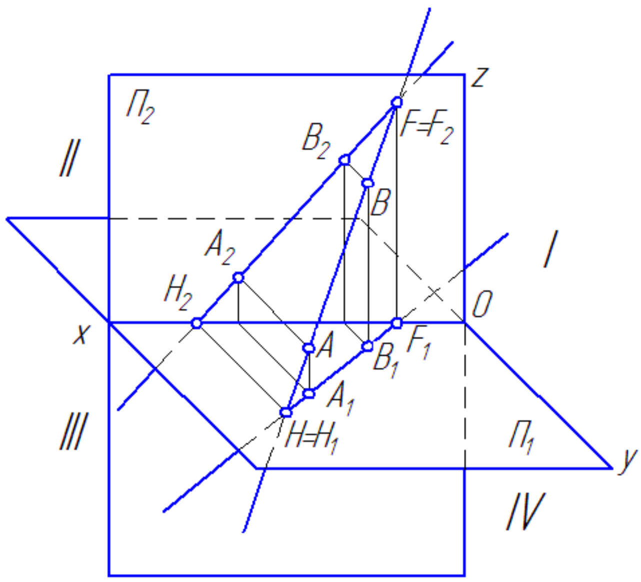


Рис. 1.11. Следы прямой

Пересекая плоскости проекций, прямая переходит из одной четверти пространства в другую (на рис. 1.11 четверти пространства обозначены римскими цифрами). Прямая общего положения может пройти через три четверти пространства (прямая, изображенная на рис. 1.11 проходит через четвертую, первую и вторую четверти),прямые уровня и проецирующие прямые проходят через две четверти.

1.6. ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ДВУХ ПРЯМЫХ

Две прямые в пространстве по отношению друг к другу могут быть:
1)взаимно параллельными;
2)пересекаться между собой;
3)скрещиваться.

1.6.1. ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ПРЯМЫЕ

Если две прямые параллельны друг другу в пространстве, то их одноименные проекции на эпюре будут так же параллельны: $a_1 || b_1$;$a_2 || b_2$(рис. 1.12).

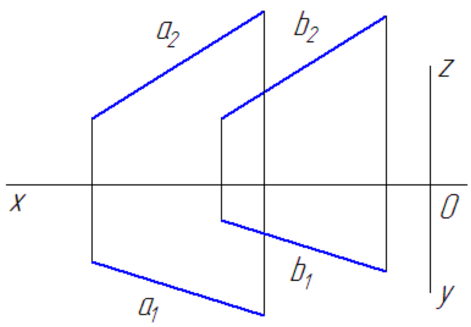


Рис. 1.12. Параллельные прямые

1.6.2. ПЕРЕСЕКАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ

Если две прямые пересекаются в пространстве, то их одноименные проекции на эпюре так же пересекаются в точке, проекции которой располагаются на одной линии связи (рис. 1.13).

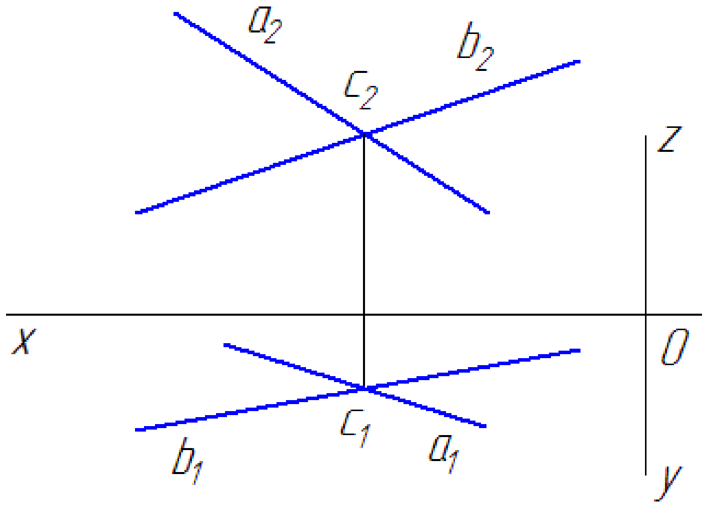


Рис. 1.13. Пересекающиеся прямые

1.6.3. СКРЕЩИВАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ

Две прямые, не лежащие в одной плоскости, а потому не пересекающиеся и не параллельные друг другу, называются скрещивающимися. Ускрещивающихся прямых одноименные проекции на эпюре могут пересекаться, но проекции точки их пересечения не находятся на одной линии связи (рис. 1.14).

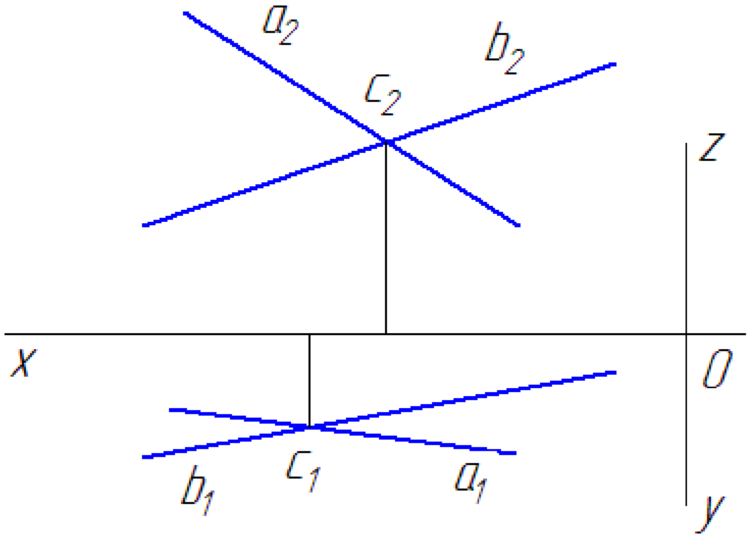


Рис. 1.14. Скрещивающиеся прямые

1.7. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛОСКОСТЕЙ. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПЛОСКОСТИ НА КОМПЛЕКСНОМ ЧЕРТЕЖЕ

Плоскость – это совокупность бесконечного множества точек.

На чертеже плоскость может быть задана:

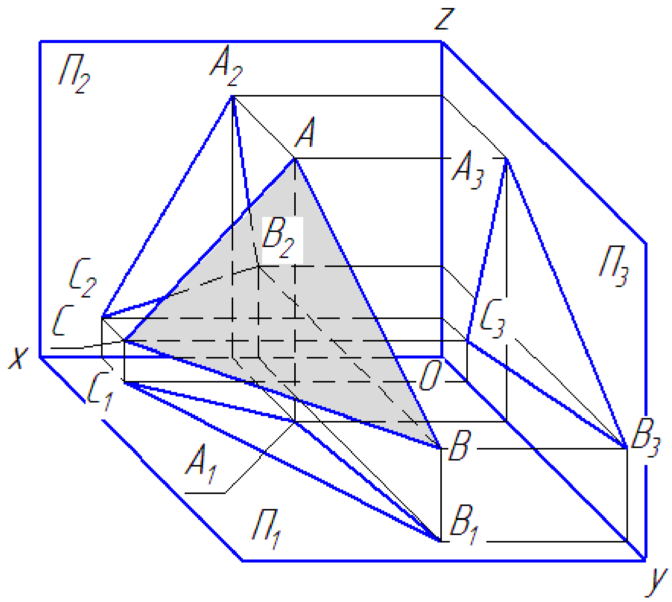
1)тремя точками, не лежащими на одной прямой;

2)прямой и точкой, не лежащей на этой прямой;

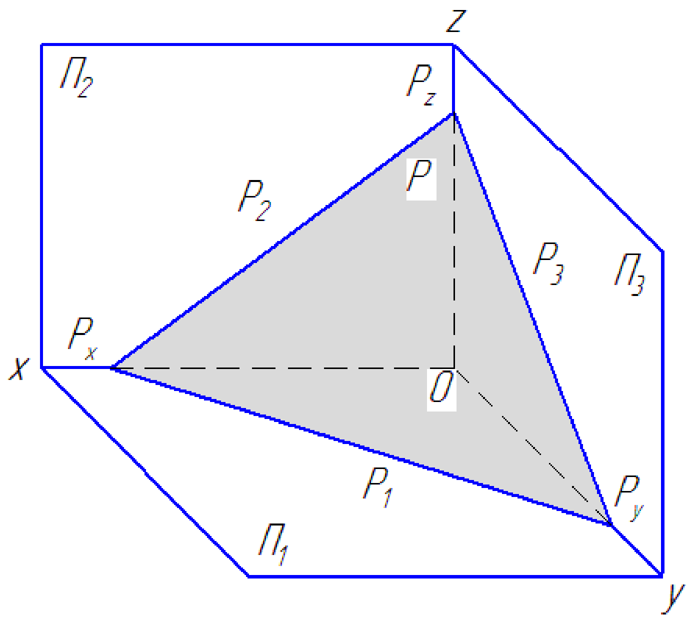
3)двумя параллельными или пересекающимися прямыми;

4)плоской фигурой (треугольник(рис. 1.15,а), прямоугольник и т.д.);

5)следами (рис. 1.15,б).



а)



б)

Рис. 1.15. Плоскость заданная: а – плоской фигурой, б – следами

Следами плоскости называются линии пересечения этой плоскости с плоскостями проекций.

В зависимости от положения по отношению к плоскостям проекций все плоскости в начертательной геометрии подразделяются на:

1)плоскость общего положения;

2)плоскости частного положения:

а)плоскости уровня;

б)проецирующие плоскости.

Плоскость общего положения – это плоскость не параллельная ни одной из плоскостей проекций (т. е. это плоскость, которая наклонена ко всем трем плоскостям проекций). Плоскость общего положения имеет три следа: P_1 – горизонтальный, P_2 – фронтальный и P_3 – профильный и три точки схода следов P_x, P_y и P_z (рис. 1.15,б, 1.16). Характерным признаком эпюра данной плоскости является то, что ее следы наклонены ко всем осям (рис. 1.16).

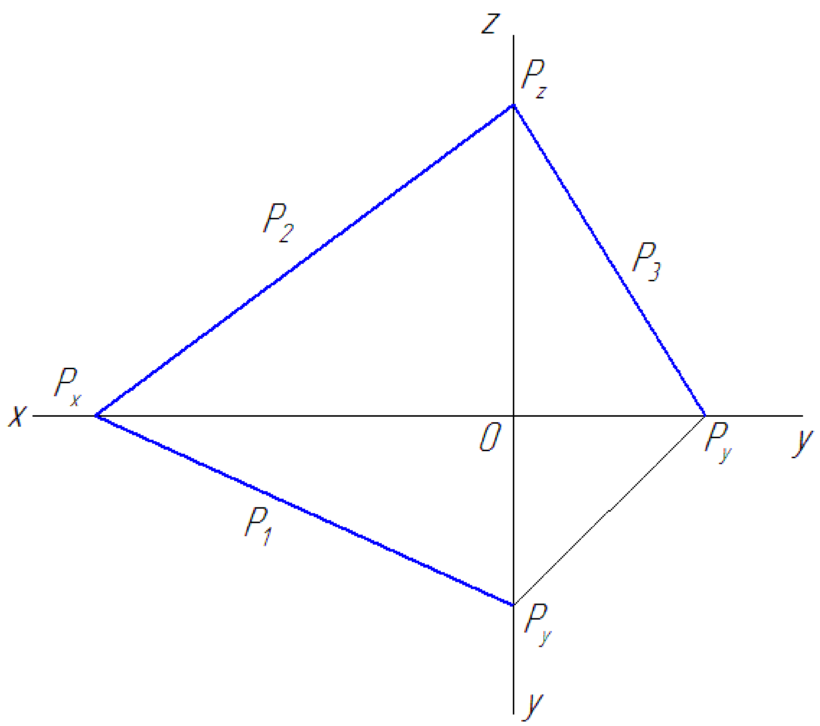
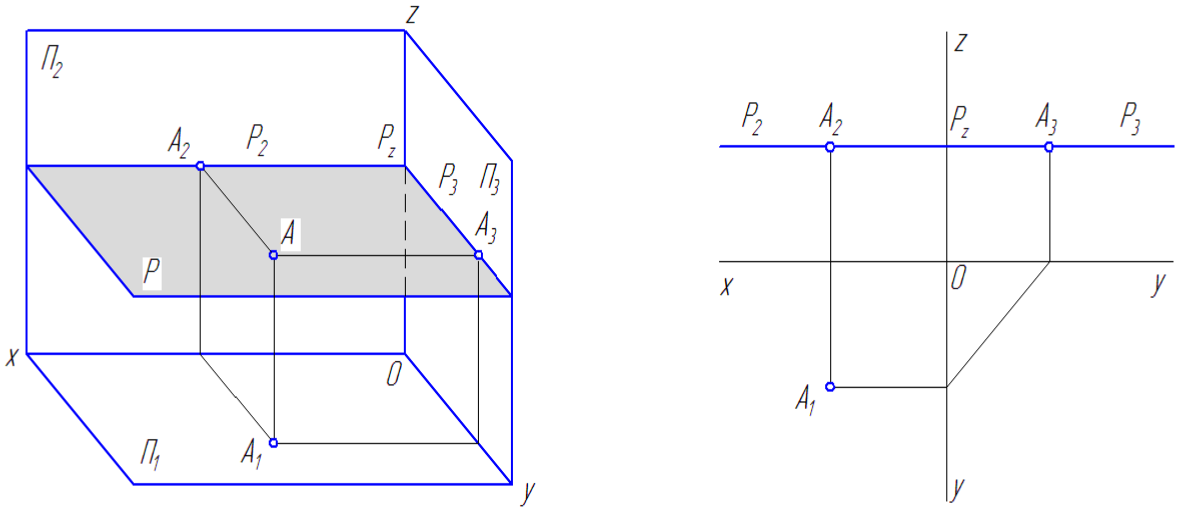


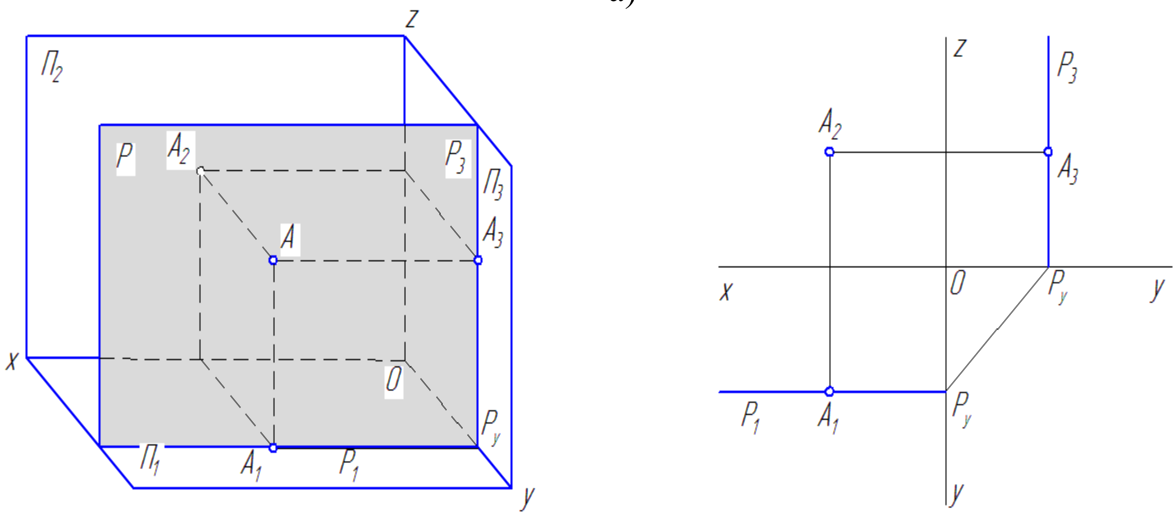
Рис. 1.16. Плоскость общего положения, заданная следами

След-проекция (только у плоскостей частного положения) – это след данной плоскости на той плоскости проекций, по отношению к которой она окажется перпендикулярной. След-проекция обладает собирательными свойствами, т.е. все точки, прямые и плоские фигуры, лежащие в такой плоскости, будут иметь свои проекции на данном следе.

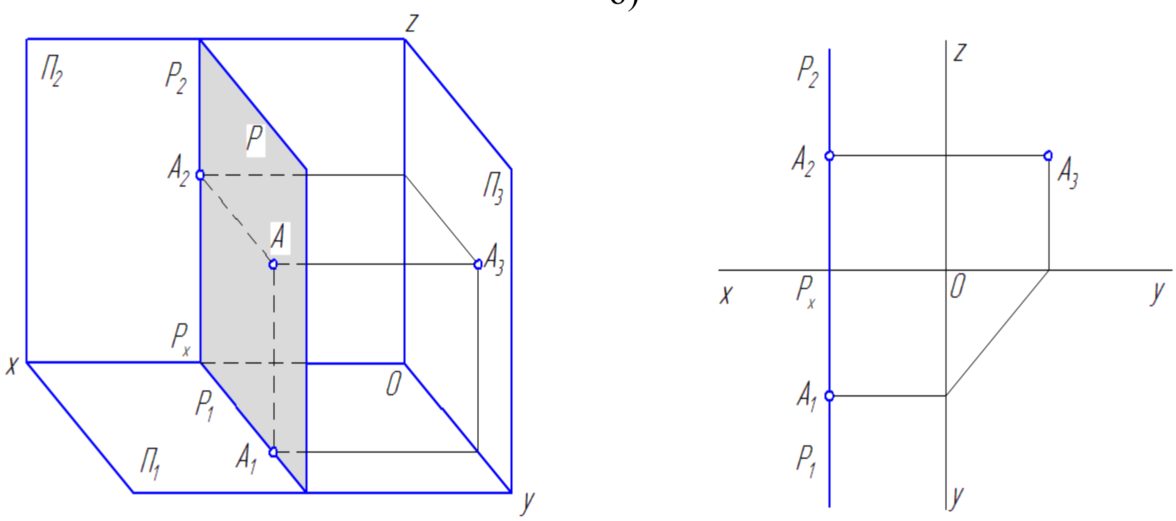
Плоскости уровня – это плоскости параллельные какой-либо плоскости проекций (соответственно перпендикулярные к двум другим плоскостям проекций). К ним относятся: горизонтальная, фронтальная и профильная плоскости (рис. 1.17).В отличие от плоскости общего положения, плоскости уровня имеют только два следа.



а)



б)



в)

Рис. 1.17. Плоскости уровня: а – горизонтальная, б – фронтальная, в – профильная

Так как плоскость уровня параллельна плоскости проекций, то на эту плоскость геометрическая фигура, задающая плоскость, проецируется без искажений (рис. 1.18).

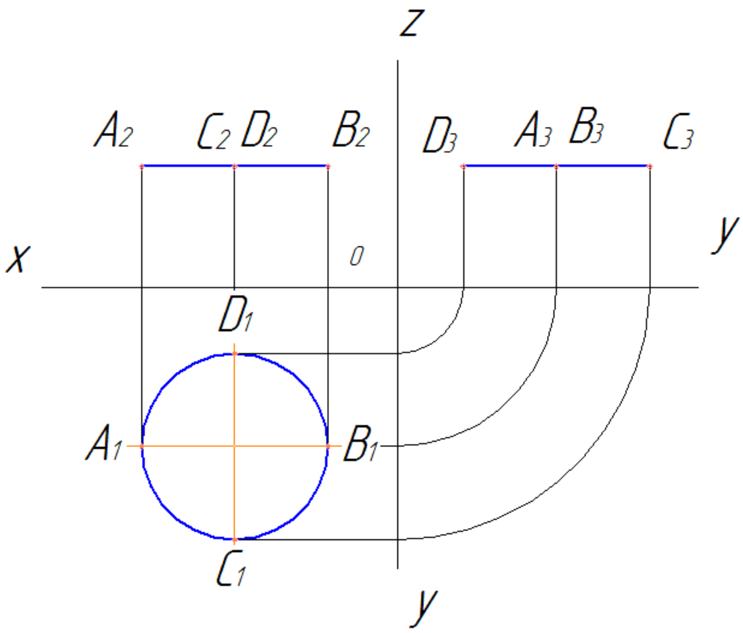


Рис. 1.18. Горизонтальная плоскость, заданная в виде окружности

Проецирующие плоскости – это плоскости, перпендикулярные по отношению к одной из плоскостей проекций (к двум другим плоскостям данная плоскость будет наклонена). К ним относятся: горизонтально-проецирующая, фронтально-проецирующая и профильно-проецирующая плоскости (рис. 1.20).

Так как плоскость перпендикулярна плоскости проекций, то на эту плоскость она проецируется в виде отрезка прямой линии(рис.1.19).

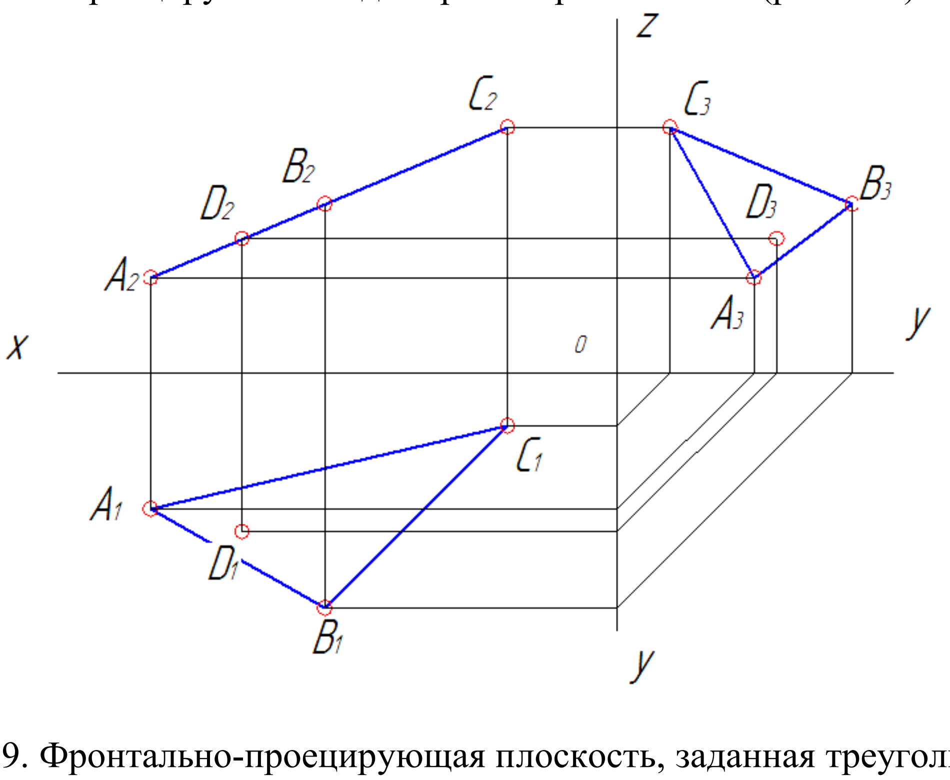


Рис. 1.19. Фронтально-проецирующая плоскость, заданная треугольником

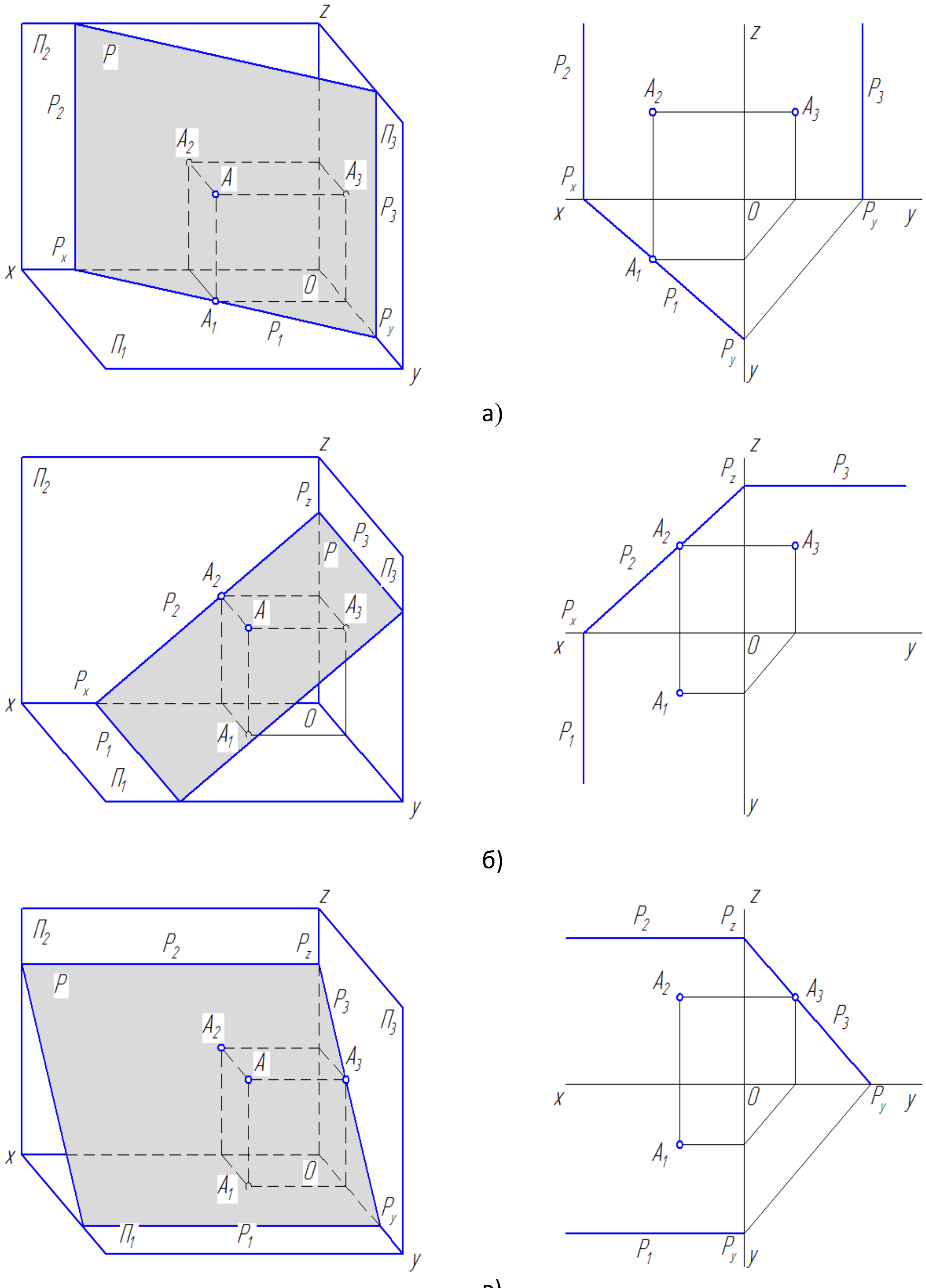


Рис. 1.20. Проецирующиеплоскости: а – горизонтально-проецирующая, б – фронтально-проецирующая,в – профильно-проецирующая

1.8. ПРЯМАЯ И ТОЧКА В ПЛОСКОСТИ

1. **Прямая принадлежит плоскости**, если она проходит через две точки, принадлежащие данной плоскости (рис. 1.21).

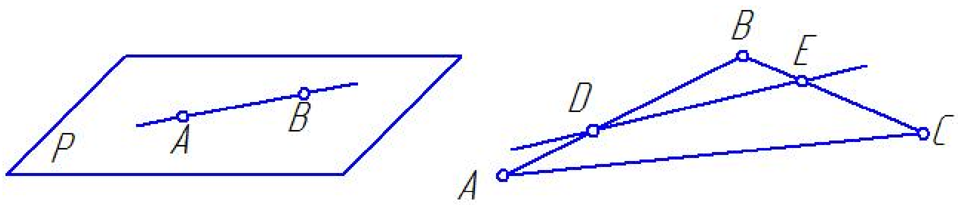


Рис. 1.21.

2. **Прямая принадлежит плоскости**, если её следы лежат на одноименных следах этой плоскости (рис. 1.22).

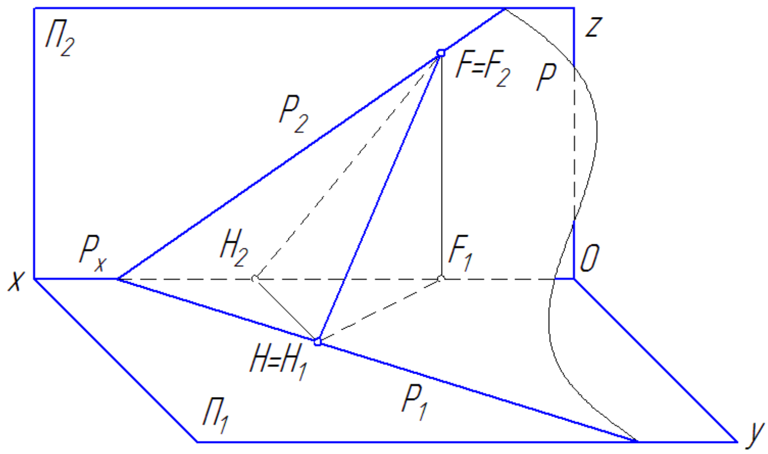


Рис. 1.22.

3. **Прямая принадлежит плоскости**, если она параллельна одному из следов этой плоскости и имеет с другим следом общую точку (рис. 1.23).

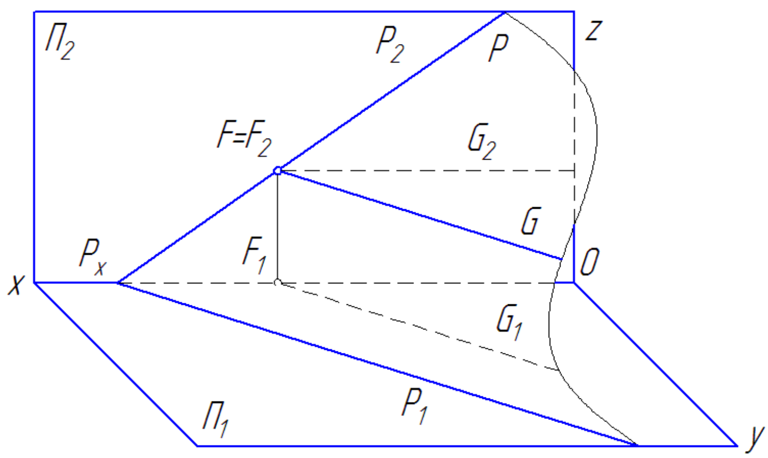


Рис. 1.23.

Точка принадлежит плоскости, если она лежит на прямой, принадлежащей этой плоскости.

При решении некоторых задач нужно задать точку в плоскости, для этого необходимо, прежде всего, в плоскости провести прямую, которая бы принадлежала этой плоскости. И на проекциях этой прямой отыскать недостающие проекции искомой точки (рис. 1.24, 1.25).

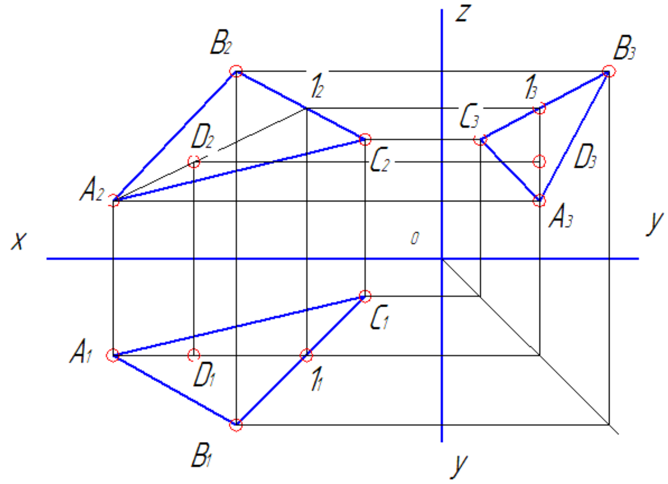


Рис. 1.24. Построение точки в плоскости, заданной треугольником

Для решения этой задачи (рис.1.24), через имеющуюся горизонтальную проекцию точки *D* (D_1) проводим прямую*A1* ($A_1 1_1$).По линиям связи достраиваем фронтальную (1_2) и профильную (1_3) проекции точки *1*. На полученных отрезках прямой *A1* находим недостающие проекции точки *D*.

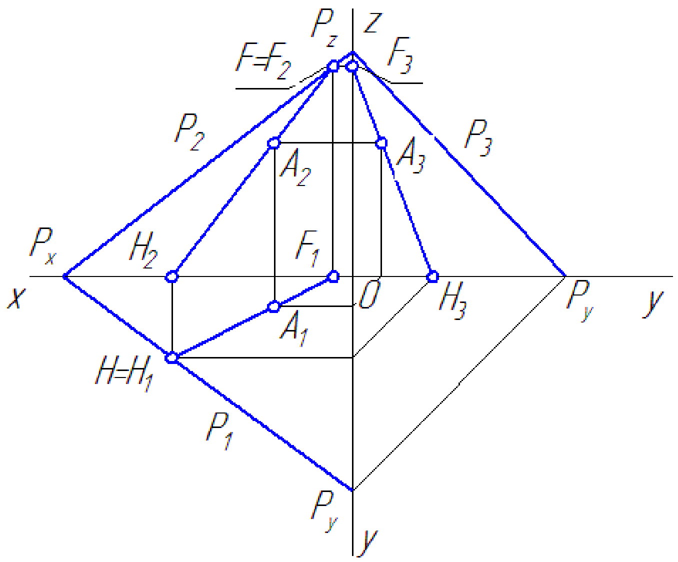


Рис. 1.25. Построение точки в плоскости, заданной следами

Для решения данной задачи (рис. 1.25), в плоскости *P* проведена прямая *FH*, на проекциях которой в последствии достраиваются проекции точки *A*. Точки *F* и *H* берутся произвольно на следах заданной плоскости.

2. ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПЛОСКОСТЕЙ

2.1. ВЗАИМНО ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ПЛОСКОСТИ

1. **Если две плоскости параллельны друг другу в пространстве**, то их одноименные следы на эпюре будут так же параллельны (рис. 2.1).

2. **У параллельных плоскостей** одноименные проекции фронталей и горизонталей будут так же параллельны (рис. 2.1).

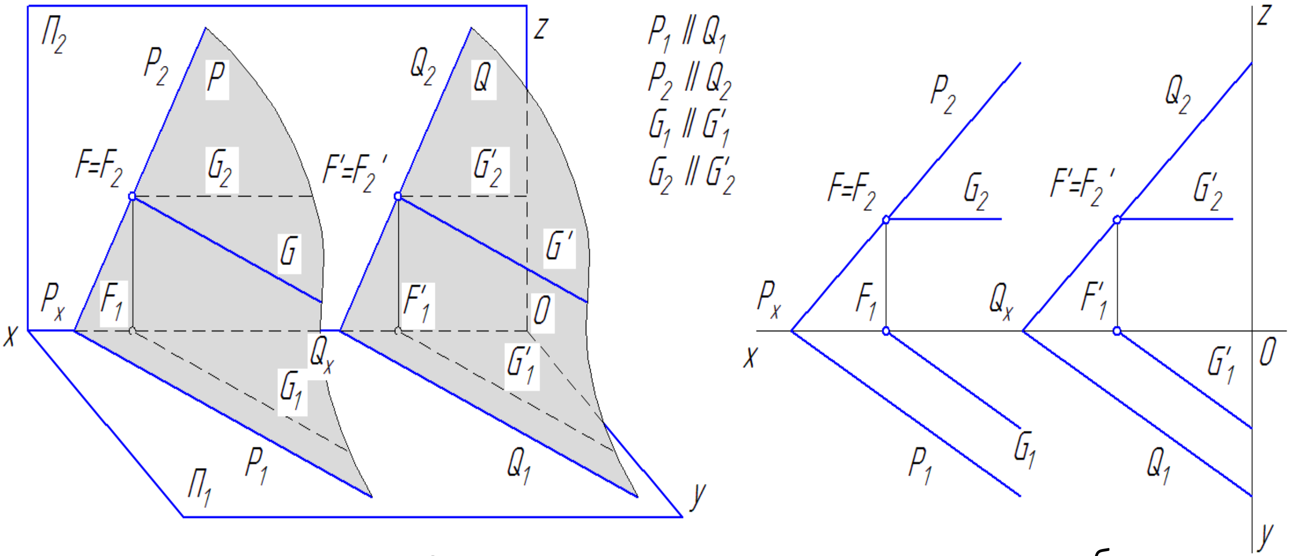


Рис. 2.1. Взаимно параллельные плоскости: а – в пространстве,
б – на эпюре

3. **Две плоскости параллельны друг другу**, если две пересекающиеся прямые одной плоскости, будут параллельны двум пересекающимся прямым другой плоскости (рис. 2.2.).

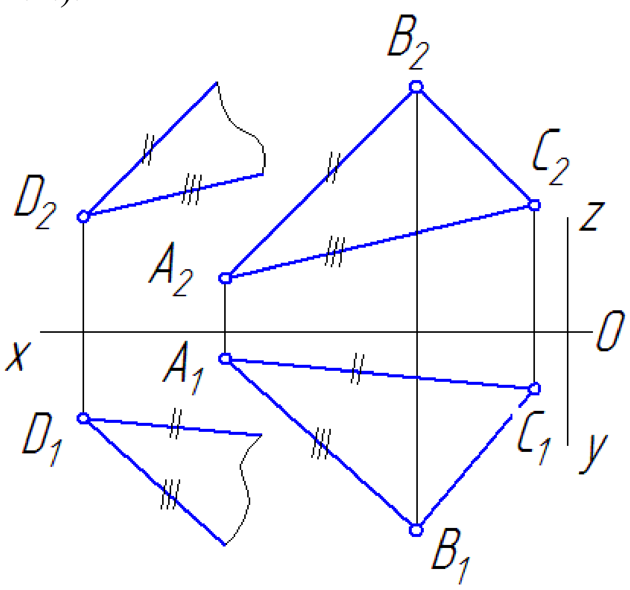


Рис. 2.2. Взаимно параллельные плоскости

2.2. ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ ПЛОСКОСТИ

Две плоскости перпендикулярны друг другу, если одна из них проходит через перпендикуляр к другой плоскости.

Таким образом, чтобы построить плоскость, перпендикулярную заданной плоскости, необходимо сначала построить прямую, перпендикулярную данной плоскости, и через эту прямую провести искомую плоскость (рис. 2.3).

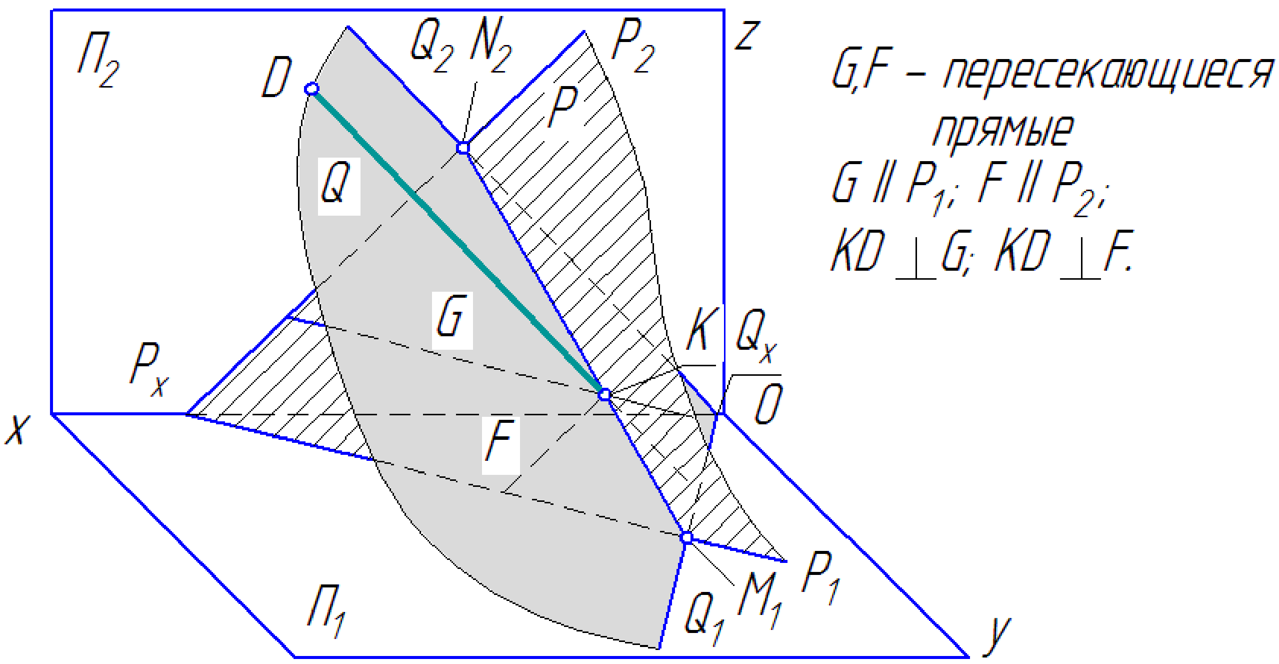


Рис. 2.3. Взаимно перпендикулярные плоскости

На рис.2.3 в плоскости *P* проведены две пересекающиеся прямые *G* и *F*. Это прямые частного положения: горизонталь ($G||P_1$) и фронталь ($F||P_2$). Они пересекаются в точке *K*. Через эту точку к плоскости *P* восстановлен перпендикуляр *KD*. Через перпендикуляр *KD* проведена плоскость *Q*. Поскольку плоскость *Q*проходит через перпендикуляр к плоскости *P*, то эти две плоскости оказываются перпендикулярными друг другу.

2.3. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ

Две плоскости пересекаются по прямой линии. Следовательно, для того чтобы построить проекции линии пересечения плоскостей, необходимо и достаточно построить проекции двух точек, принадлежащих обеим плоскостям, и соединить одноименные проекции этих точек. Полученные прямые есть проекции искомой линии пересечения плоскостей.

Одноименными точками пересекающихся плоскостей могут быть точки пересечения одноименных следов данных плоскостей. Иными словами, точки пересечения одноименных следов заданных плоскостей являются соответствующими следами линии их пересечения.

В зависимости от наличия на эпюре общих точек могут быть следующие случаи пересечения плоскостей.

1. **Следы плоскостей пересекаются в пределах чертежа** (рис. 2.4).

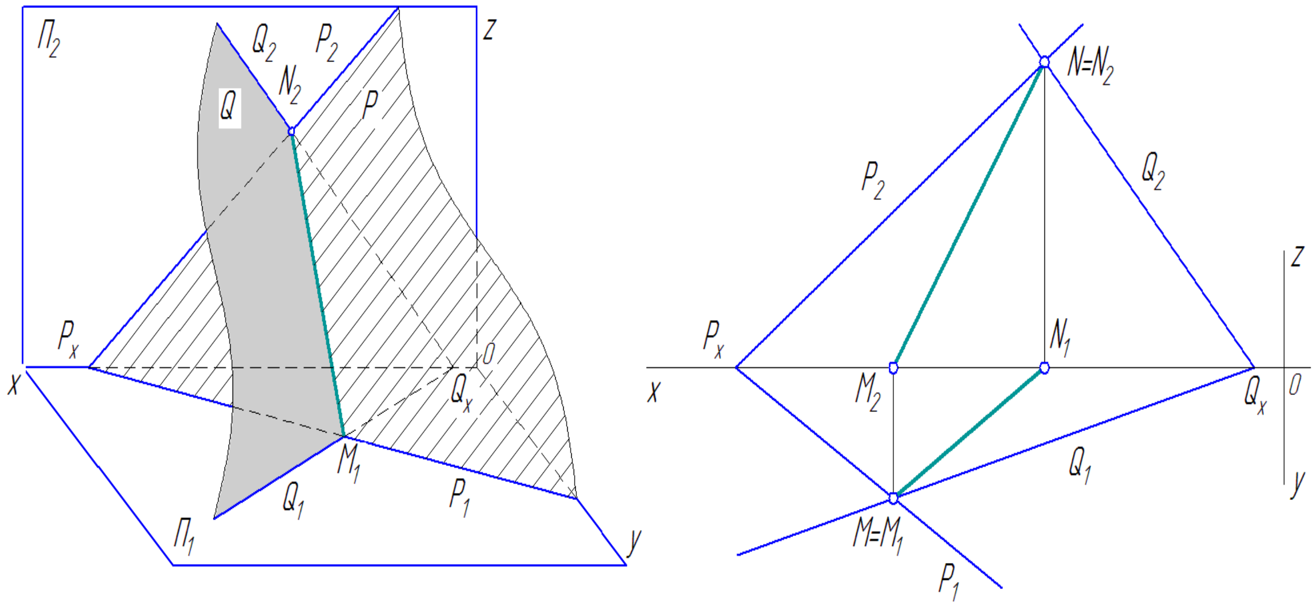


Рис. 2.4. Первый случай взаимного пересечения двух плоскостей

Для того чтобы решить задачу, в данном случае, достаточно построить проекции точек пересечения (M и N) одноименных следов заданных плоскостей и полученные проекции соединить ($M_1 - N_1$;$M_2 - N_2$).

2. **Одна пара следов пересекается в пределах чертежа, а другая – нет** (рис 2.5). Или обе пары следов пересекаются за пределами эпюра.

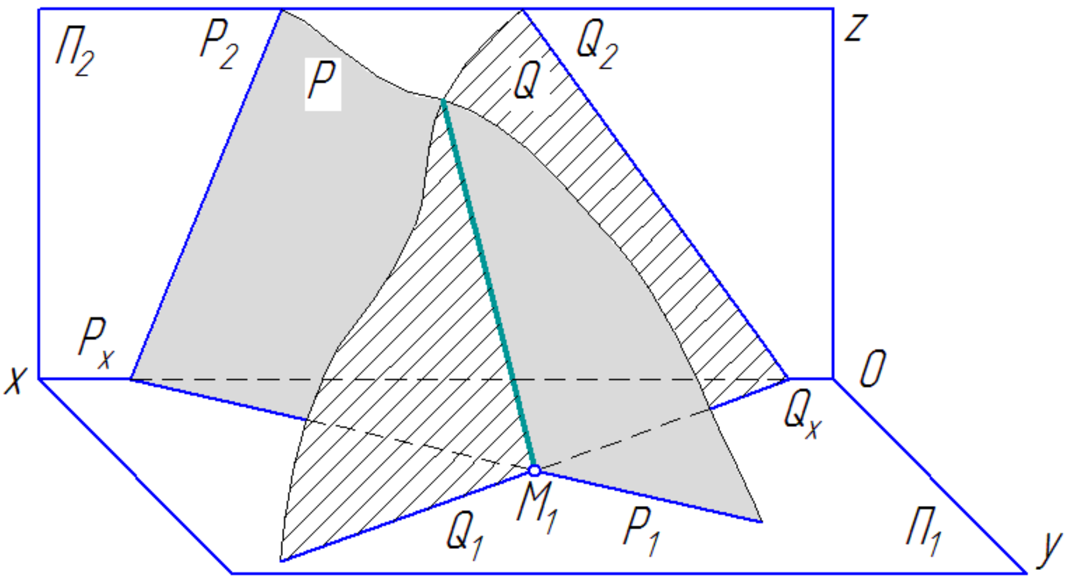


Рис. 2.5. Второй случай взаимного пересечения двух плоскостей

В этом случае одной из точек линии пересечения плоскостей является точка *M*, точка пересечения горизонтальных следов (P_1 и Q_1) заданных плоскостей. Другую точку искомой линии можно найти с помощью вспомогательной горизонтальной плоскости *R* (рис. 2.6), которая пересечет заданные плоскости по их горизонталям *G*и*G'*. Последние, пересекаясь, определяют вторую точку (*K*) искомой линии пересечения плоскостей *P* и *Q*.

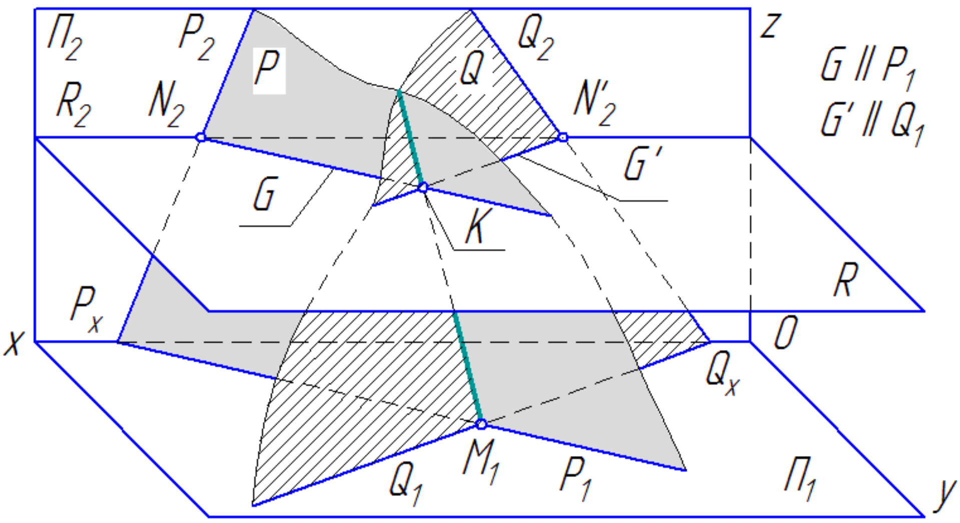


Рис. 2.6. Второй случай взаимного пересечения двух плоскостей

Решение задачи на второй случай взаимного пересечения двух плоскостей приведено на рис. 2.7.

Таким же образом, при помощи вспомогательной плоскости, могут быть решены задачи в тех случаях, когда обе пары следов заданных плоскостей пересекаются за пределами чертежа или плоскости заданы не следами. Только в этих случаях проводится не одна, а две вспомогательные плоскости (рис. 2.7).

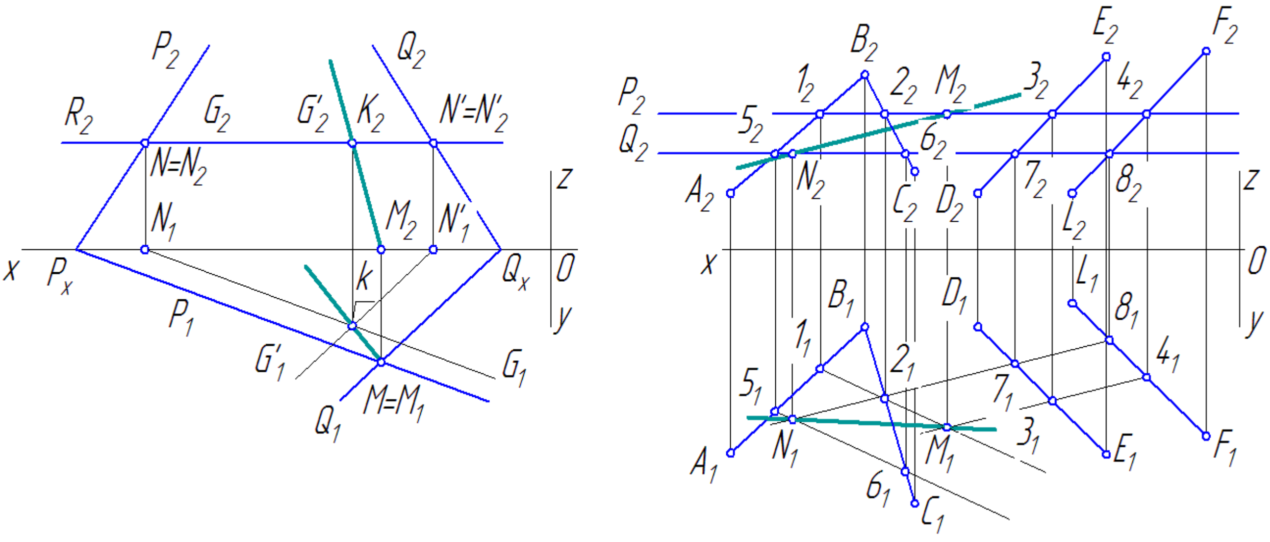


Рис. 2.7. Решение задач на второй способ взаимного пересечения двух плоскостей

3. **Линия пересечения двух плоскостей не имеет одного следа на заданных плоскостях проекций.**

Такое возможно в том случае, если следы пересекающихся плоскостей параллельны между собой (рис. 2.8) или же пересекаются – плоскость, имеющая два следа на чертеже (общего положения или проецирующая) и плоскость заданная одним следом (плоскость уровня). Пример данного случая приведён на рис. 2.9.

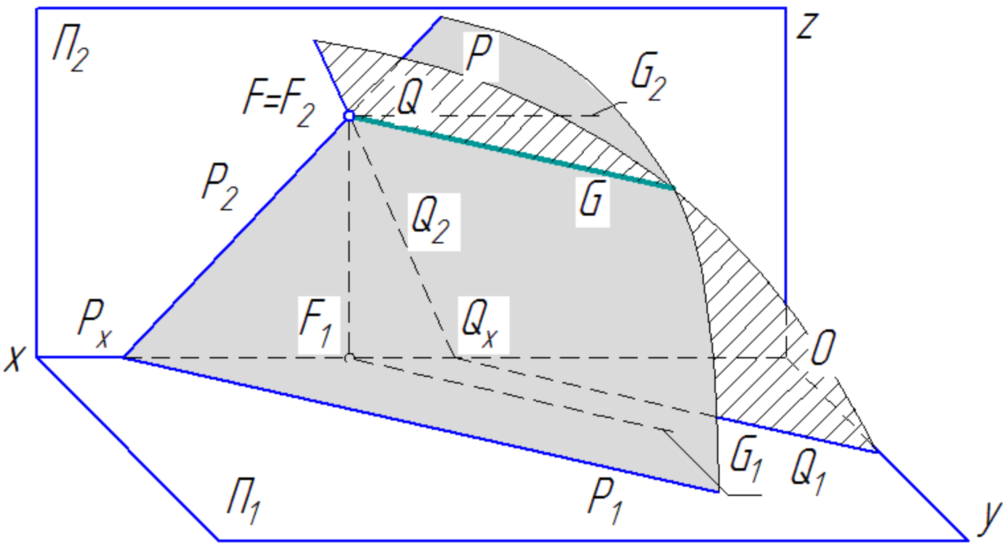


Рис. 2.8. Пересечение плоскостей у которых горизонтальные следы параллельны

На рис. 2.8 горизонтальные следы плоскостей параллельны: в таком случае линия пересечения этих плоскостей будет их общей горизонталью.

Если параллельными будут фронтальные следы заданных плоскостей, тогда линия пересечения этих плоскостей будет их общей фронталью.

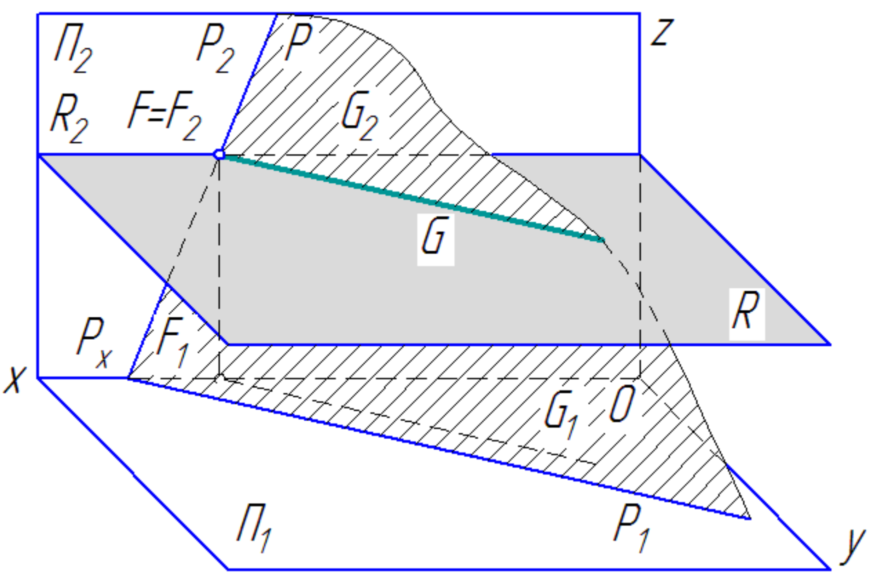


Рис. 2.9. Пересечение плоскостей общего и частного положений

На рис. 2.9 представлен второй вариант третьего случая взаимного пересечения двух плоскостей. Здесь пересекаются плоскость, имеющая два следа (плоскость общего положения *P*) и плоскость, имеющая один след (горизонтальная плоскость *R*). В этом случае линией пересечения заданных плоскостей будет являться их общая горизонталь, причём её фронтальная проекция (G_2), будет расположена на фронтальном следе плоскости *R* (R_2), а горизонтальная проекция (G_1), будет параллельна горизонтальному следу плоскости *P* (P_1).

Если же плоскость общего положения будет пересекаться с фронтальной плоскостью, то линией пересечения таких плоскостей будет их общая фронталь.

Задачи, представленные на пространственных чертежах (рис. 2.8, 2.9) на плоских чертежах (эпюрах) будут выглядеть следующим образом (рис. 2.10 и 2.11).

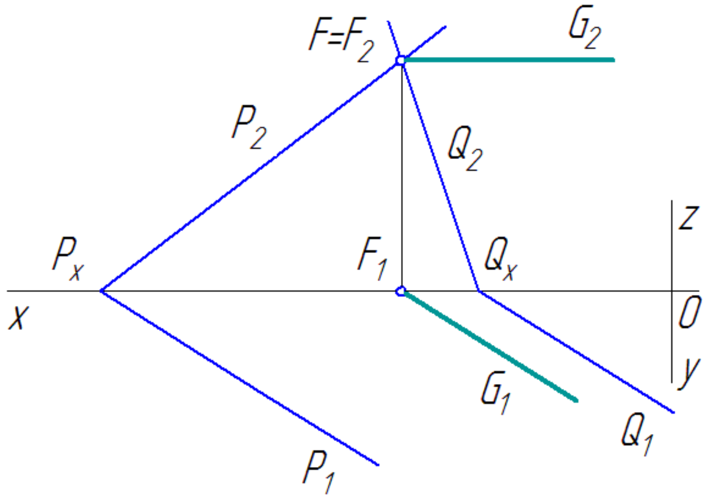


Рис. 2.10. Решение задачи при параллельных следах плоскостей

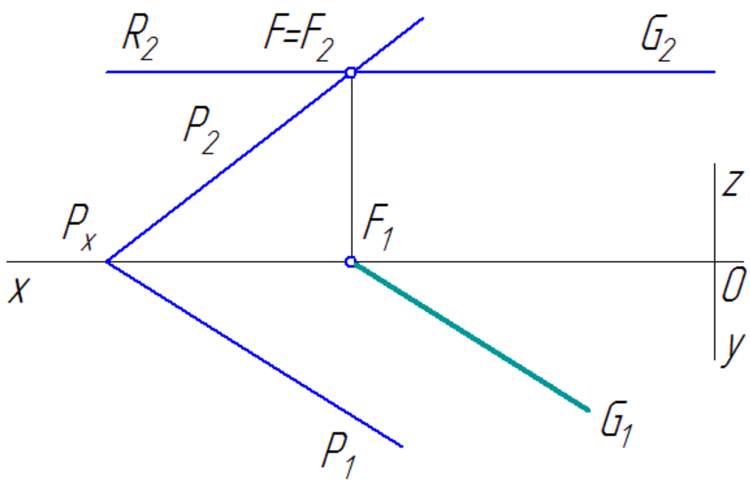


Рис. 2.11. Решение задачи при отсутствии одного из следов у заданных плоскостей

3. РАБОТА №1. ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКОВ

Задача должна быть выполнена на формате листа А3 (420x297 мм) вертикального расположения в масштабе 1:1.

При решении данной задачи необходимо выполнить следующее:

1)по двум заданным проекциям многогранника достроить третью проекцию (профильную);

2)достроить проекции сквозного отверстия на горизонтальной и профильной проекциях многогранника;

3)обозначить главные точки, расположенные по периметру отверстия, на всех трёх проекциях.

При решении задач на взаимное пересечение многогранников необходимо чётко представлять, что линия пересечения многогранников является пространственной ломаной линией, состоящей из отрезков прямых. Точками излома являются точки пересечения рёбер одного тела с поверхностью другого тела, а также точки перехода линии с одной грани на другую.

3.1. МНОГОГРАННИКИ

Геометрические тела, ограниченные плоскостями, называются **многогранниками**. К ним относятся призма и пирамида. Основным отличительным признаком многогранников на чертеже является то, что в системе трех плоскостей проекций они проецируются в прямолинейные отрезки, которые являются или линиями пересечения граней или проекциями самих граней, если эти грани являются частями проецирующих плоскостей.

Следует иметь в виду, что проецирование многогранников (построение их чертежа) сводится к проецированию характерных точек, которыми являются точки пересечения ребер многогранника.

3.1.1. ПРИЗМА

На рис. 3.1 изображена шестигранная призма в аксонометрии, а на рис. 3.2 в ортогональных проекциях. Призма поставлена на горизонтальную плоскость проекций. Все грани призмы являются плоскостями частного положения (горизонтально-проецирующие плоскости), поэтому на горизонтальную плоскость проекций ($П_1$) они проецируются в виде отрезков прямых. Точки*А* и *В*, расположенные на поверхностях призмы (рис. 3.2), проецируются по правилу проецирования точек.

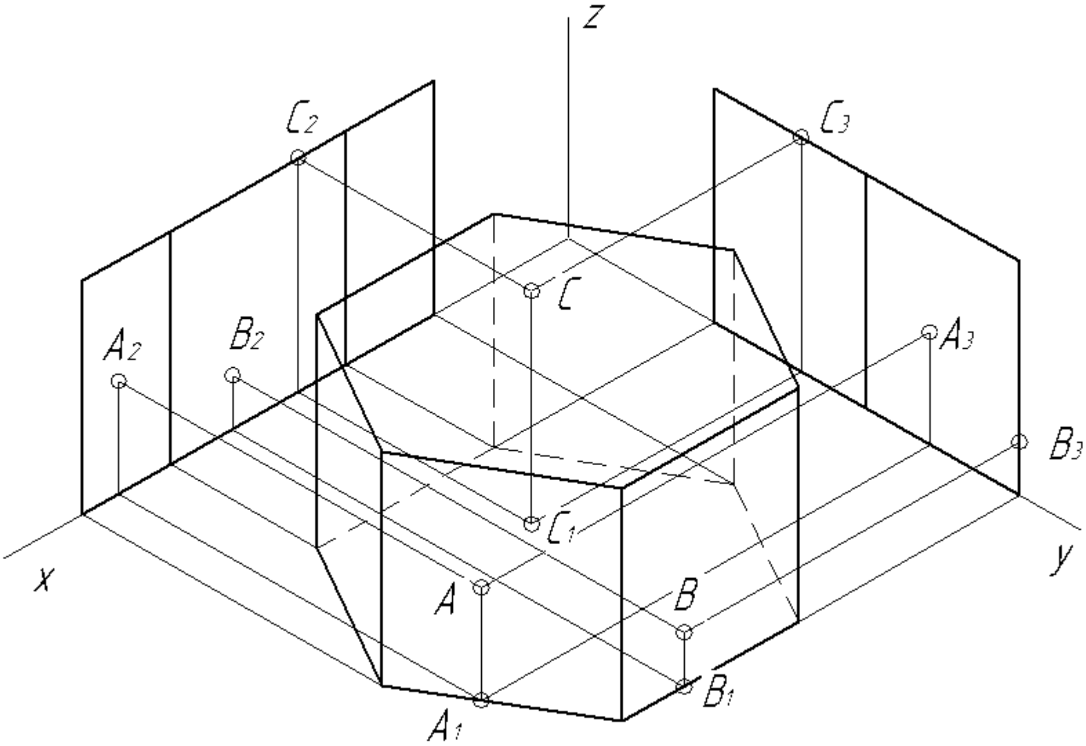


Рис.3.1. Проецирование призмы на три плоскости проекций

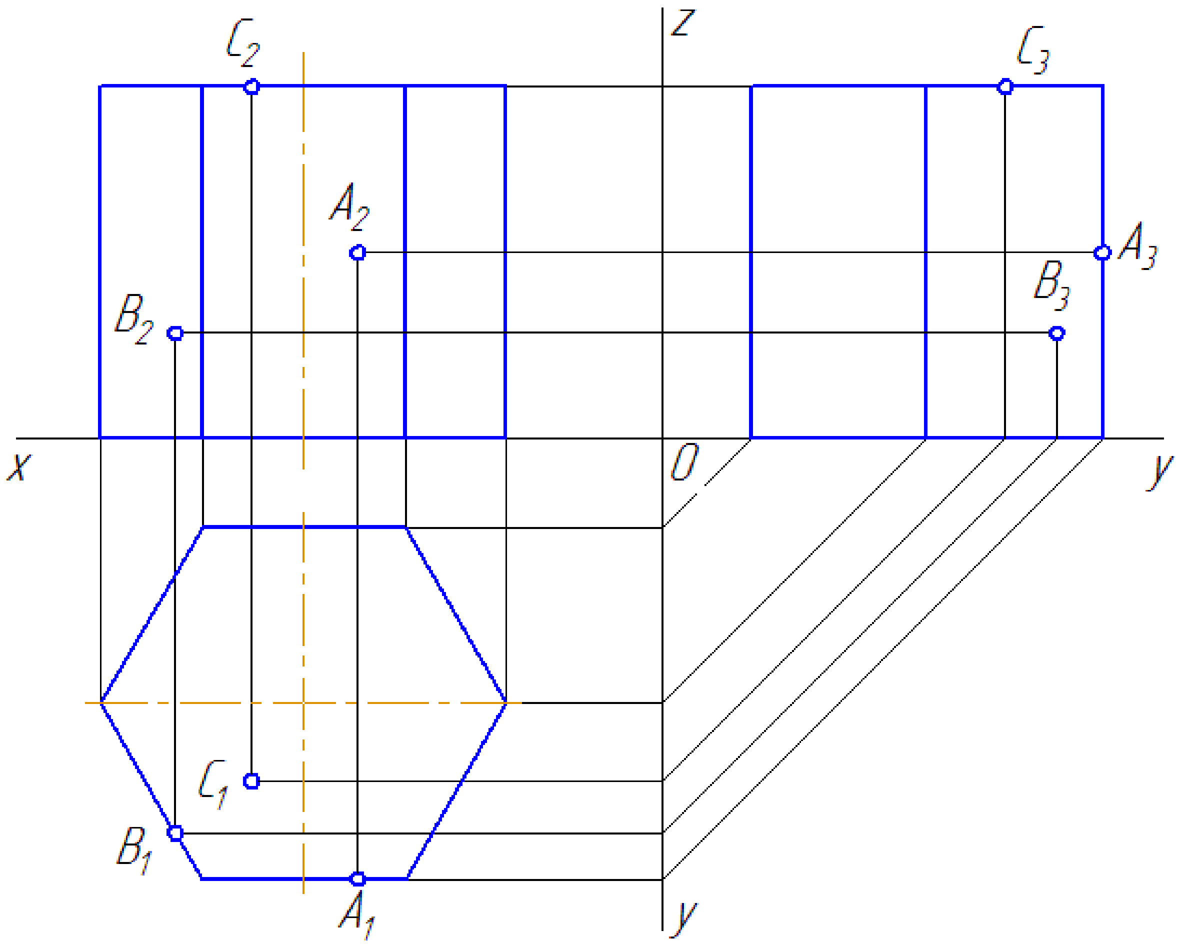


Рис. 3.2. Построение проекций точек, лежащих на поверхности призмы

3.1.2. ПИРАМИДА

На рис. 3.3 изображена шестигранная прямая усеченная пирамида. Все грани пирамиды являются плоскостями, боковые грани левые и правые занимают в пространстве общее положение и проецируются на все плоскости проекций искаженно. Передняя и задняя грани, а также верхняя и нижняя занимают частное положение.

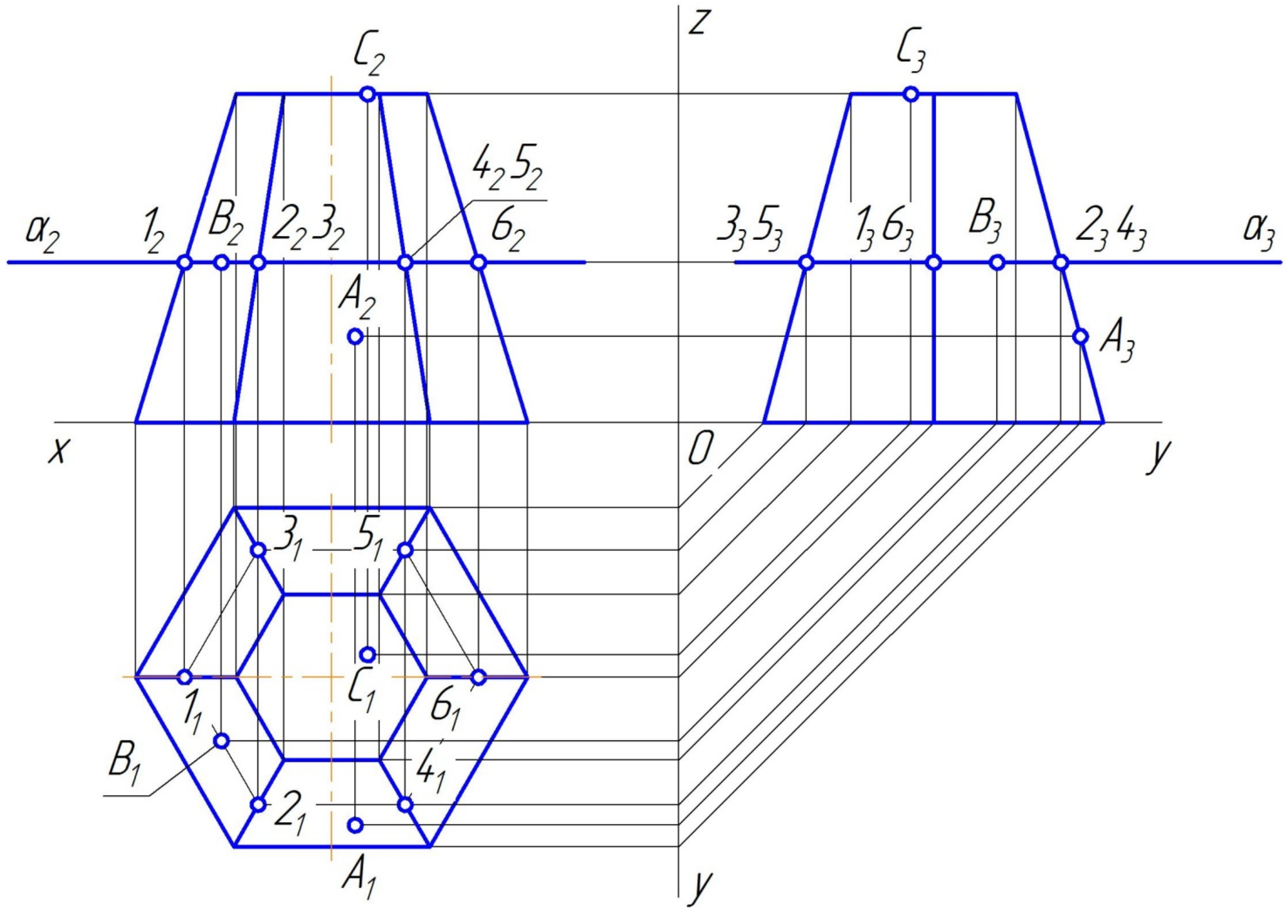


Рис. 3.3. Применение способа вспомогательной секущей плоскости для построения проекций точек, лежащих на поверхности пирамиды

Для того, чтобы спроецировать точку, лежащую на боковой поверхности пирамиды, необходимо воспользоваться одним из двух методов:

1.**Способ вспомогательной секущей плоскости:**для того, чтобы найти недостающую проекцию точки*B* (B_1) на горизонтальной проекции пирамиды, через ее фронтальную проекцию B_2 проведена вспомогательная горизонтальная плоскость α (след α_2). При пересечении этой плоскости с поверхностью пирамиды получается шестиугольник*1-2-3-4-5-6*, на горизонтальной проекции которого 1_1-2_1-3_1-4_1-5_1-6_1 и будет находиться искомая проекция точки*B* (B_1). Профильная проекция точки*B* (B_3) достраивается по линиям связи.

2. **Способбвспомогательной прямой:** для построения фронтальной проекции точки*A*(A_2) нагоризонтальной плоскости проекций через точку A_1 и центр пирамиды проведена вспомогательная прямая 1_1-2_1 (рис. 3.4). Эти точки

привязываются к основаниям пирамиды (точка *1* – к нижнему, точка *2* – к верхнему), после чего достраиваются их фронтальные проекции (1_2и 2_2) на соответствующих сторонах оснований пирамиды. По линии связи на отрезке прямой 1_2-2_2 достраивается искомая проекция точки*A* (A_2). Профильная проекция точки*A* (A_3) достраивается по линиям связи.

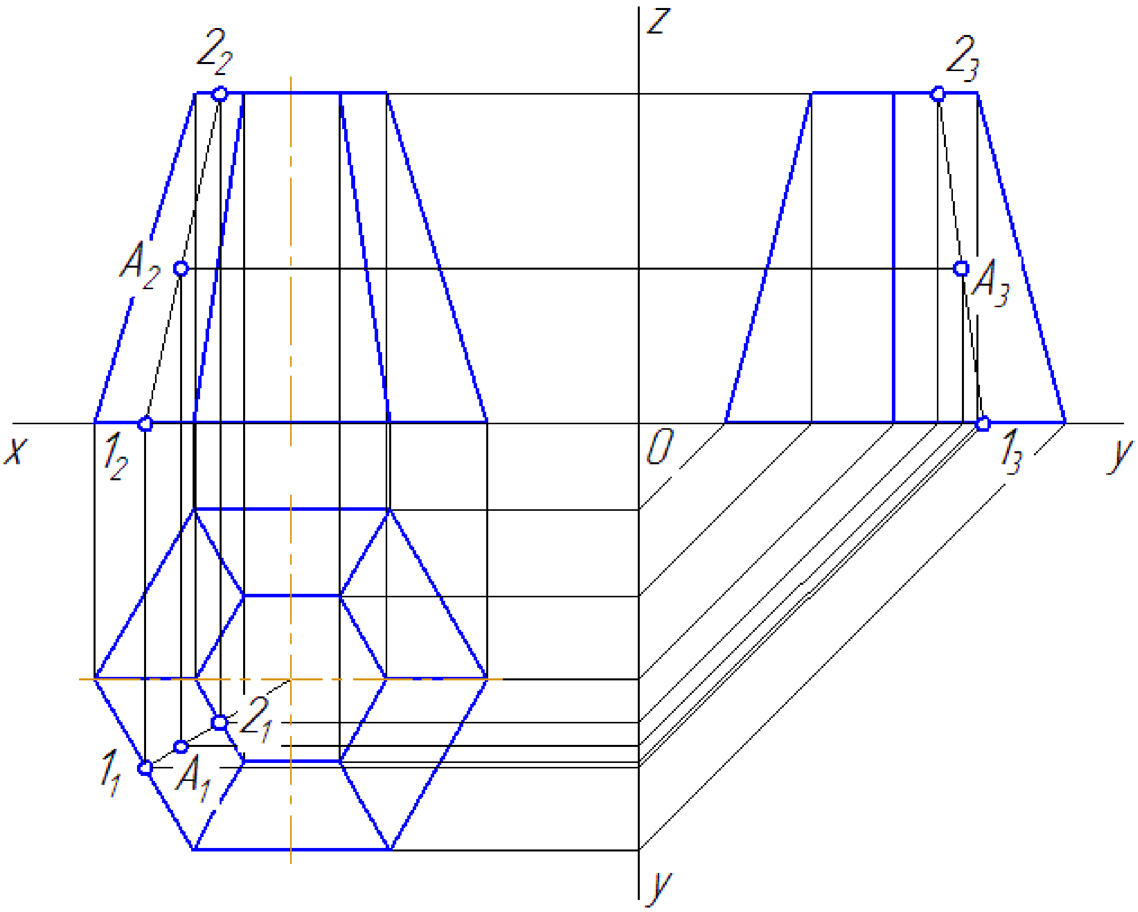


Рис. 3.4. Применение способа вспомогательной прямой для построения проекций точек, лежащих на поверхности пирамиды

3.2. ПОСТРОЕНИЕ СКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ В МНОГОГРАННИКЕ

При выполнении чертежа, на построение сквозного отверстия в поверхности многогранника, следует пользоваться одним из изложенных методов.

На рис. 3.5 приведен пример построения линии пересечения поверхностей призмы и сквозного призматического отверстия.

Оси шестигранной призмы и призматического отверстия перпендикулярны соответственно горизонтальной ($П_1$)и фронтальной ($П_2$)плоскостям проекций. Так как грани отверстия перпендикулярны плоскости $П_2$, то фронтальная проекция линии пересечения совпадает с очерком отверстия на этой плоскости.

Построение линии пересечения производится первым способом (рис. 3.3). Так, например, ребро *1-2* отверстия пересекает грани *A-B*и *A-F* шестиугольной призмы в точках *1* и *2*соответственно.

Горизонтальные проекции этих точек (1_1 и 2_1)лежат на горизонтальных проекциях граней A_1 - B_1и A_1 - F_1 .

По горизонтальной и фронтальной проекциям (1_1,1_2,2_1,2_2)точек *1* и *2* строим их профильные проекции (1_3 и 2_3). Остальные точки (*3 – 14*) строятся аналогично точкам *1* и *2*. Построив все точки пересечения граней и ребер и последовательно их соединив, получим проекции сквозного отверстия.

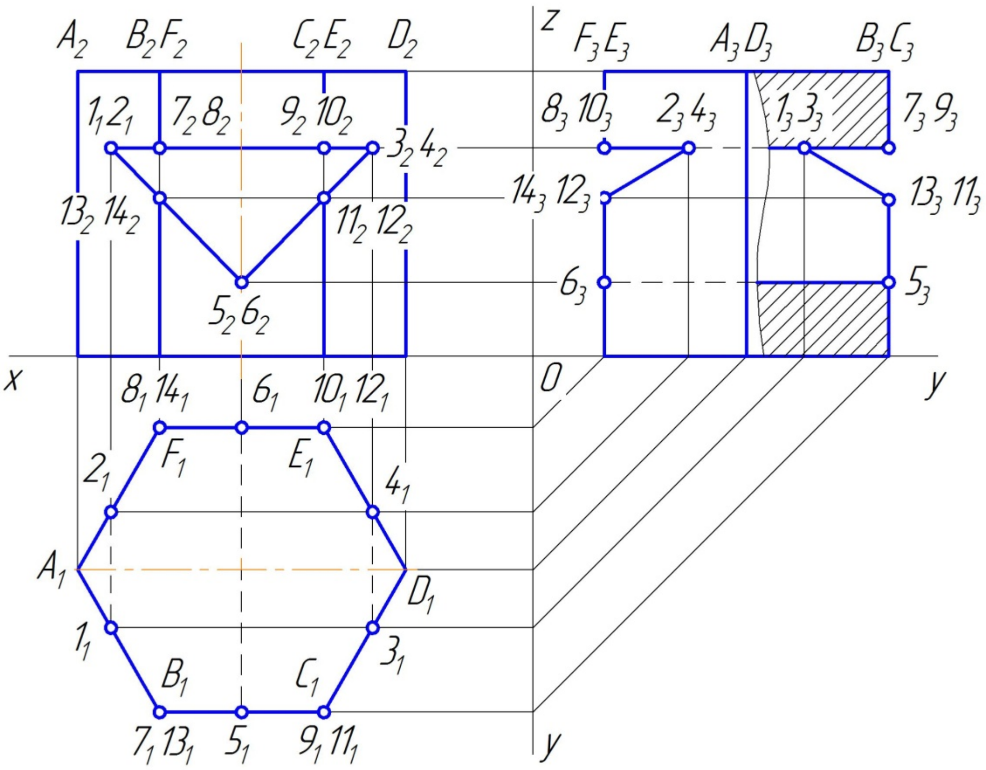


Рис. 3.5. Построение сквозного отверстия в призме

На рис. 3.6 приведен пример построения линии пересечения поверхностей шестигранной пирамиды и трехгранного призматического отверстия. Грани отверстия перпендикулярны фронтальной плоскости $П_2$, следовательно, фронтальная проекция линии пересечения совпадает с очерком отверстия на этой плоскости.

Прежде чем приступить к построению точек линии пересечения многогранников, необходимо выявить те ребра, которые заведомо пересекаются с поверхностью другого многогранника. Например, ребра *S-A*, *S-C*, *S-D*, *S-F* пирамиды пересекаются с гранями отверстияв точках *3-9*, *4-10*, *6-12* и *5-11* соответственно.Проекции этих точек лежат на соответствующих проекциях ребер.

Верхнее ребро призматического отверстия пересекает грани пирамиды *S-A-F* и *S-C-D* в точках *1* и *2*. Эти грани являются профильно-проецирующими, т.е. они проецируются на профильную плоскость проекций в виде прямых линий, на поверхности которых, достраиваем профильные проекции точек *1* и *2*. После этого достраиваем недостающие горизонтальные проекции этих точек на соответствующих гранях пирамиды.

Два нижних ребра отверстия пересекают соответственно грани *S-A-B*(точка *7*), *S-B-C*(точка *8*), *S-F-E*(точка *13*) и *S-E-D*(точка *14*). Эти грани занимают общее положение (не являются проецирующими). Для нахождения проекций указанных точек необходимо провести через нижнюю грань отверстия вспомогательную горизонтальную секущую плоскость α. На чертеже эта плоскость представлена в виде фронтального и профильного следов (α_2и α_3). Рассекая пирамиду плоскостью α, получим в сечении шестиугольник, подобный основанию пирамиды. Для его построения использована точка *0* (проекции 0_1 и 0_2). Точки *7*,*8*,*13*,*14* лежат на сторонах этого шестиугольника.

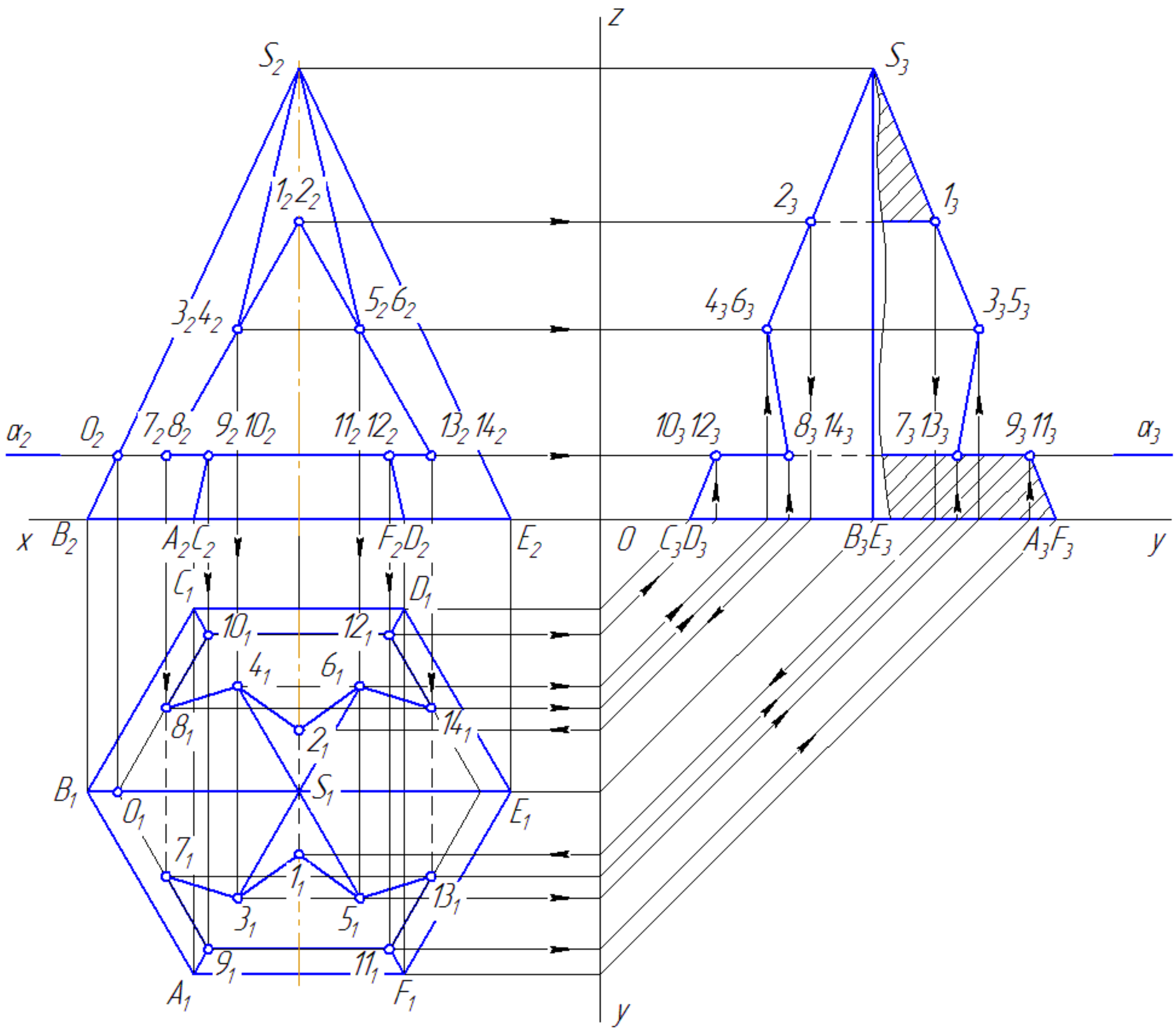


Рис. 3.6. Построение сквозного отверстия в пирамиде

По горизонтальным и фронтальным проекциям точек строим их профильные проекции.

Последовательно соединяя найденные точки, получим проекции сквозного отверстия. Построение всех точек на чертеже показано стрелками.

Образец выполнения данной работы представлен на рис. 3.7.

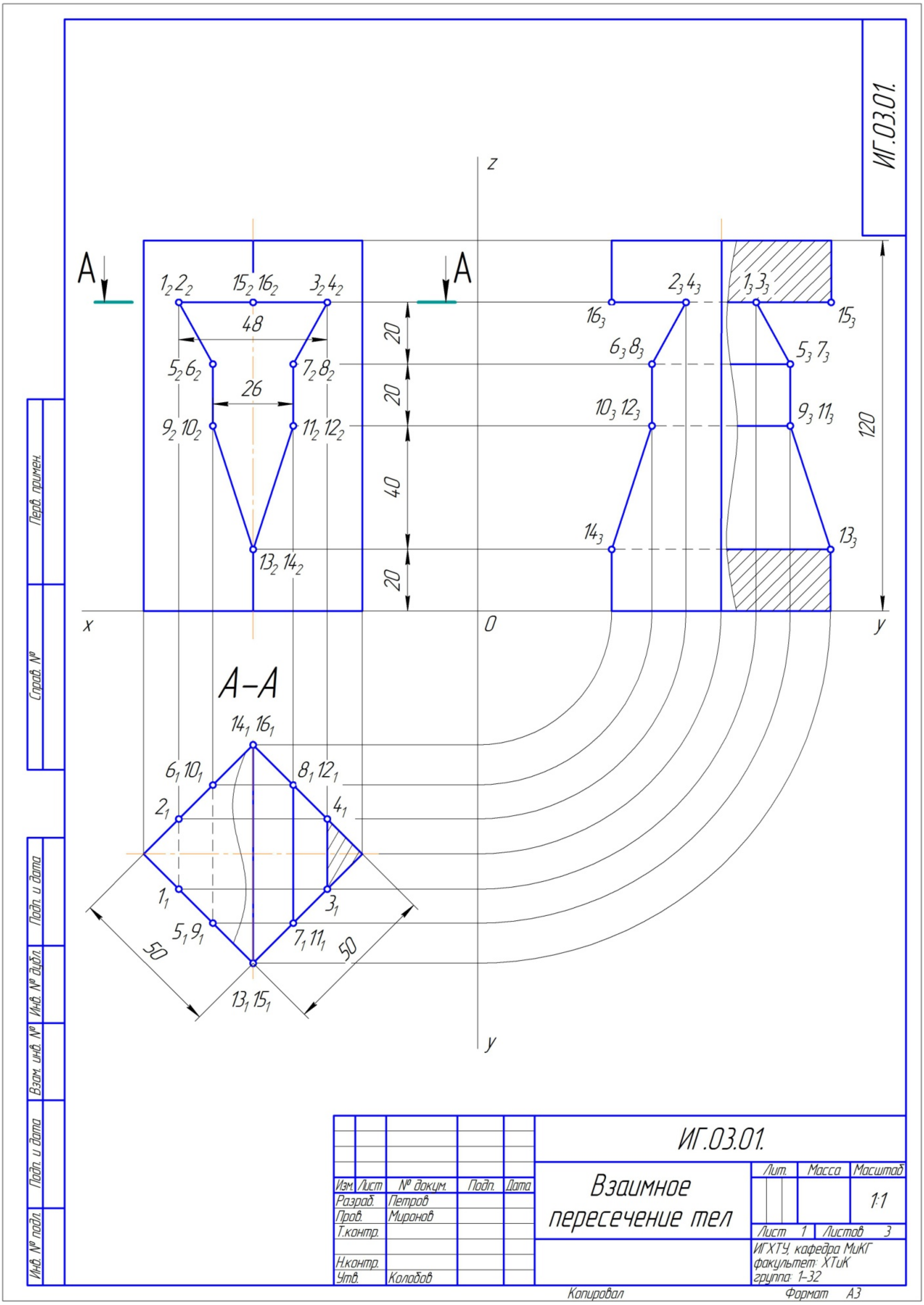
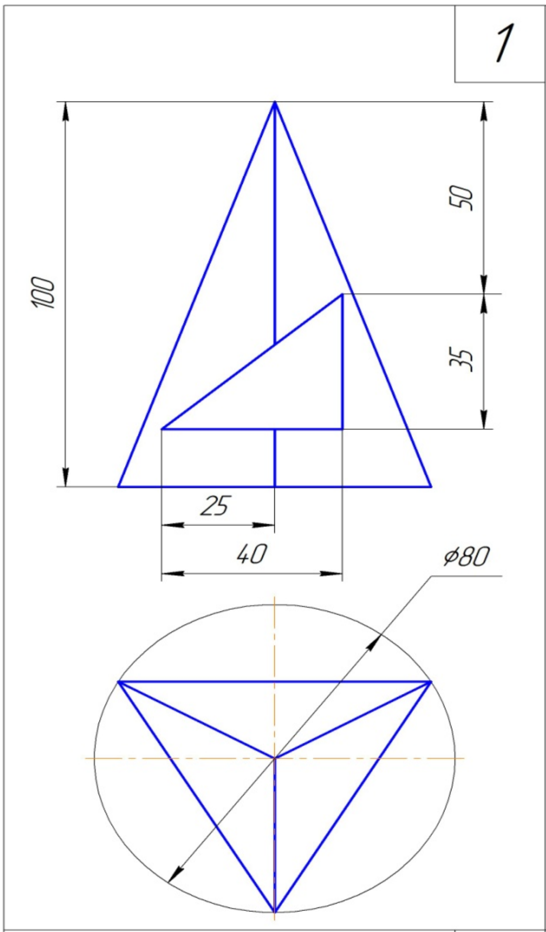
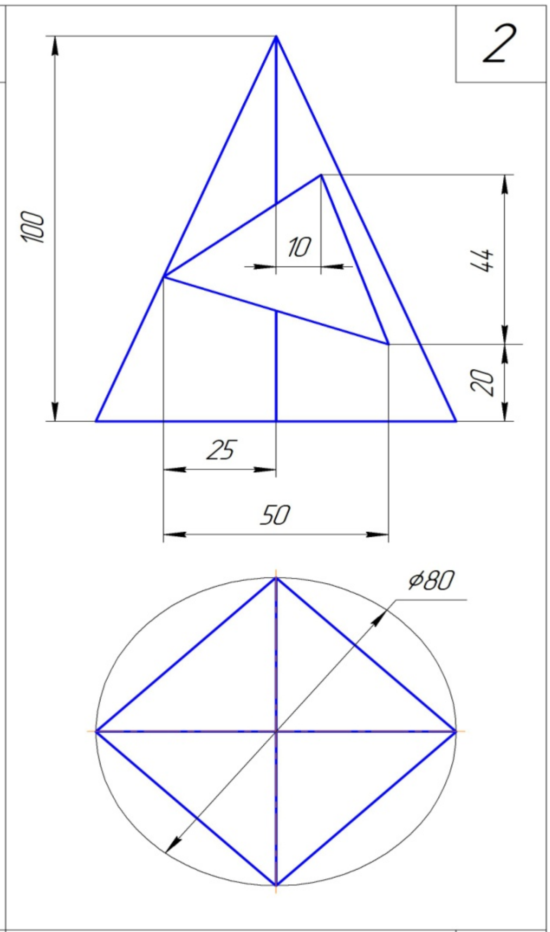
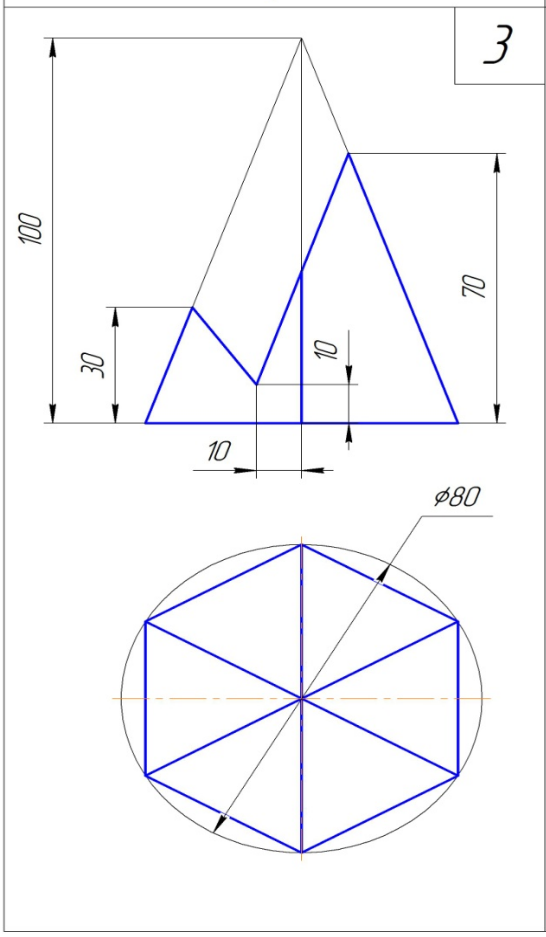


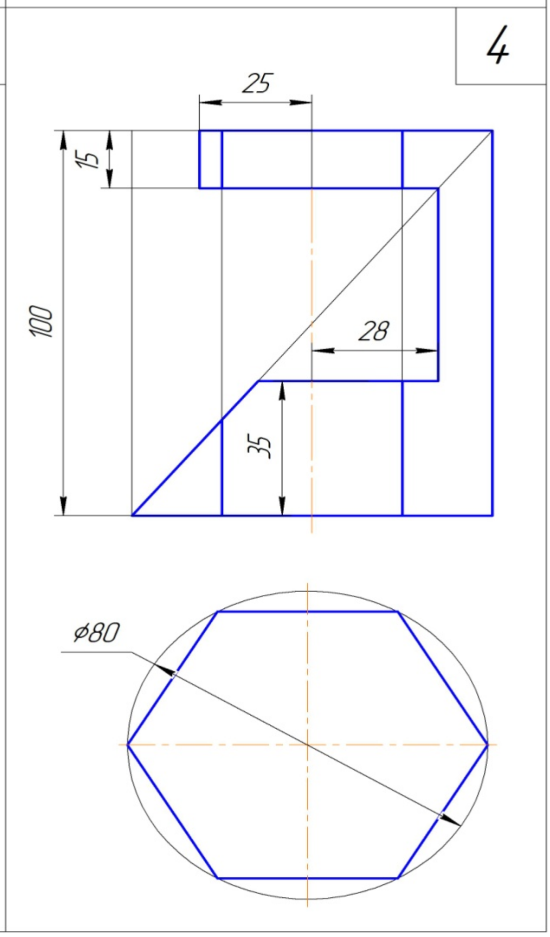
Рис. 3.7. Построение сквозного отверстия в многограннике

3.3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ №1

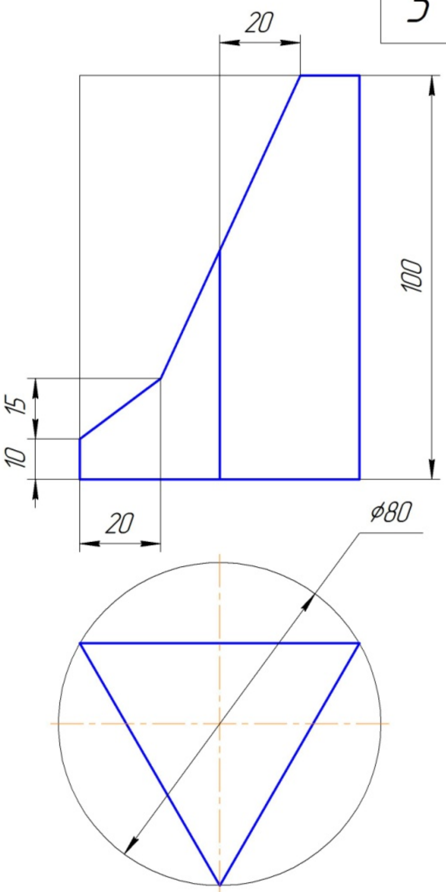




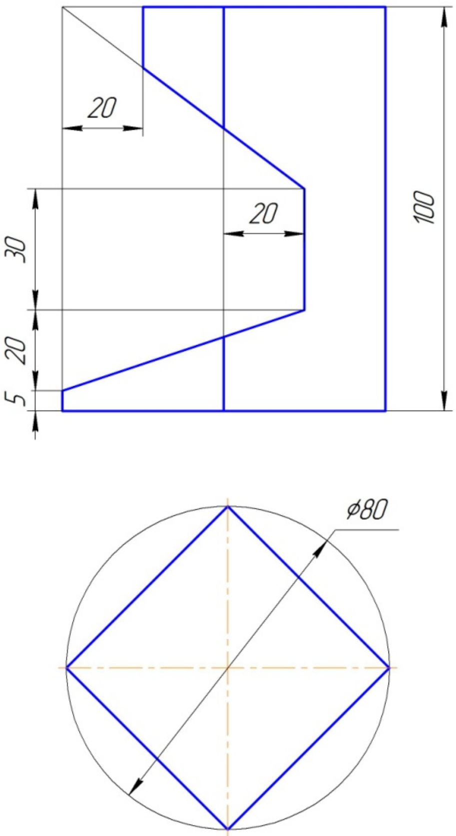




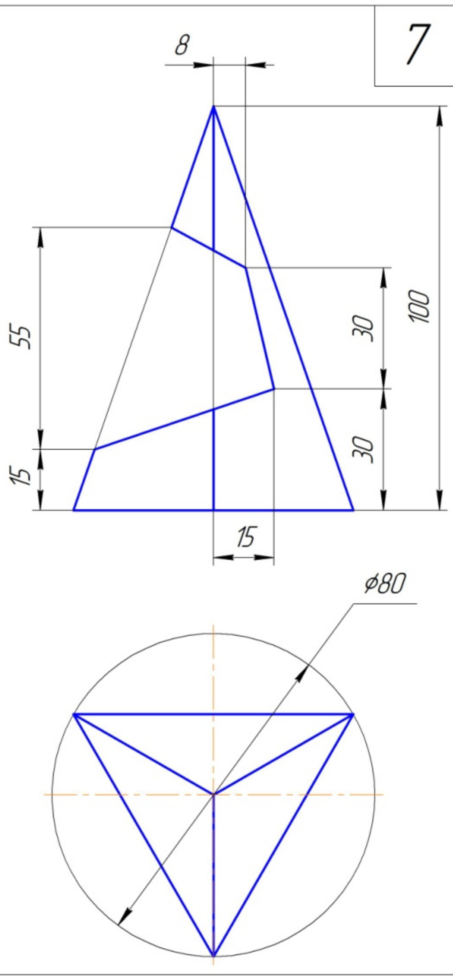
5


20
100
15
10
20
ϕ80

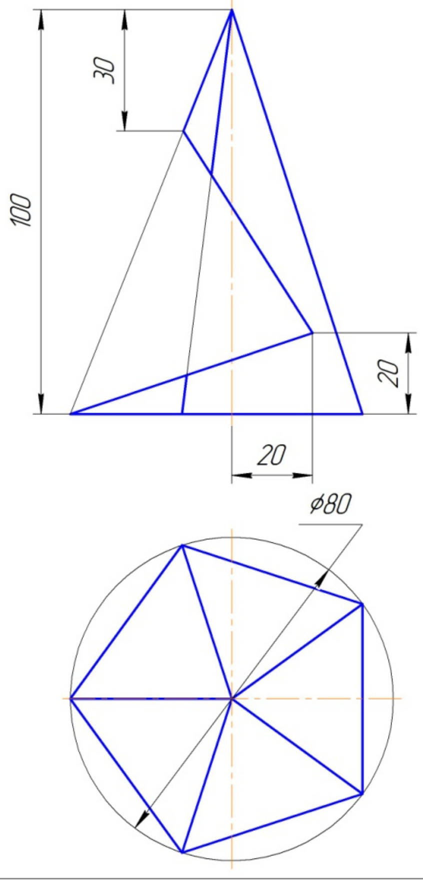
6


20
20
30
20
5
100
ϕ80

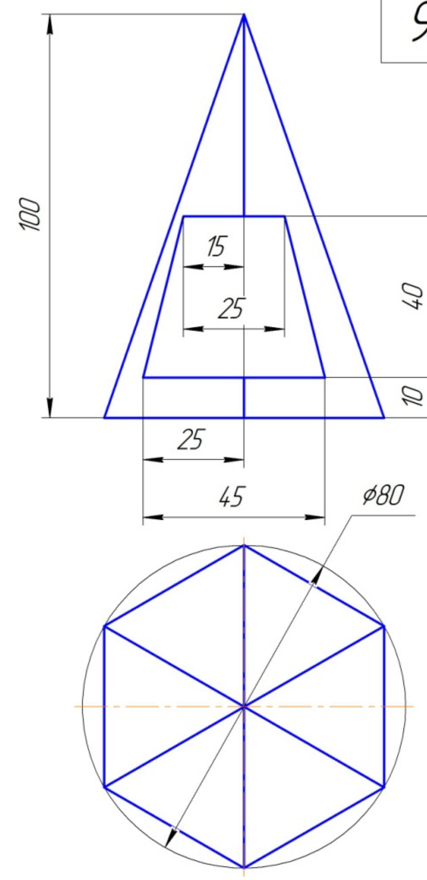
7


8
55
15
30
30
100
15
ϕ80

8

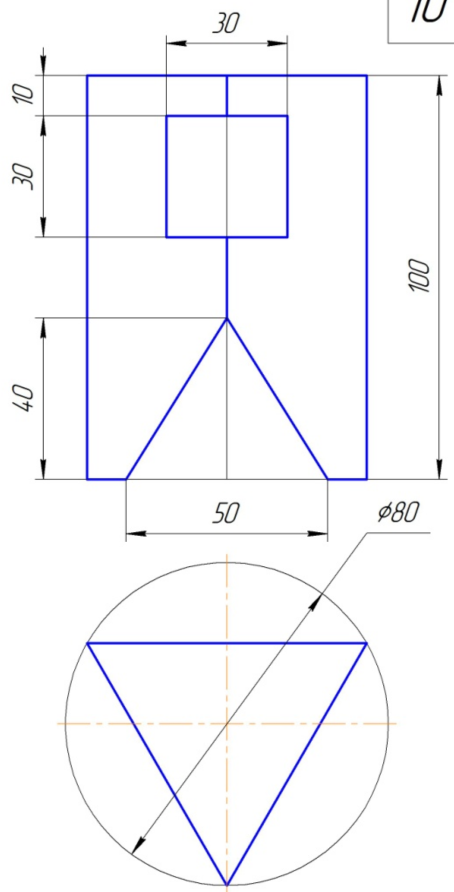

30
100
20
20
ϕ80

9



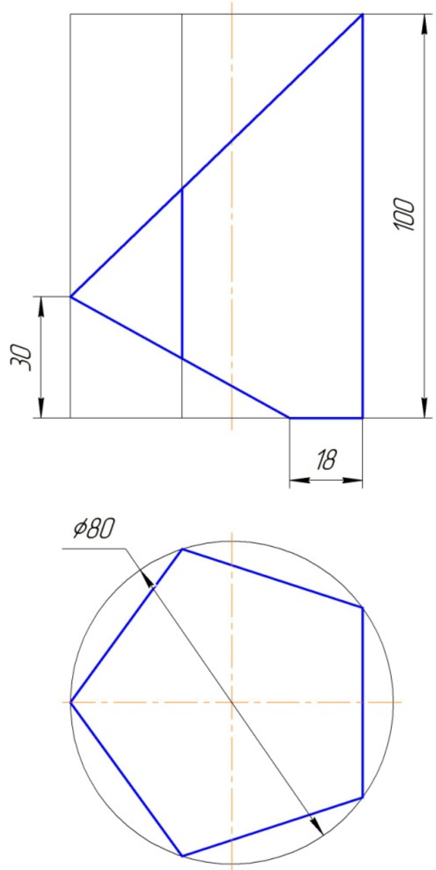
100
15
25
40
10
25
45
ϕ80

10



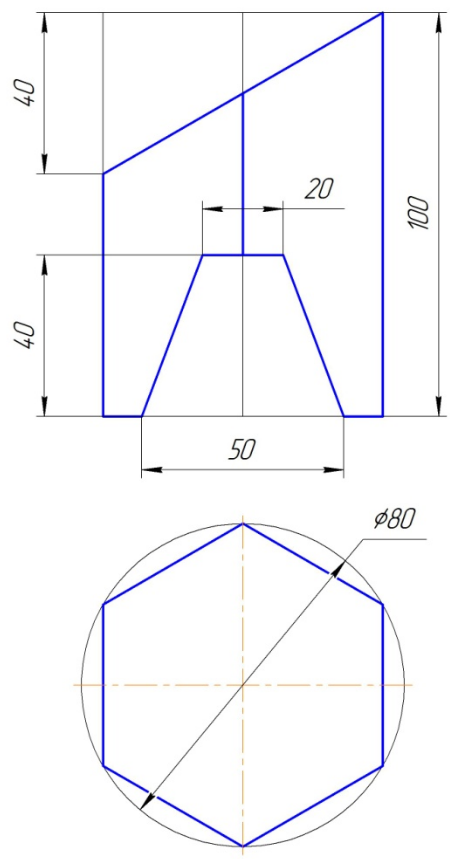
30
10
30
100
40
50
ϕ80

11



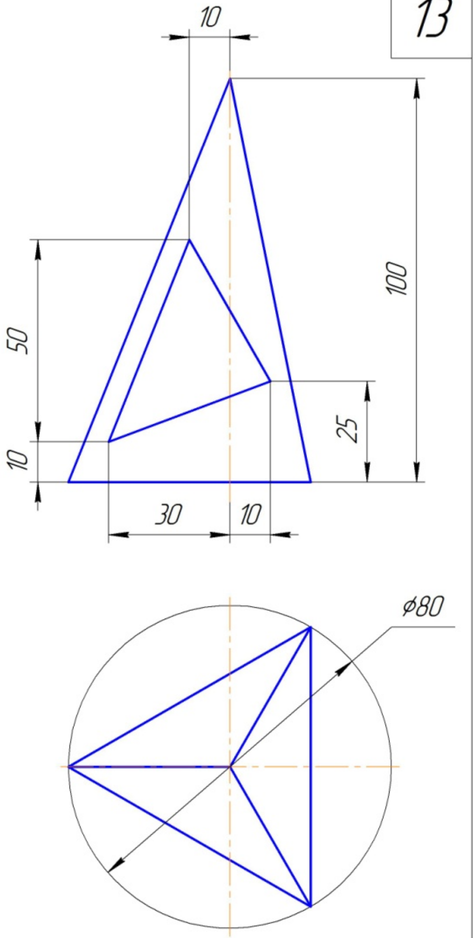
100
30
18
ϕ80

12

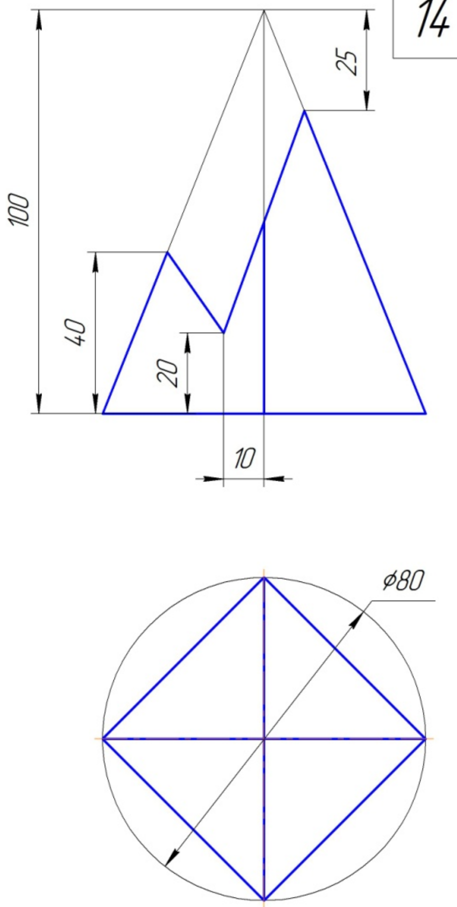


40
20
100
40
50
ϕ80

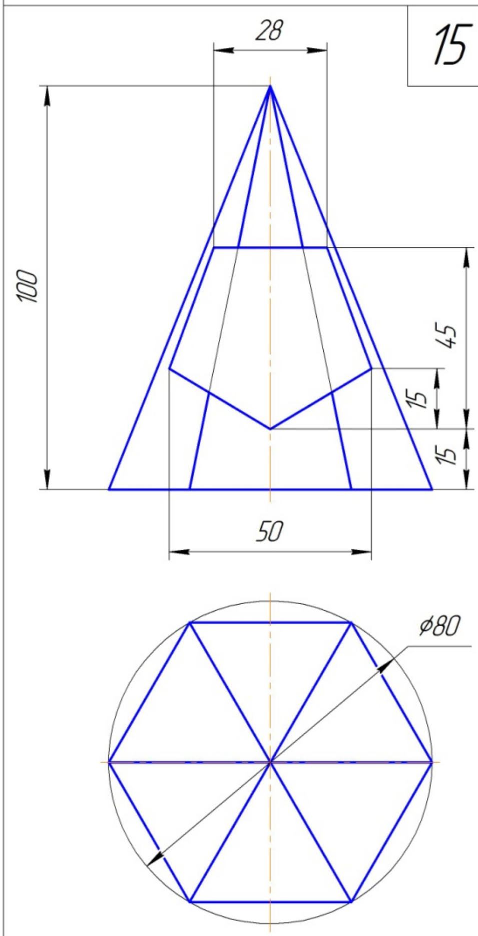
13


10
50
10
100
25
30
10
ϕ80

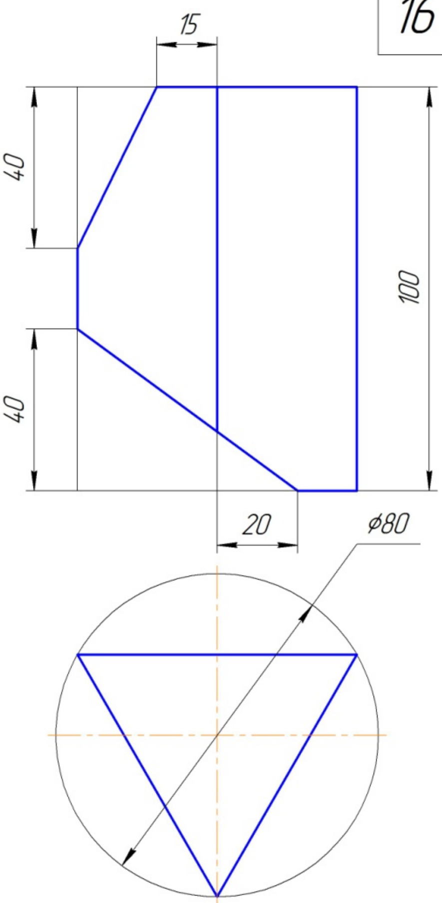
14

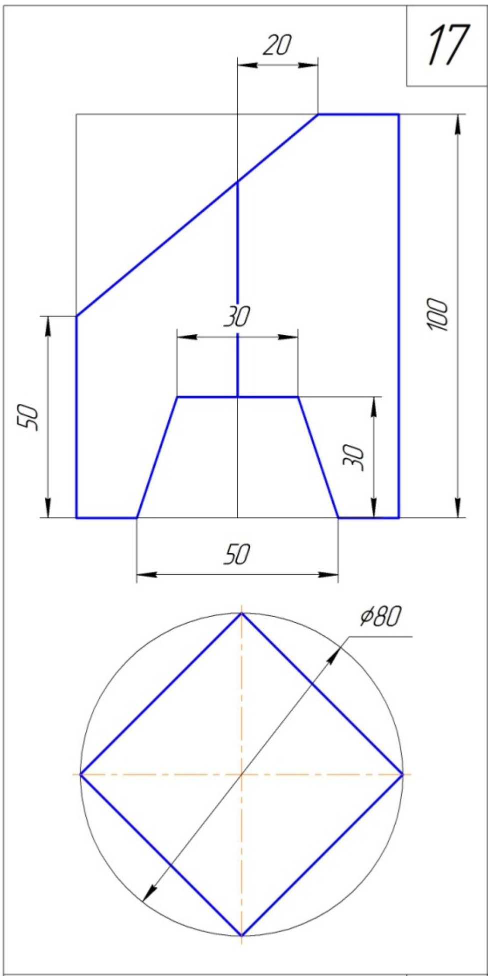

100
25
40
20
10
ϕ80

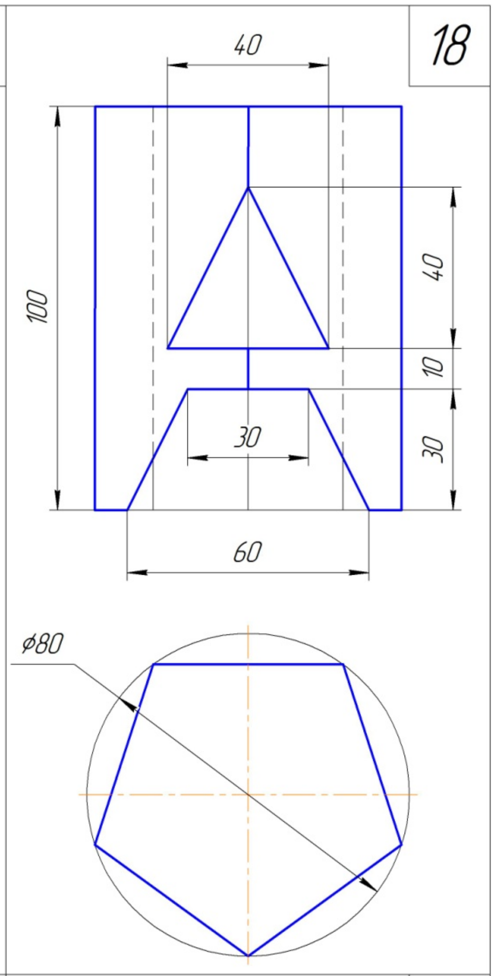
15

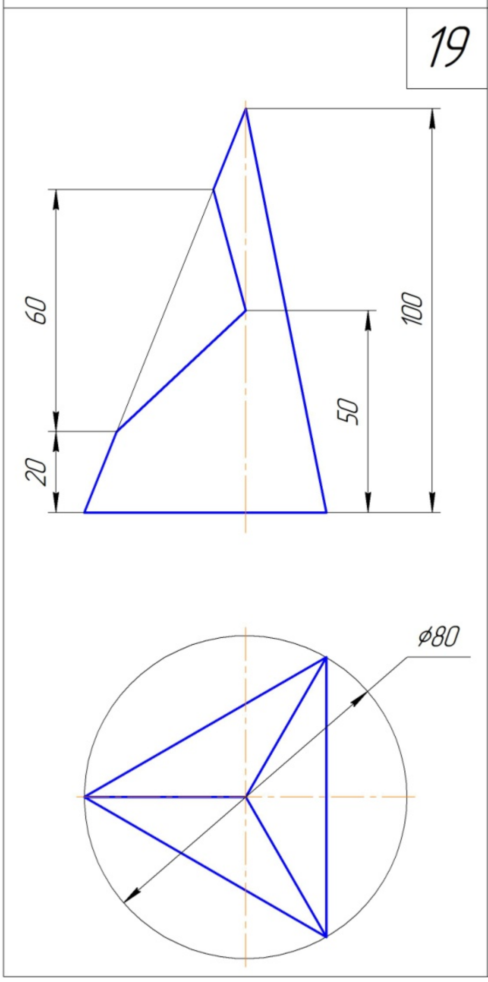

28
100
45
15
15
50
ϕ80

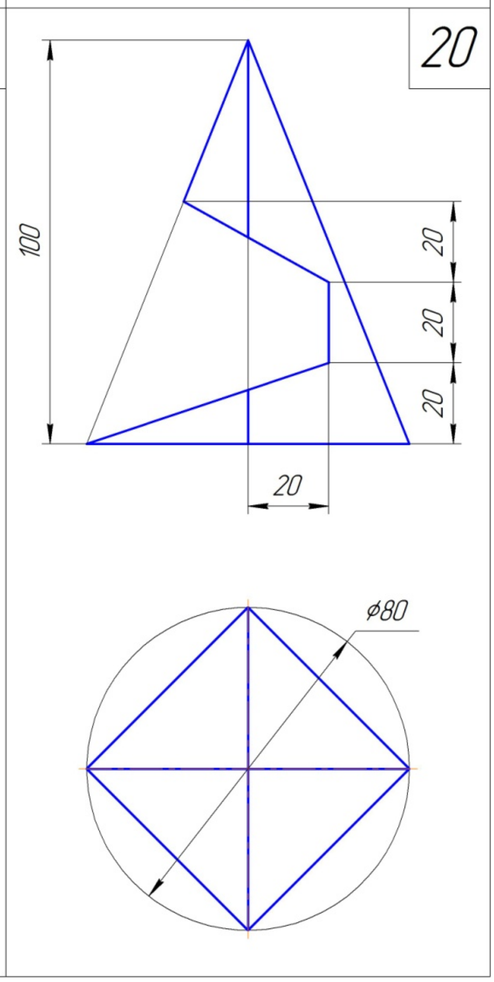
16


15
40
40
100
20
ϕ80

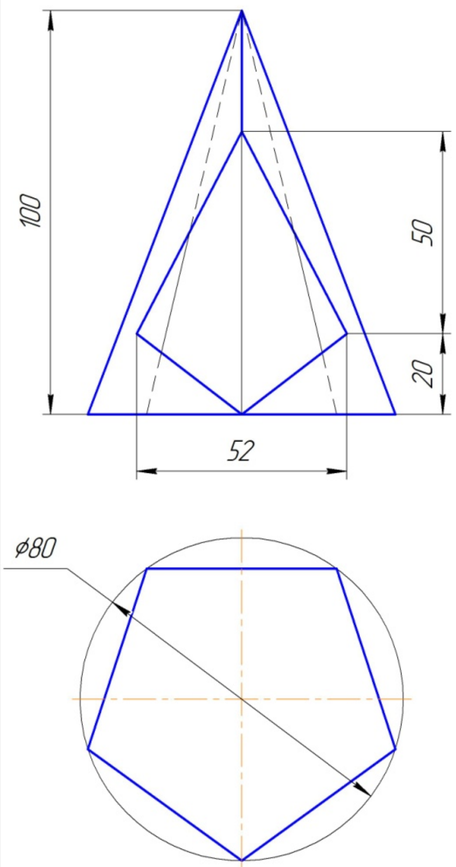

17
20
30
100
50
30
50
ϕ80


18
40
100
40
10
30
30
60
ϕ80

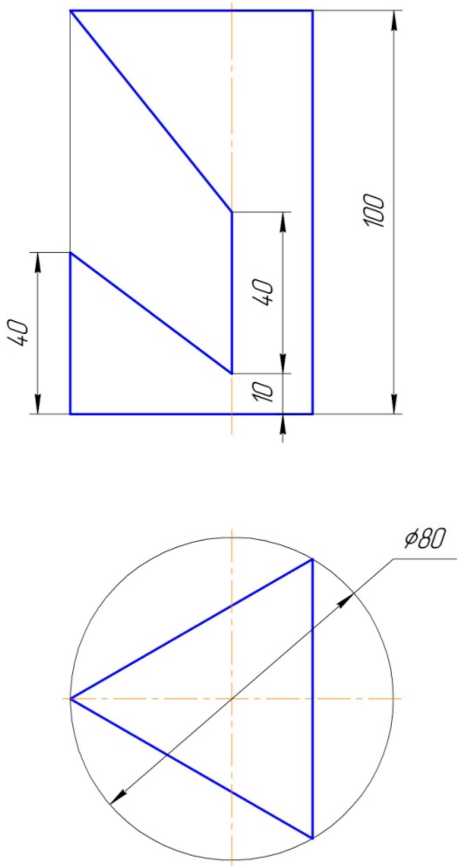

19
60
100
50
20
ϕ80


20
100
20
20
20
20
ϕ80

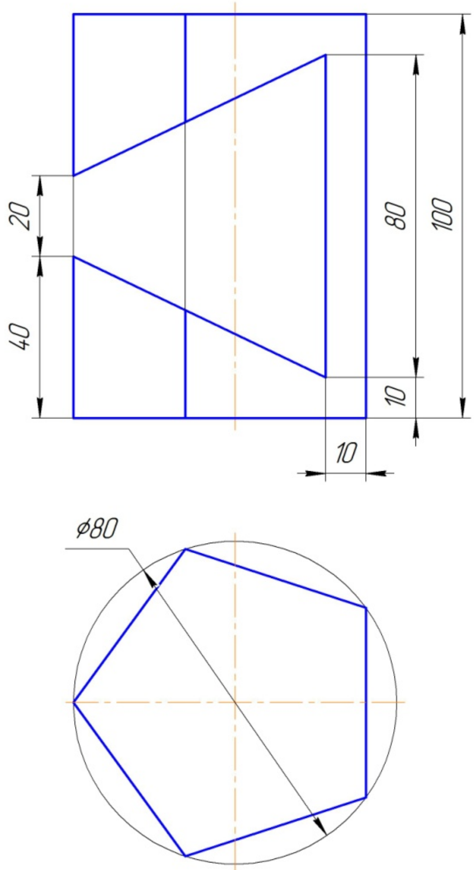
21


100
50
20
52
ϕ80

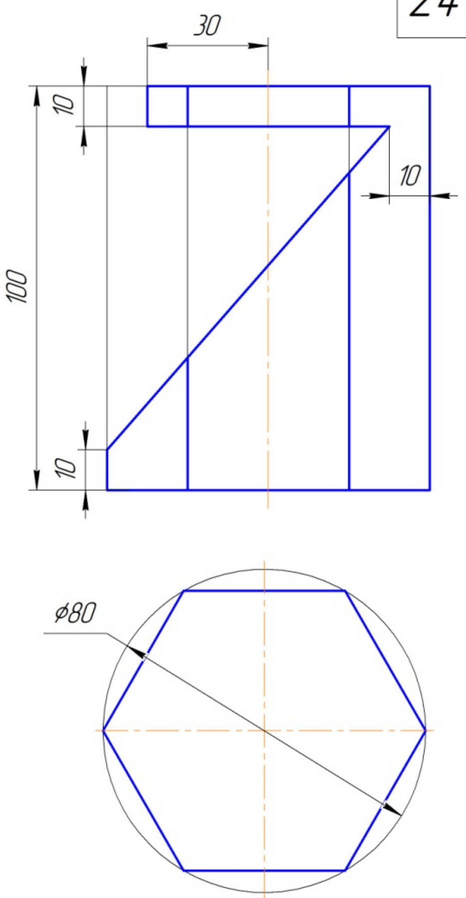
22


100
40
40
10
ϕ80

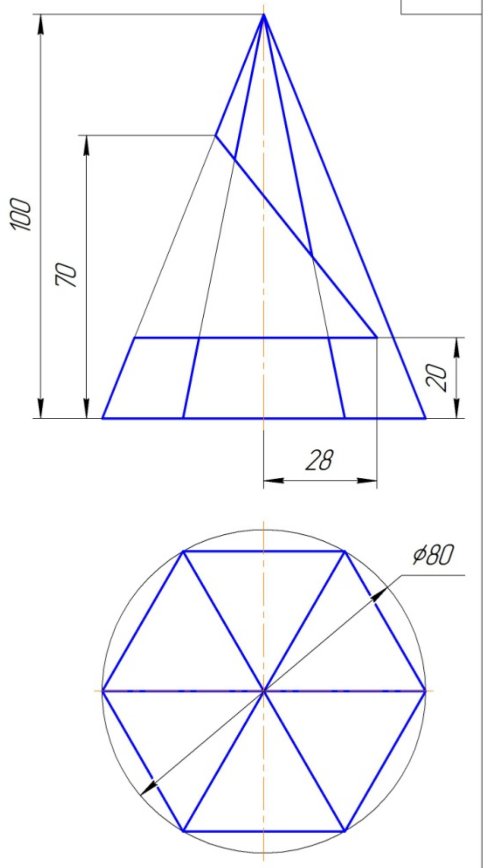
23


20
40
80
100
10
10
ϕ80

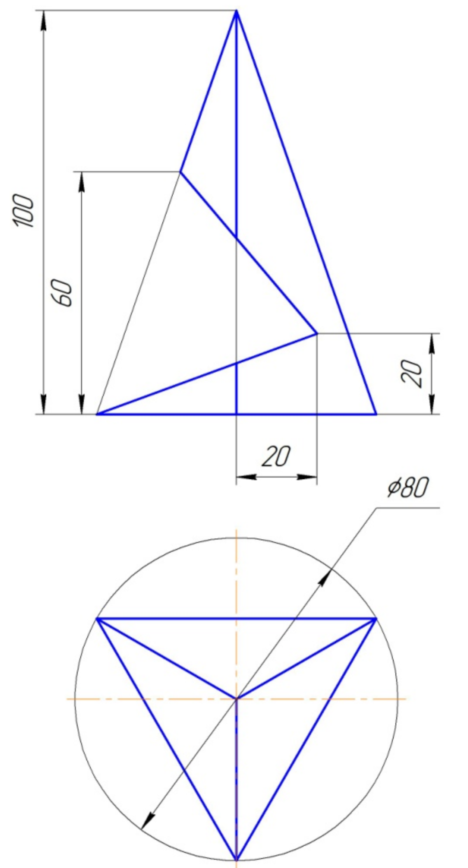
24


30
10
10
100
10
ϕ80

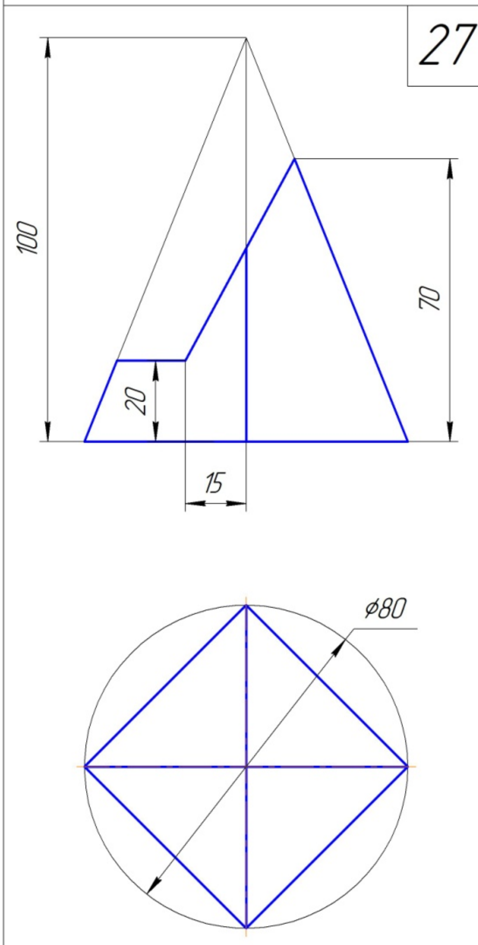
25



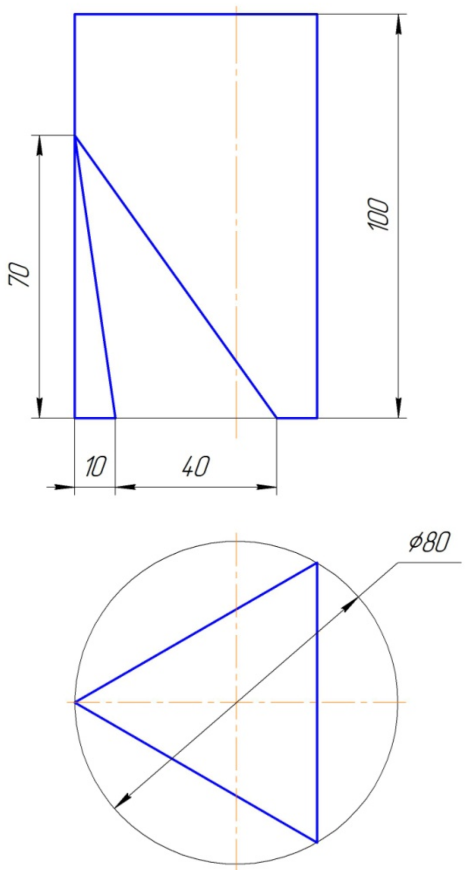
26

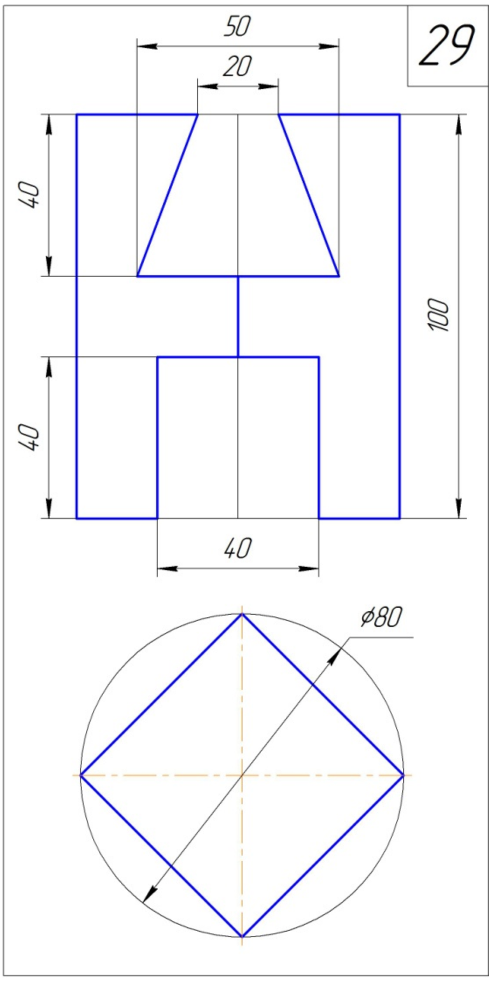


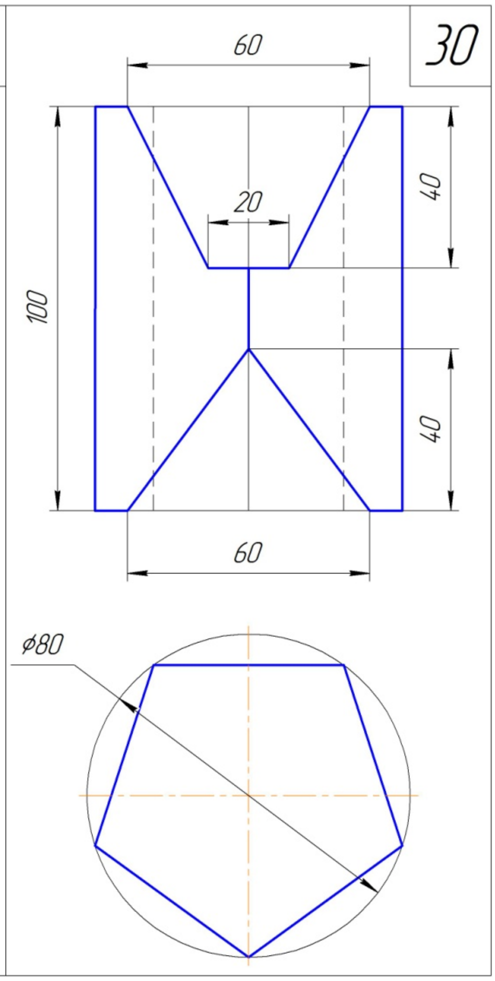
27



28




29
50
20
40
40
100
40
⌀80


30
60
20
40
100
40
60
⌀80

4. РАБОТА №2. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ С ПЛОСКОСТЬЮ И МНОГОГРАННИКОМ

Задача должна быть выполнена на формате листа А3 (420х297 мм) вертикального расположения в масштабе 1:1. При решении данной задачи необходимо выполнить следующее:

1)по одной заданной проекции тела вращения достроить две недостающие проекции (горизонтальную и профильную);

2)построить проекции сквозного отверстия на горизонтальной и профильной проекциях тела вращения;

3. Обозначить главные точки, расположенные по периметру отверстия, на всех трёх проекциях.

Решение задач по пересечению тел вращения с многогранниками базируется на материале по сечению тел вращения плоскостями. При решении данных задач необходимо чётко представлять, какая фигура получится при пересечении тела вращения с той или иной гранью многогранника. Как правило, фигуры, получаемые при сечении тел вращения плоскостями, зависят от того, как данная плоскость ориентирована по отношению к оси тела вращения.

4.1. ПОВЕРХНОСТИ ВРАЩЕНИЯ

Поверхность вращения – это поверхность, образованная вращением некоторой образующей, вокруг неподвижной прямой, называемой осью поверхности вращения.

При вращении образующей каждая ее точка совершает движение по окружности, плоскость которой расположена перпендикулярно к оси поверхности – эти окружности называются **параллелями**.

Плоскость, проходящая через ось поверхности вращения, называется **меридиональной плоскостью**, а линия ее пересечения с поверхностью вращения называется **меридианом**.

К поверхностям вращения с прямолинейными образующими относят прямой круговой цилиндр и прямой круговой конус, которые являются также и линейчатыми поверхностями. Цилиндр образован вращением прямой линии вокруг оси, параллельной этой прямой. Конус образован вращением прямой, которая наклонена к оси тела вращения.

Помимо перечисленных выше поверхностей вращения, различают также шаровую (или сферическую) и торовые поверхности вращения.

4.1.1. ЦИЛИНДР

На рис. 4.1 и 4.2 изображен прямой круговой цилиндр. Ось его перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций $П_1$. Верхнее и нижнее основание цилиндра проецируется на плоскость $П_1$ без искажения в виде окружности. Любая точка на боковой поверхности цилиндра в плоскости $П_1$ проецируется на эту окружность.

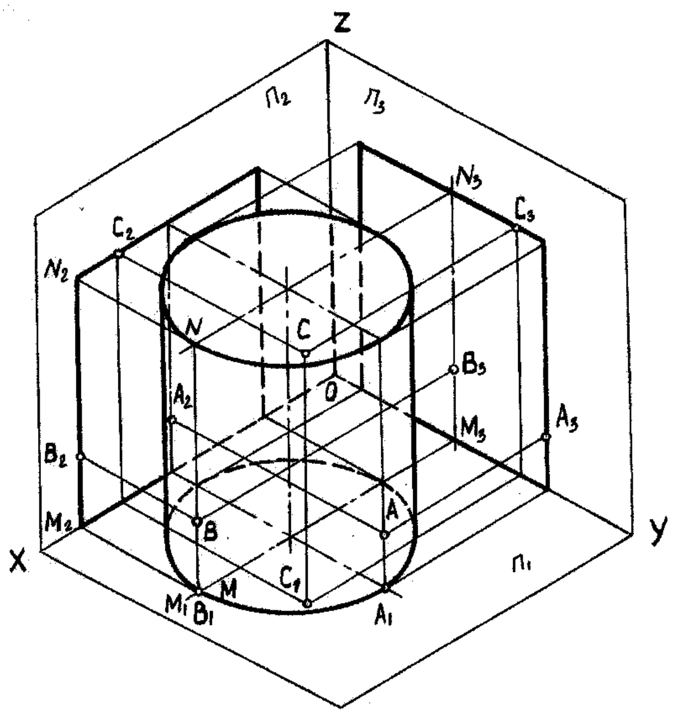


Рис. 4.1. Аксонометрическое изображение цилиндрической поверхности

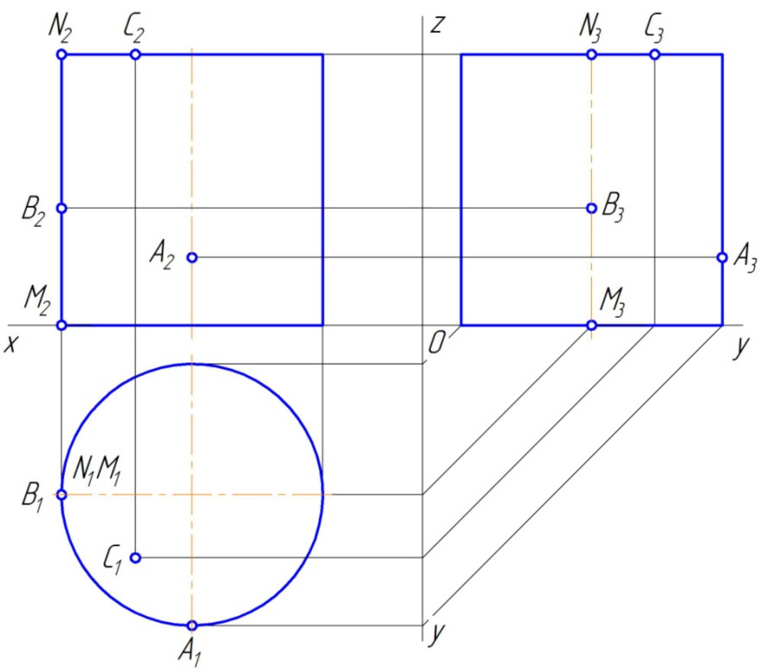


Рис.4.2. Проецирование цилиндра на три плоскости проекций

4.1.2. КОНУС

На рис. 4.3 и 4.4приведены изображения усеченного конуса в прямоугольных (ортогональных) проекциях.

Чтобы построить произвольную точку*A* на конической поверхности следует пользоваться вспомогательной прямой (рис. 4.3) или секущей плоскостью *α* (рис. 4.4), дающей в сечении окружность, которая на плоскость $П_1$ проецируется без искажений, а на плоскость $П_2$и $П_3$ в прямые линии.

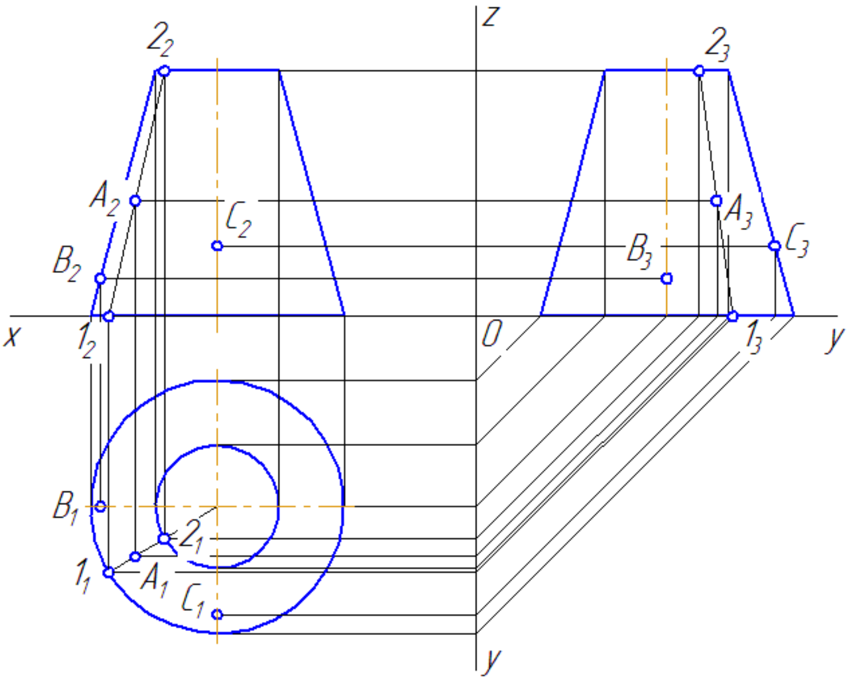


Рис. 4.3. Применение способа вспомогательной прямой для построения проекций точек, лежащих на поверхности конуса

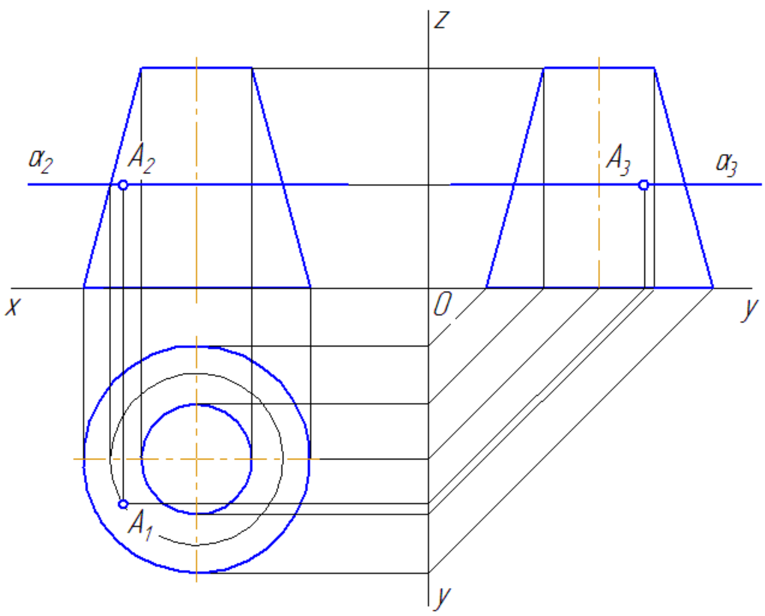


Рис.4.4. Применение способа вспомогательной секущей плоскости для построения проекций точек, лежащих на поверхности конуса

4.1.3. ШАР

На рис. 4.5 и 4.6 построена в аксонометрии и ортогональных проекциях сферическая поверхность. Она образуется путем вращения окружности вокруг диаметра. Сфера проецируется на все плоскости проекций в окружность одинакового диаметра. Эти окружности называются главными линиями и контурами видимости. Окружность на фронтальной плоскости проекций Π_2называется главным (или фронтальным) меридианом, на плоскости Π_1– экватором, на плоскости Π_3– профильным меридианом.

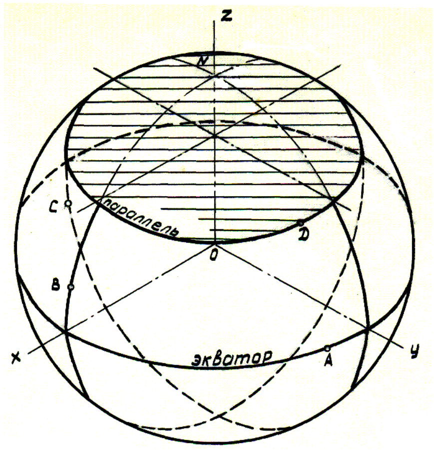


Рис.4.5. Аксонометрическое изображение сферической поверхности вращения

Для построения на сферической поверхности любой произвольной точки необходимо воспользоваться вспомогательной секущей плоскостью– горизонтальной, фронтальной или профильной (рис. 4.6).

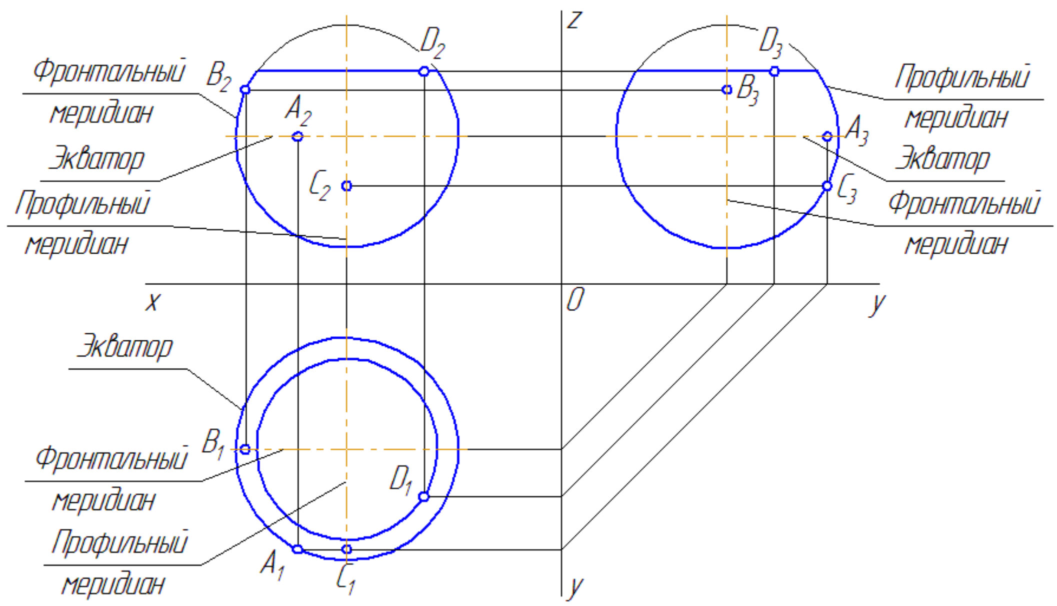


Рис. 4.6. Построение точек на сферической поверхности

4.1.4. ТОР

Торовые поверхности могут быть получены при вращении окружности вокруг оси, лежащей в плоскости этой окружности и не проходящей через её центр. При этом возможны следующие случаи:

1.Осью вращения окружности является хорда (рис. 4.7).

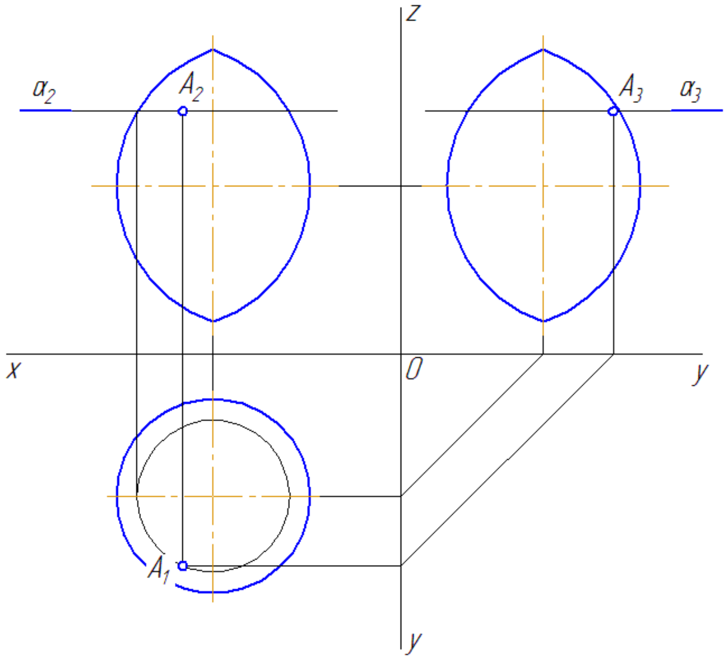


Рис. 4.7. Торовая поверхность вращения

2. Ось вращения не пересекается с окружностью (рис. 4.8).

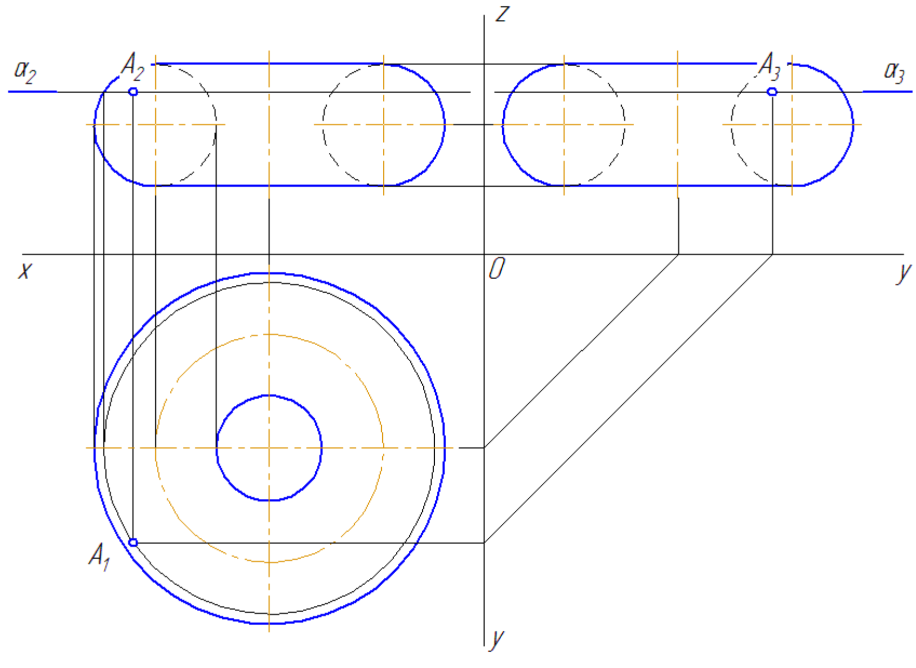


Рис. 4.8. Торовая поверхность вращения

Построение точек на поверхности тора удобно проводить методом вспомогательной секущей плоскости, перпендикулярной оси вращения. На двух плоскостях проекций линии пересечения будут представлять прямые линии, определяющие натуральную величину диаметра сечения, на третьей плоскости проекций мы получим окружность.

4.2. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ С ПЛОСКОСТЬЮ

В зависимости от положения секущей плоскости, по отношению к телу вращения, возможны различные варианты линии их пересечения. Случаипересечения цилиндра плоскостью представлены в таблице 4.1.

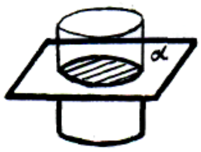
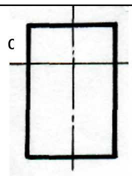
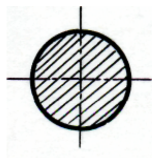
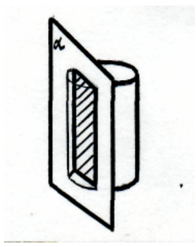
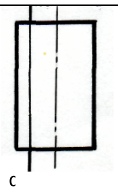
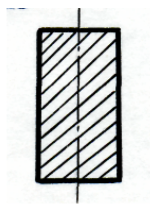
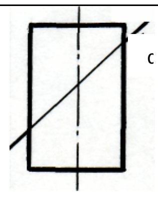
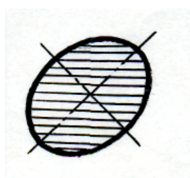
1. Секущая плоскость перпендикулярна оси цилиндра – в сечении получается окружность (параллель).

2. Секущая плоскость параллельна оси цилиндра – в сечении получается прямоугольник.

3. Секущая плоскость наклонена к оси цилиндра – в сечении получается эллипс.

Таблица 4.1

Пересечение цилиндра плоскостью

<table>
<tr><th>Положение секущей плоскости</th><th>Наглядное изображение</th><th>Фронтальная плоскость</th><th>Фигура сечения</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Плоскость перпендикулярна оси цилиндра</td><td rowspan="2"></td><td colspan="2">Окружность</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Плоскость параллельна оси цилиндра</td><td rowspan="2"></td><td colspan="2">Прямоугольник</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Плоскость наклонна к оси цилиндра</td><td rowspan="2"></td><td colspan="2">Эллипс</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
</table>

Рассмотрим подробнее третий случай (рис. 4.9). В качестве секущей плоскости α возьмем фронтально-проецирующую плоскость (перпендикулярную фронтальной плоскости проекций). Построение фронтальной и горизонтальной проекций линии пересечения очевидно. На фронтальной плоскости мы получим прямую, на горизонтальной плоскости проекций – окружность. Профильную проекцию линии пересечения находим, используя опорные точки *1*,*3*,*4*,*2*, а также дополнительные *5*,*6*,*7*,*8*, получаемые от пересечения цилиндра вспомогательной горизонтальной секущей плоскостью. Количество таких дополнительных точек может быть любым.

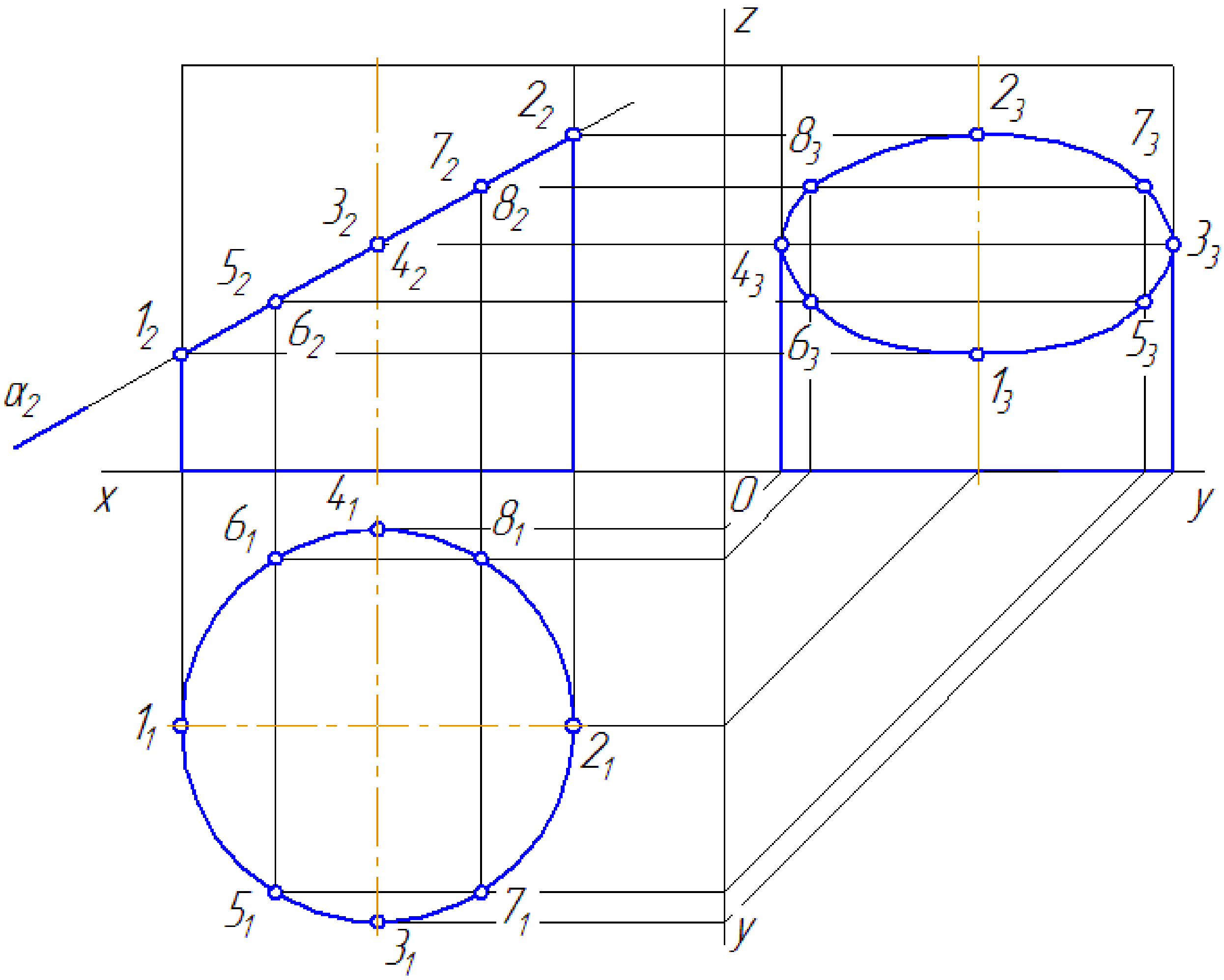
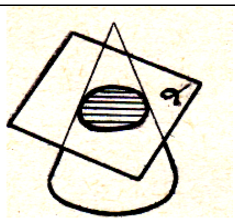
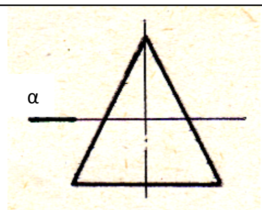
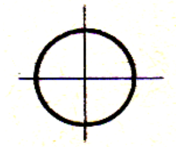
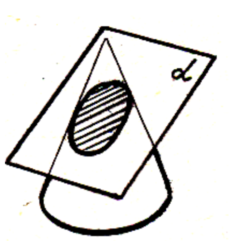
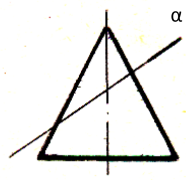
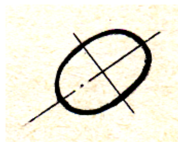
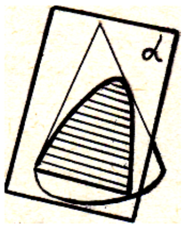
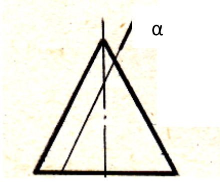
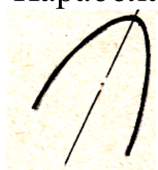
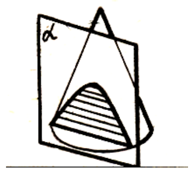
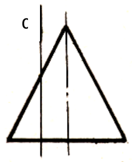
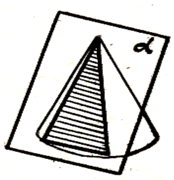
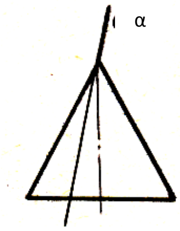


Рис. 4.9. Пересечение цилиндра с фронтально-проецирующей плоскостью

При пересечении конуса с плоскостью также возможны различные варианты линии их пересечения. Все случаи пересечения конуса с плоскостью сведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Пересечение конуса плоскостью

Положение секущей плоскости	Наглядное изображение	Фронтальная плоскость	Фигура сечения
Плоскость α перпендикулярна оси конуса			Окружность 
Плоскость α пересекает все образующие конуса и наклонена к его оси			Эллипс 
Плоскость α параллельна одной образующей конуса			Парабола 
Плоскость α параллельна двум образующим конуса			Гипербола 
Плоскость α проходит через вершину конуса			Прямые 

4.3. ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ СО СКВОЗНЫМ ПРИЗМАТИЧЕСКИМ ОТВЕРСТИЕМ

4.3.1. ЦИЛИНДР

На рис. 4.10 изображен цилиндр с призматическим отверстием. Ось цилиндра перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций Π_1.

Грани отверстия перпендикулярны фронтальной плоскости Π_2, следовательно, фронтальная проекция линии пересечения цилиндра и отверстия совпадает с очерком отверстия на этой плоскости.

Точки пересечения ребер отверстия с боковой поверхностью цилиндра (*1-2*,*3-4*,*5-6*,*7-8*) принадлежат этой поверхности, следовательно, горизонтальные проекции этих точек будут находиться на горизонтальной проекции боковой поверхности цилиндра (проецирующуюся на плоскость Π_1 в виде окружности).

После того, как были обозначены фронтальные проекции крайних точек отверстия и найдены их горизонтальные проекции, по линиям связи достраиваем недостающие, профильные, проекции этих точек.

Последовательно соединяя проекции полученных точек, мы построим проекции сквозного отверстия.

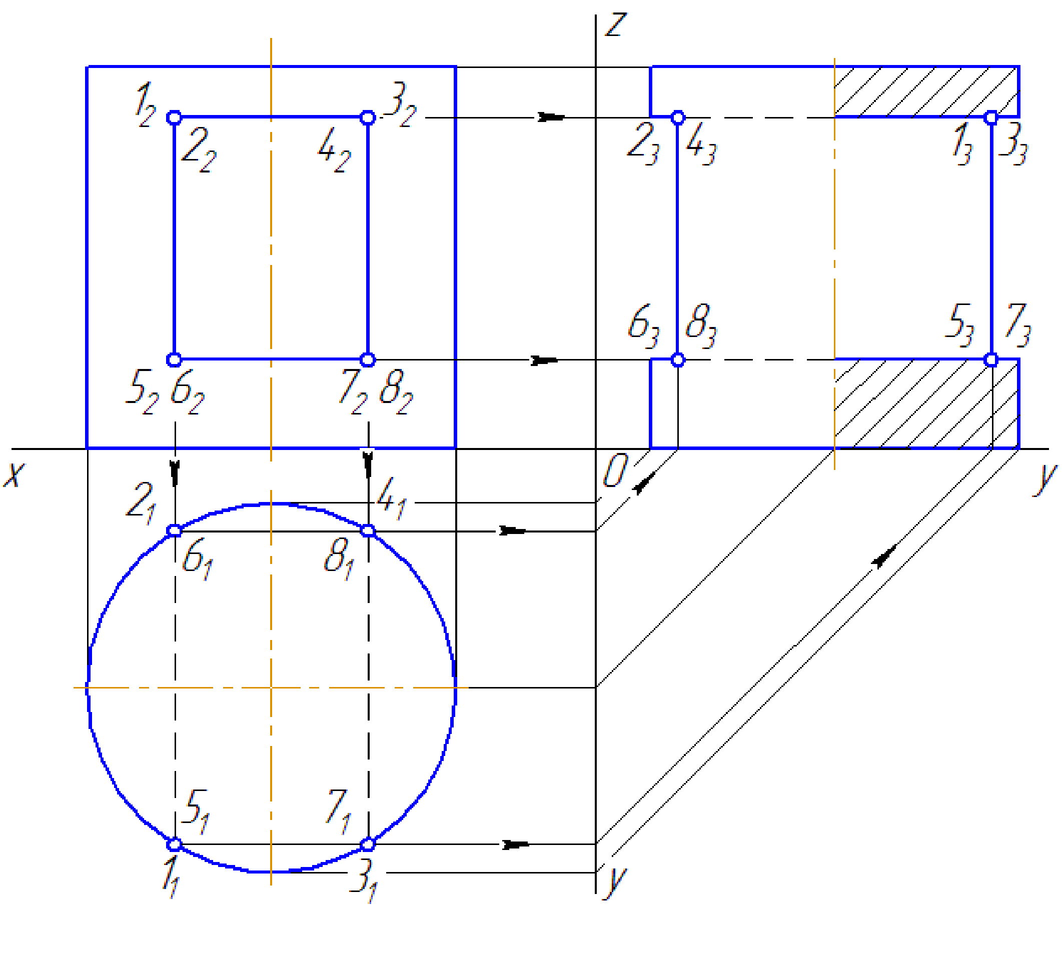


Рис. 4.10. Построение сквозного отверстия в цилиндре

На рис. 4.11 изображен прямой цилиндр со сквозным трехгранным призматическим отверстием. Грани отверстия перпендикулярны фронтальной плоскости проекций Π_2. Фронтальная проекция линии пересечения совпадает с очерком отверстия на этой плоскости.

Для построения линии пересечения цилиндрической поверхности и поверхности сквозного отверстия необходимо:

1)найти точки пересечения ребер призматического отверстия с поверхностью цилиндра (аналогично ранее рассмотренному случаю);

2)построить линии пересечения цилиндрической поверхности с гранями призматического отверстия.

Нижняя грань отверстия – горизонтальная плоскость, она перпендикулярна оси цилиндра, следовательно, линия пересечения этой грани с цилиндром есть дуга окружности, равная основанию цилиндра, т.е. горизонтальная проекция этой дуги совпадает с очерковой линией цилиндра.

Боковые грани отверстия не перпендикулярны к оси цилиндра, следовательно, линия пересечения цилиндра с этими гранями есть эллипс. Для более точного построения эллипса на боковых гранях отверстия необходимо взятьнесколько дополнительных точек (точки *7-14*).Последовательность действий на чертеже указана стрелками.

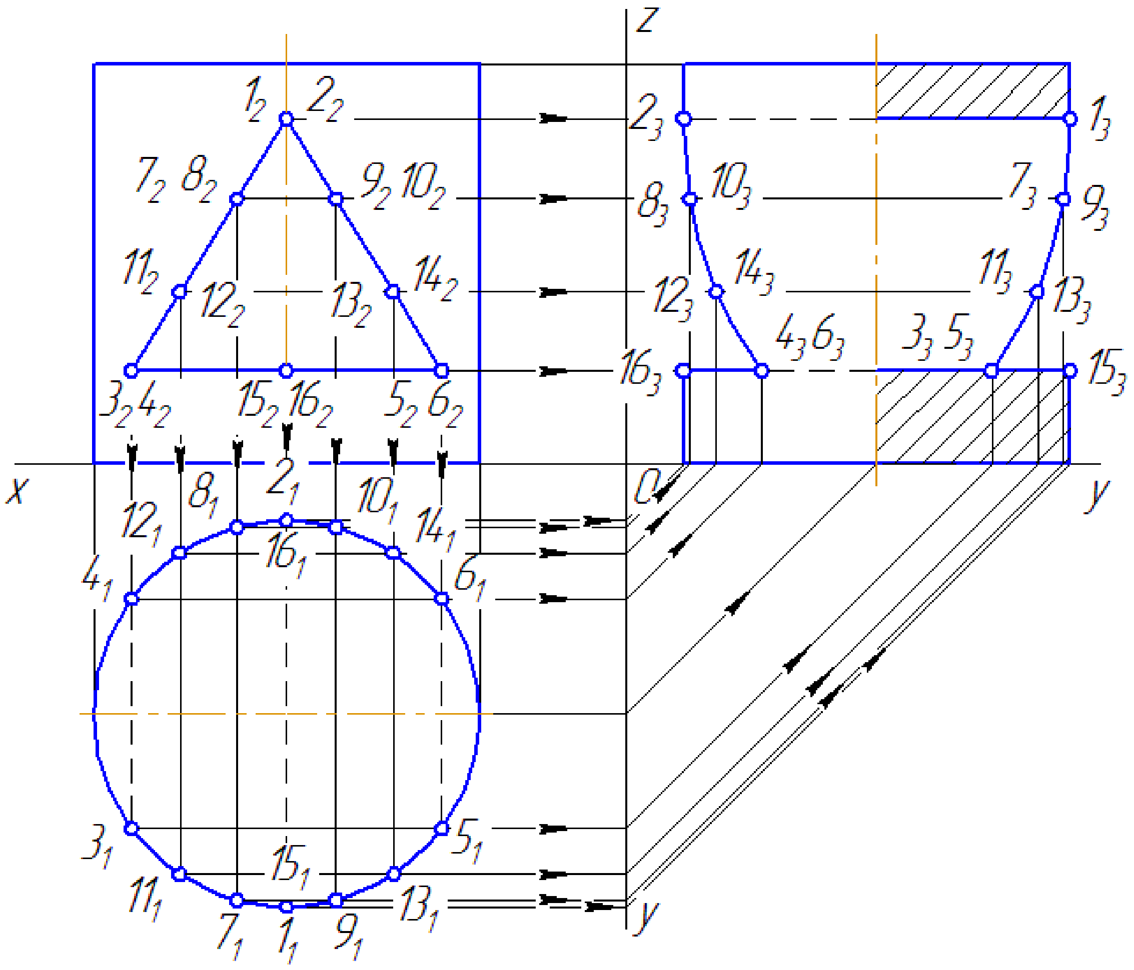


Рис. 4.11. Построение сквозного отверстия в цилиндре

4.3.2. КОНУС

На рис. 4.12 изображен прямой конус с трехгранным призматическим отверстием.

Грани отверстия перпендикулярны фронтальной плоскости проекций $П_2$. Фронтальная проекция линии пересечения совпадает с очерком отверстия на этой плоскости.

Точки *1* и *2* лежат на образующих конуса, следовательно, профильные и горизонтальные проекции (1_3, 2_3, 1_1, 2_1)этих точек будут находиться на соответствующих проекциях образующих. Построение точек указано стрелками.

Для определения точек пересечения нижних ребер отверстия с поверхностью конуса (точки *3-4* и *5-6*) необходимо провести горизонтальную плоскость γ. Эта плоскость рассекает конус по окружности, на поверхности которой и будут находиться указанные точки. Профильные проекции этих точек достраиваем по линиям связи.

Далее определяем линии пересечения боковых граней отверстия с конусом. Для этого используем вспомогательные секущие плоскости α и β. Проекции точек *7-14* строятся по аналогии с точками *3-6*.

Последовательно соединив построенные точки, получим проекции линии пересечения конуса и отверстия.

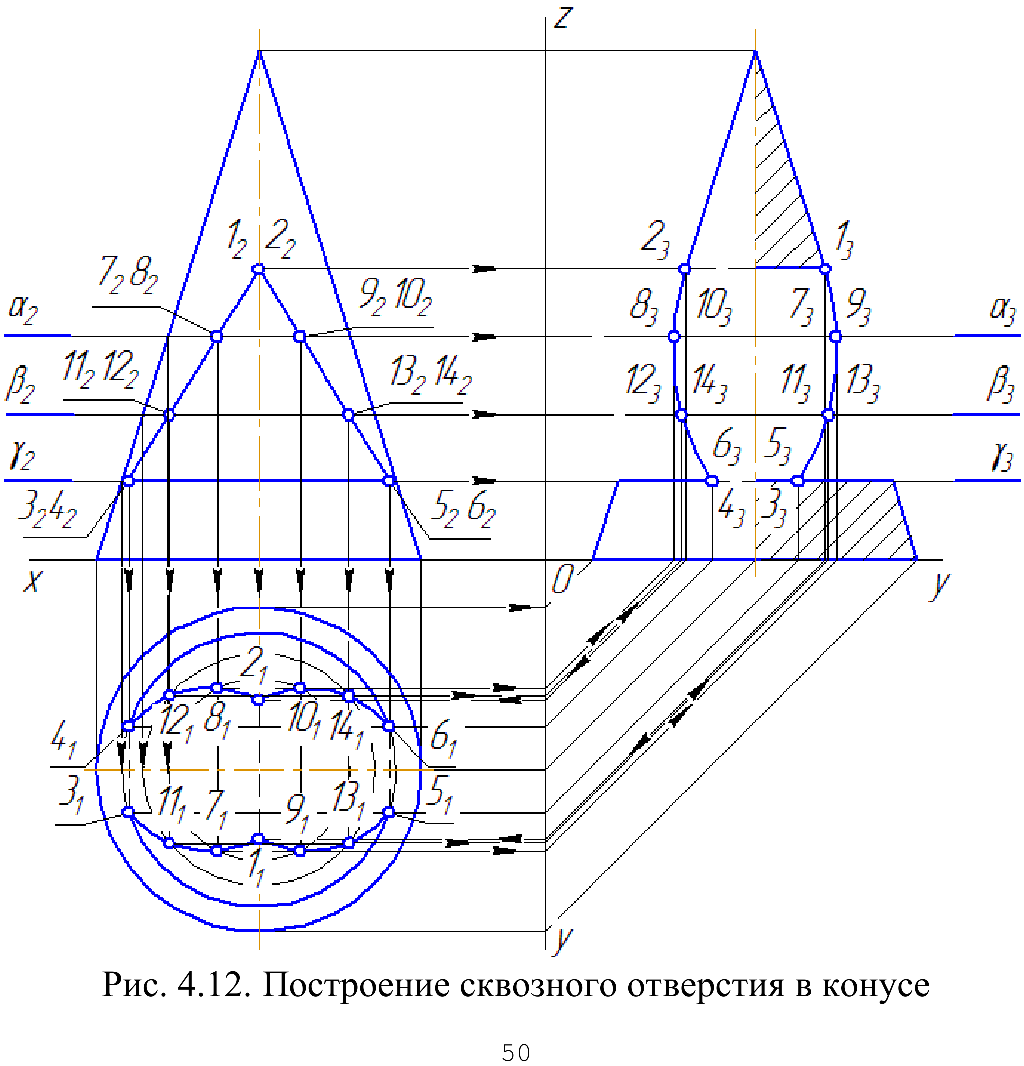


Рис. 4.12. Построение сквозного отверстия в конусе

На рис.4.13 изображен прямой конус со сквозным четырехгранным призматическим отверстием.

Грани отверстия перпендикулярны фронтальной плоскости проекций Π_2.Фронтальная проекция линии пересечения конуса и сквозного отверстия совпадает с фронтальной проекцией отверстия. Необходимо построить горизонтальную и профильную проекции линии пересечения.

В данном случае для построения проекций точек, принадлежащих линии пересечения конуса и отверстия, нужно выполнить следующие действия:

1)обозначить крайние точки отверстия (1_2-8_2) на плоскости Π_2;

2)провести вспомогательные прямые через боковые грани отверстия и вершину конуса на той же плоскости проекций. Привязать полученные прямые к основанию конуса (точки A_2,B_2,C_2,D_2);

3)построить горизонтальные проекции этих точек (A_1,B_1,C_1,D_1) и соединить их с вершиной конуса;

4)на полученные отрезки прямых спроецировать точки *1-8* (проекции 1_1-8_1);

5)соединить полученные точки. Участки *1-5*, *2-6*, *3-7*, *4-8* соединяем прямолинейными отрезками. Участки *1-3*, *2-4*, *5-7* и *6-8* соединяем дугами окружностей, поскольку верхняя и нижняя грани отверстия лежат в плоскостях, перпендикулярных осевой линии конуса и в сечении дают окружность;

6)по линиям связи достроить профильные проекции точек *1-8* и соединить их.

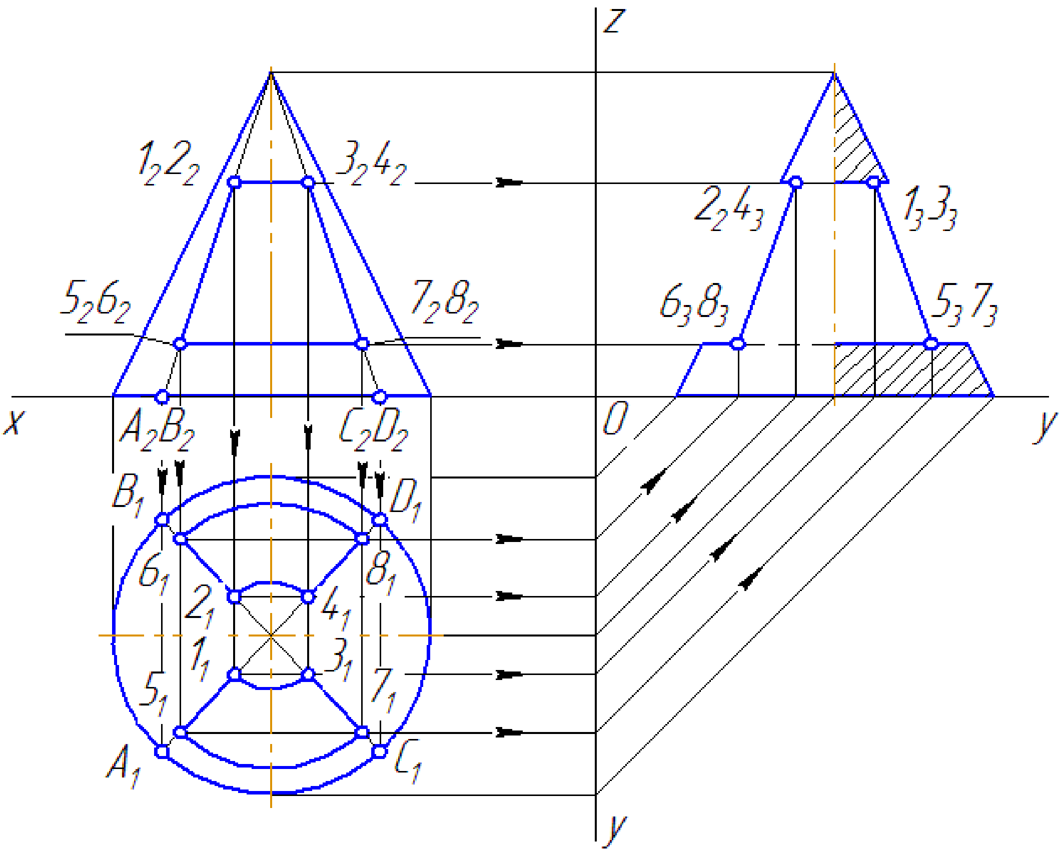


Рис. 4.13. Построение сквозного отверстия в конусе

4.3.3. ШАР

На рис. 4.14 изображен шар со сквозным призматическим отверстием. Грани отверстия перпендикулярны фронтальной плоскости проекций. Две грани отверстия (верхняя и нижняя) перпендикулярны оси шара, две других грани (правая и левая) этой оси параллельны. Если через любую из этих граней провести вспомогательную, секущую плоскость, то в сечении мы получим окружность, на поверхности которой и будут находиться искомые точки.

Для построения проекций точек *1-2* и *3-4*через верхнюю грань отверстия проведена вспомогательная плоскость α (след α_2). Определяем точку пересеченияA (A_2)фронтального следа плоскости (α_2) и фронтального меридиана шара. По линии связи перемещаем эту точку на горизонтальную плоскость проекций (получаем проекцию A_1) и проводим через нее окружность. На поверхности этой окружности строим горизонтальные проекции точек *1-2* и *3-4* (1_1-2_1 и 3_1-4_1). Проекции точек*9-10* и *11-12* строятся аналогично.

Точки *5-6* и *7-8* находятся на экваторе шара, поэтому для построения их горизонтальных проекций (5_1-6_1 и 7_1-8_1) проводить вспомогательные плоскости не нужно. Достаточно провести линии связи до пересечения с горизонтальной проекцией экватора, и проекции этих точек будут найдены.

По линиям связи достраиваем профильные проекции всех точек. Последовательность построения показана стрелками.

Соединив полученные точки, получим проекции линии пересечения.

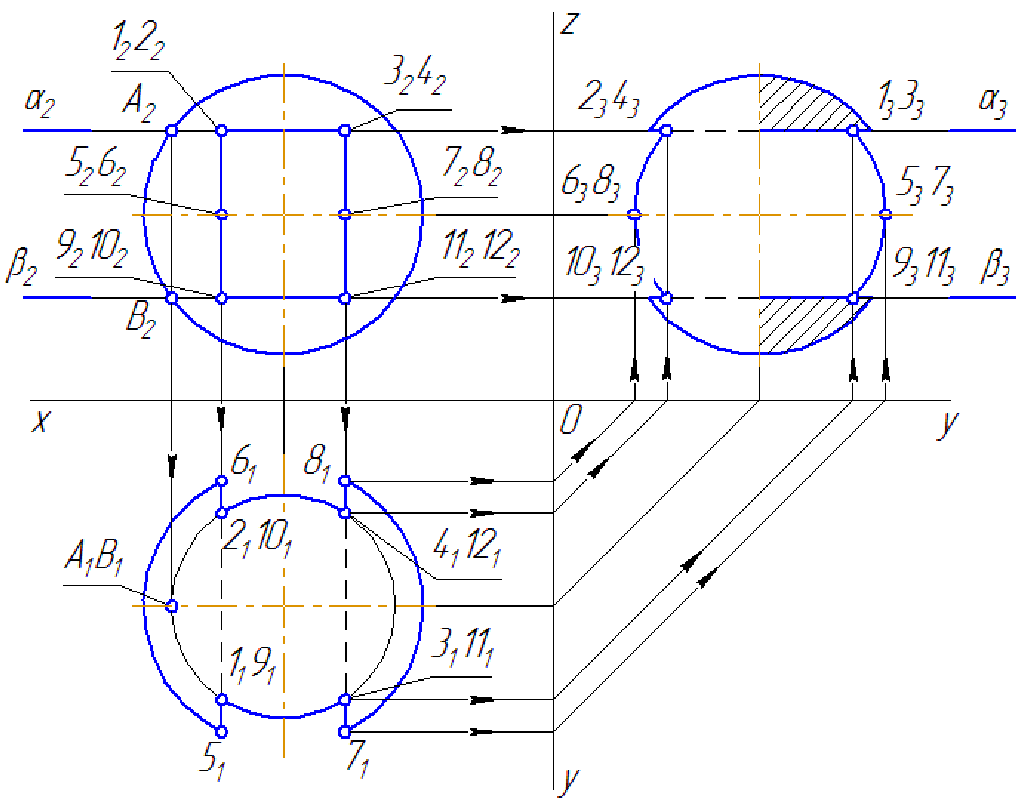


Рис. 4.14. Построение сквозного отверстия в шаре

Образец выполнения работы представлен на рис. 4.15.

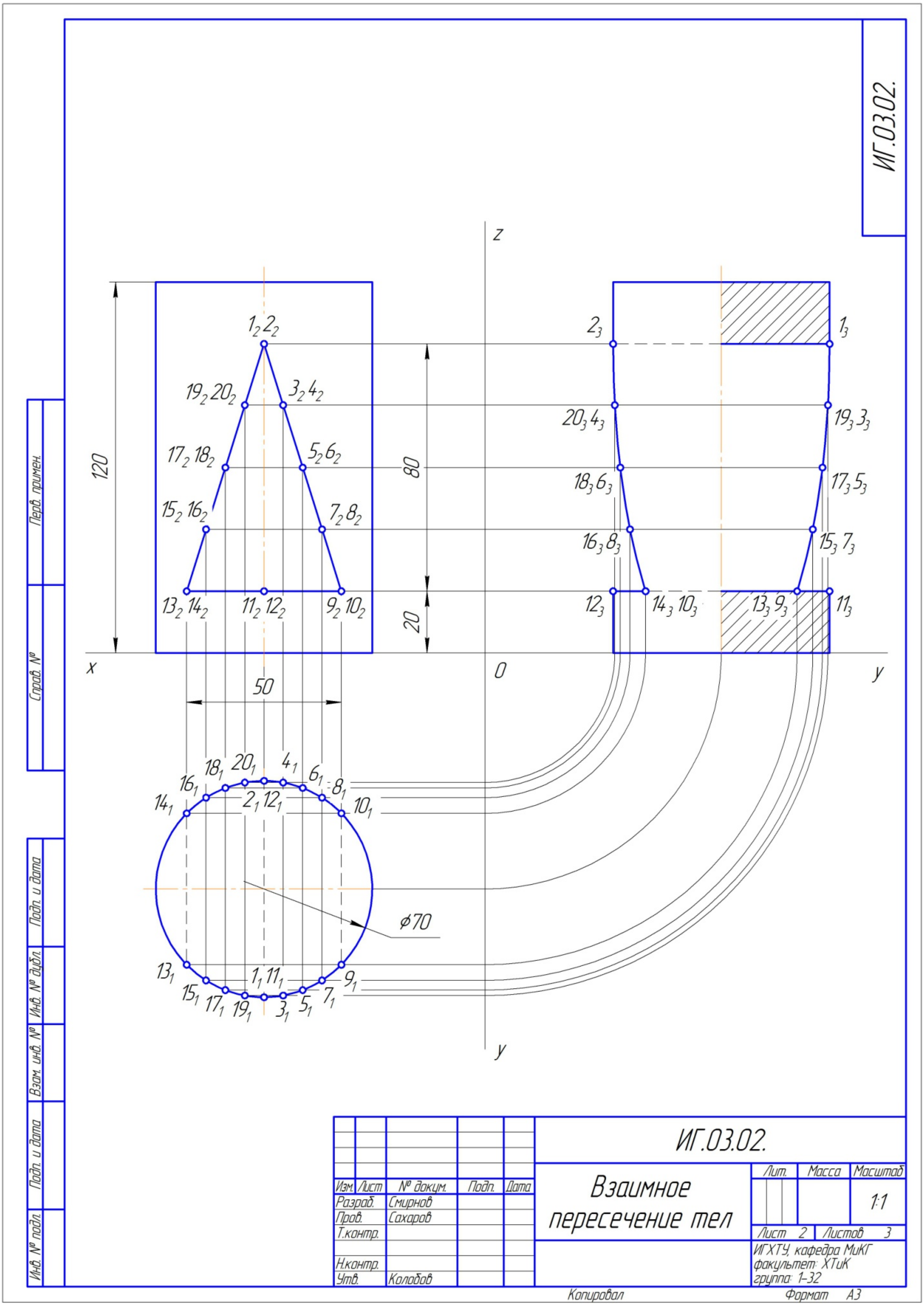
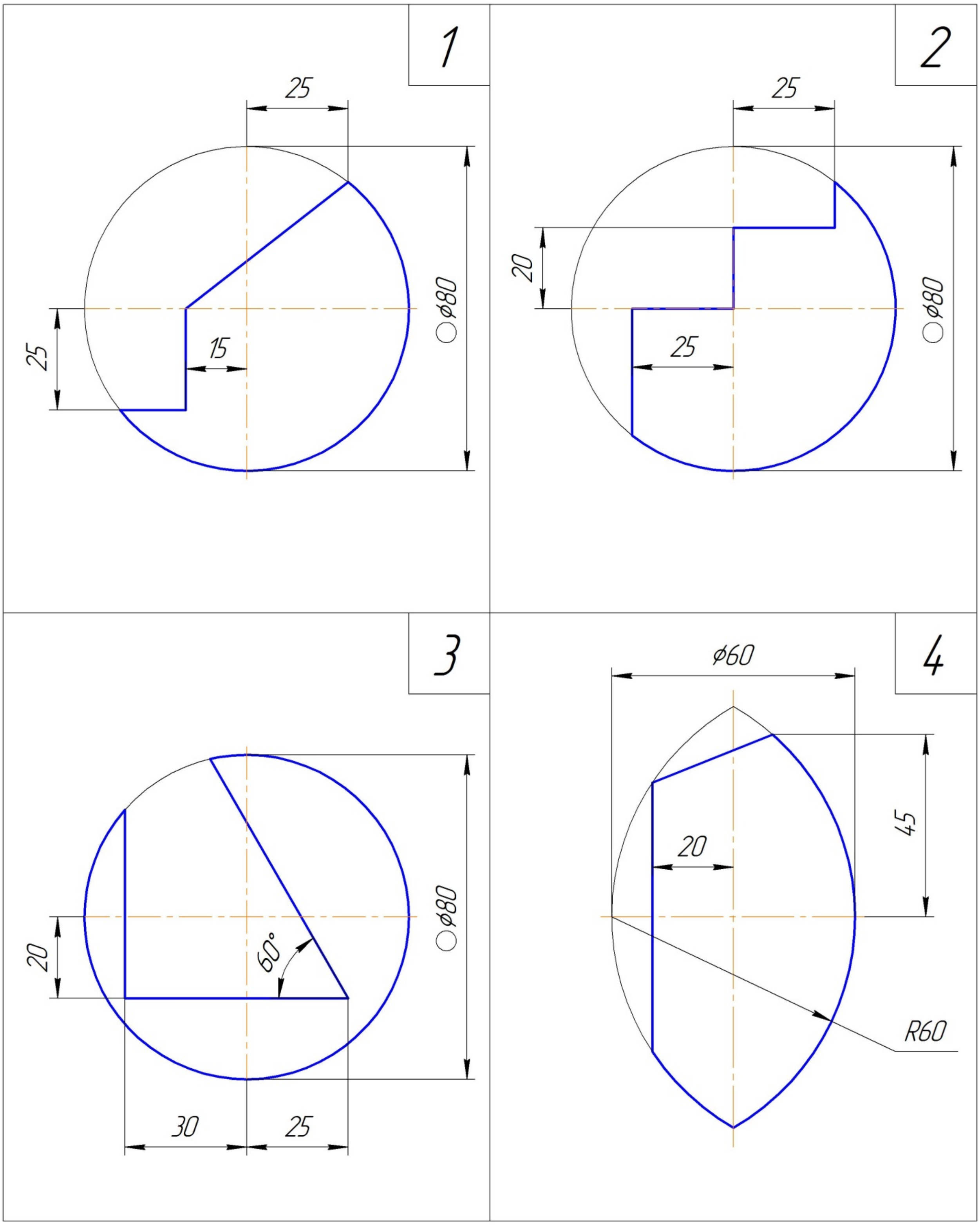
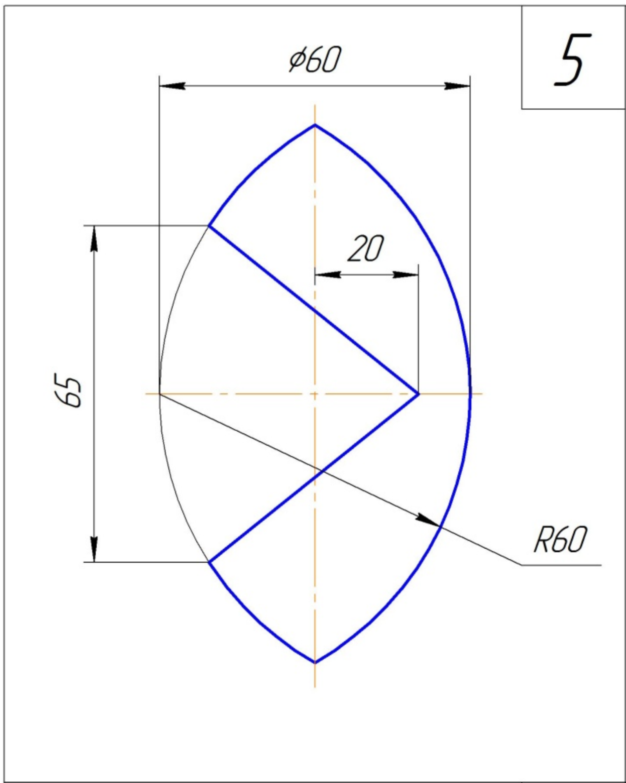
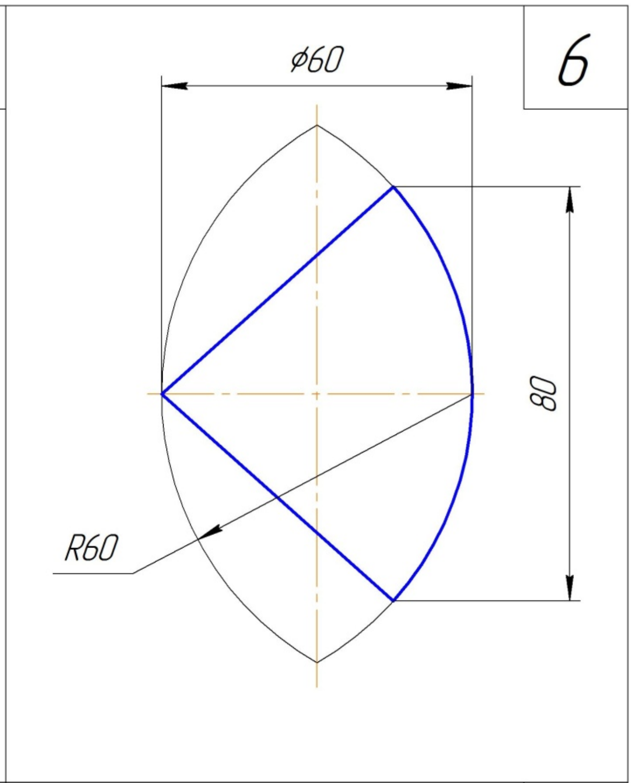


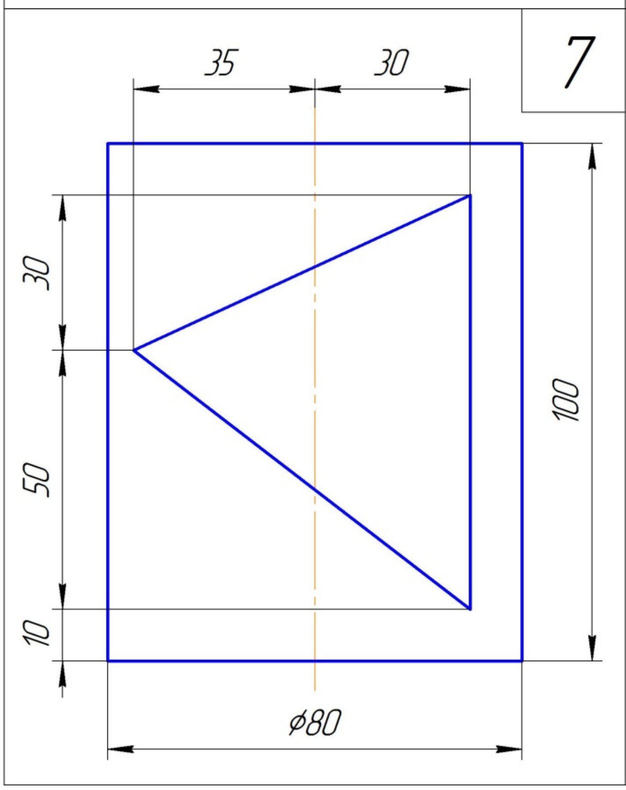
Рис. 4.15. Построение призматического отверстия в цилиндре

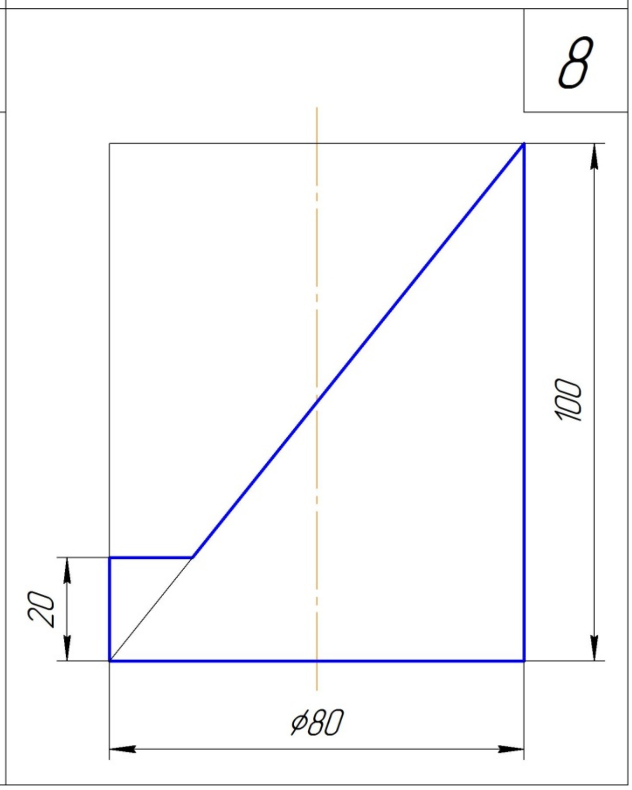
4.4. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ №2



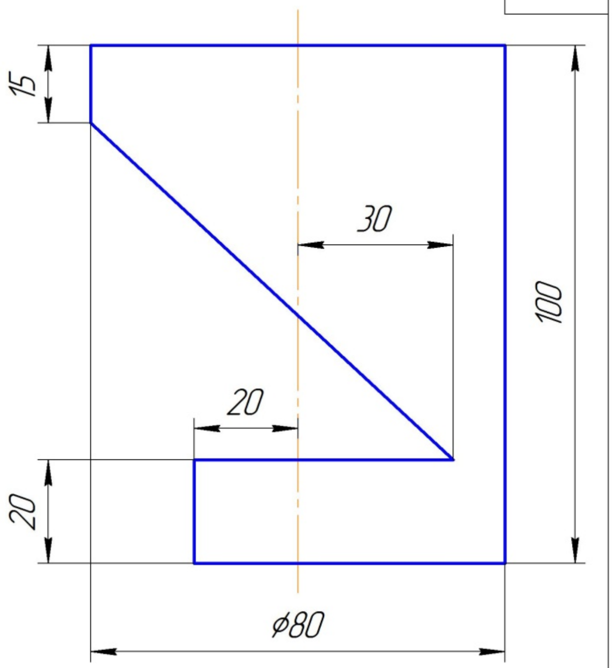

5
ϕ60
20
65
R60


6
ϕ60
80
R60

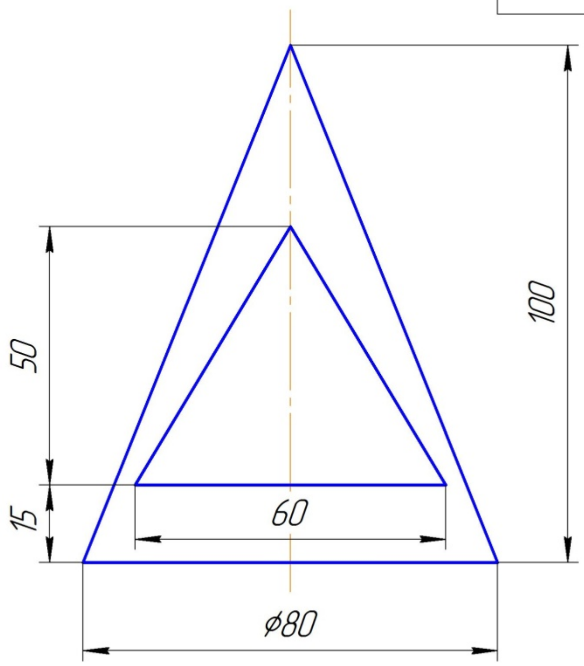

7
35
30
30
50
10
100
ϕ80


8
20
100
ϕ80

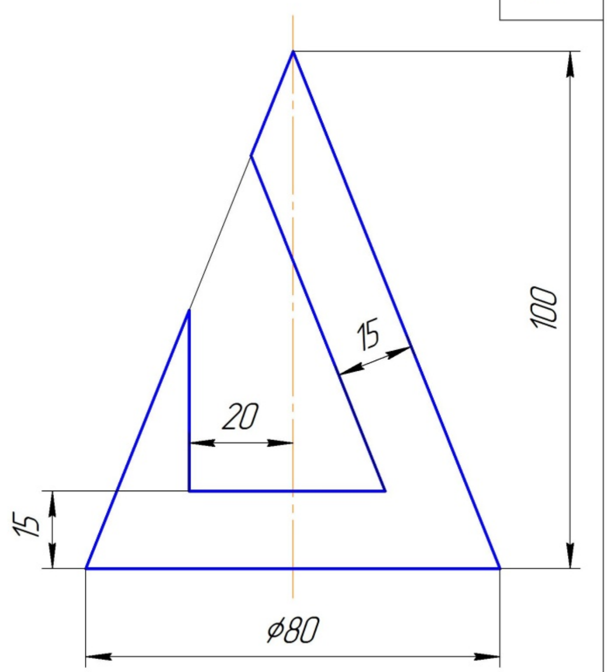
9



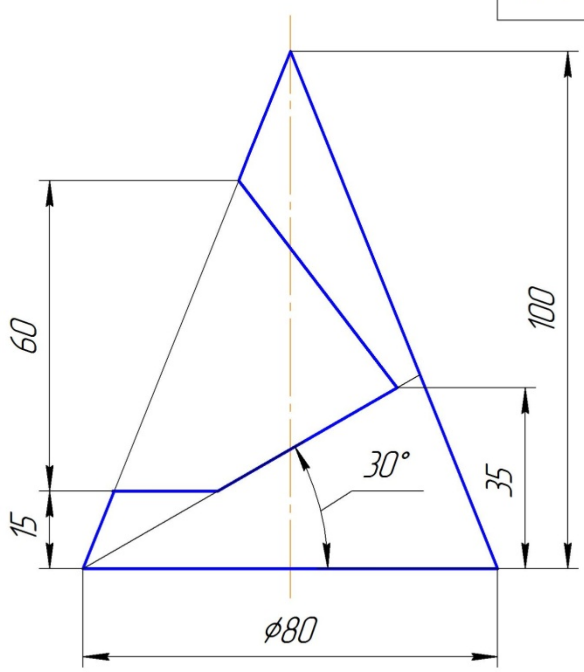
10



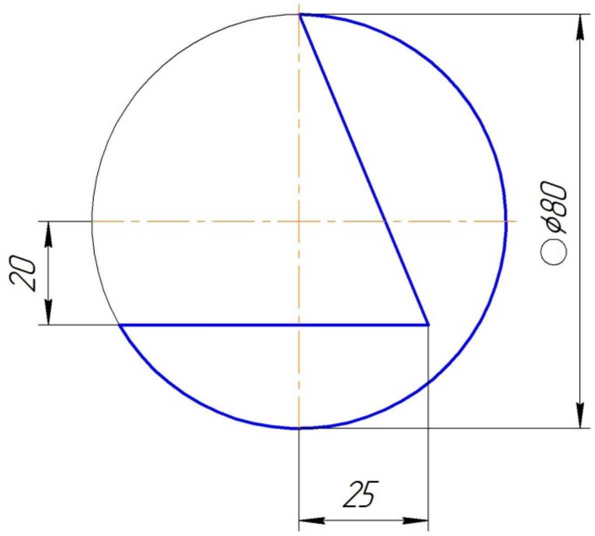
11



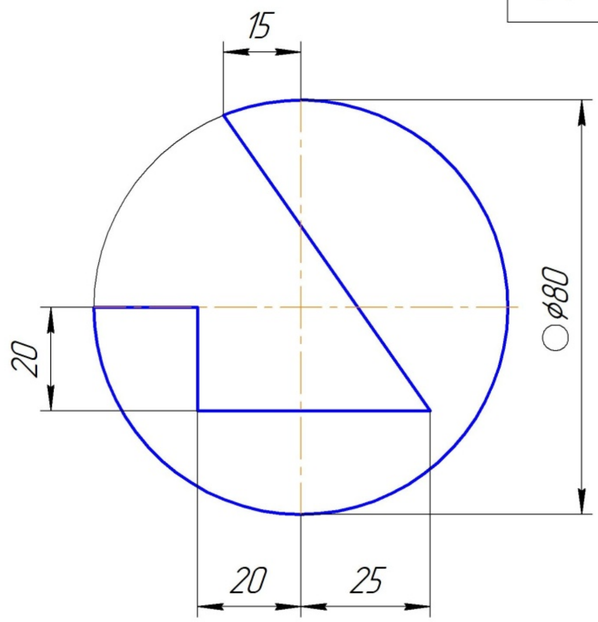
12



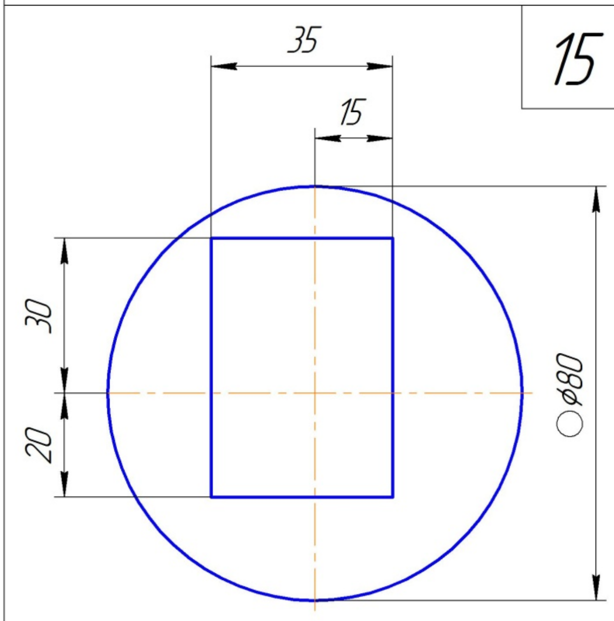
13



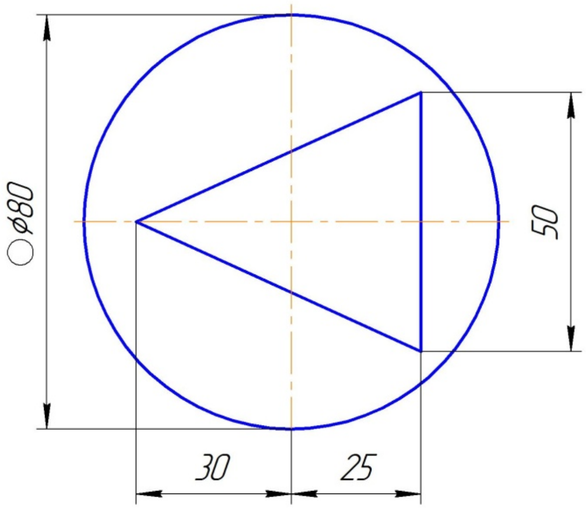
14

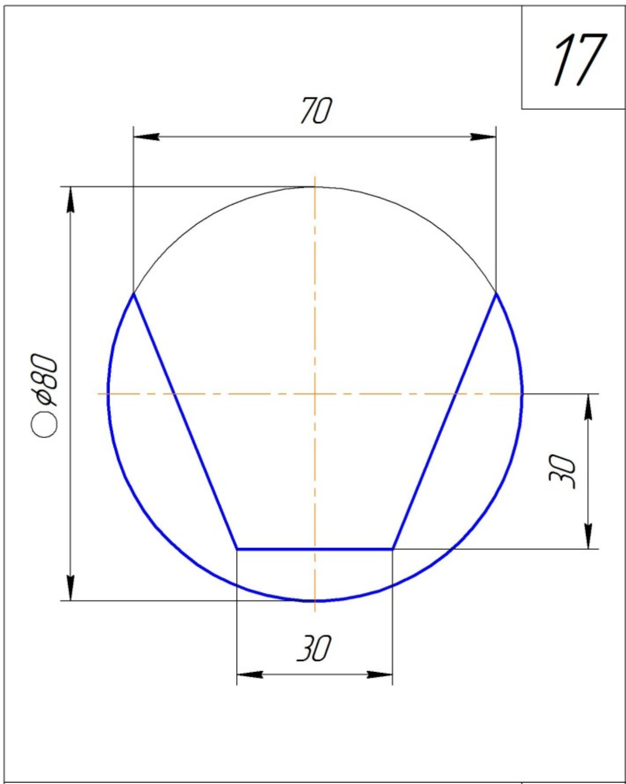


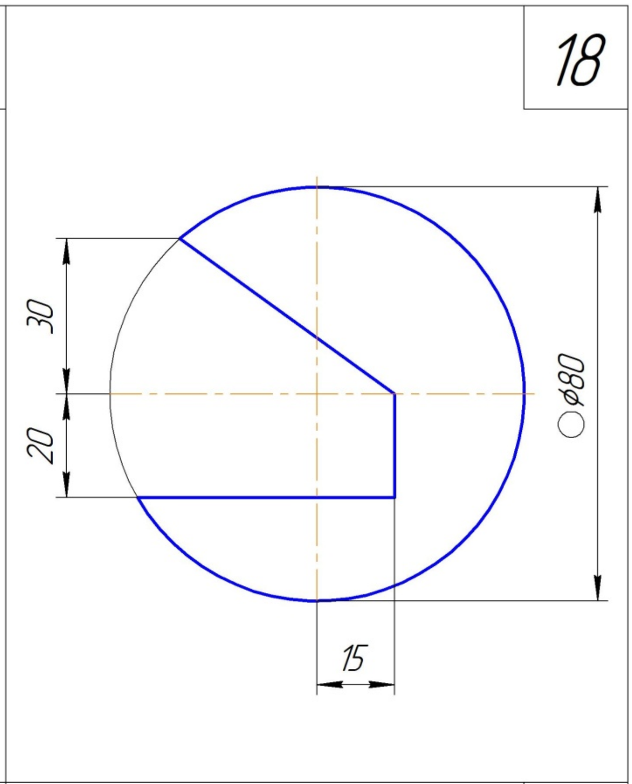
15

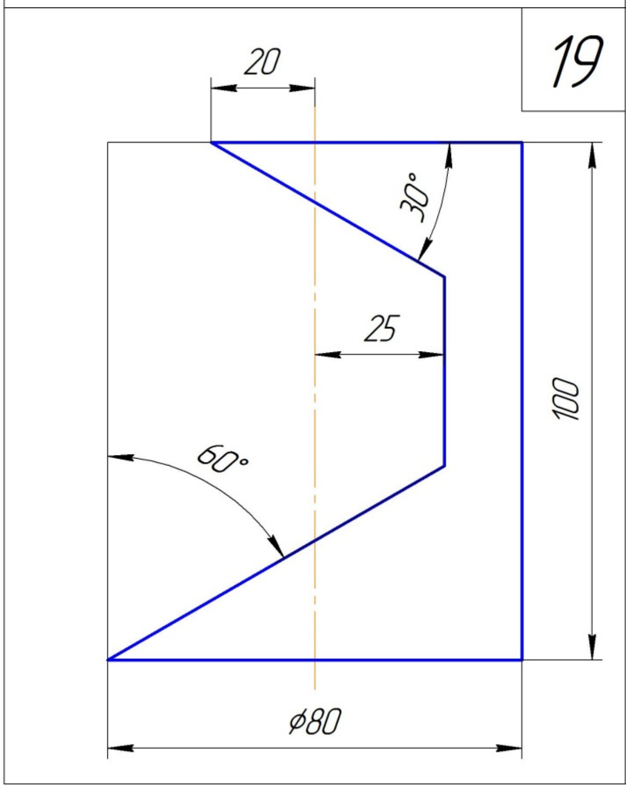


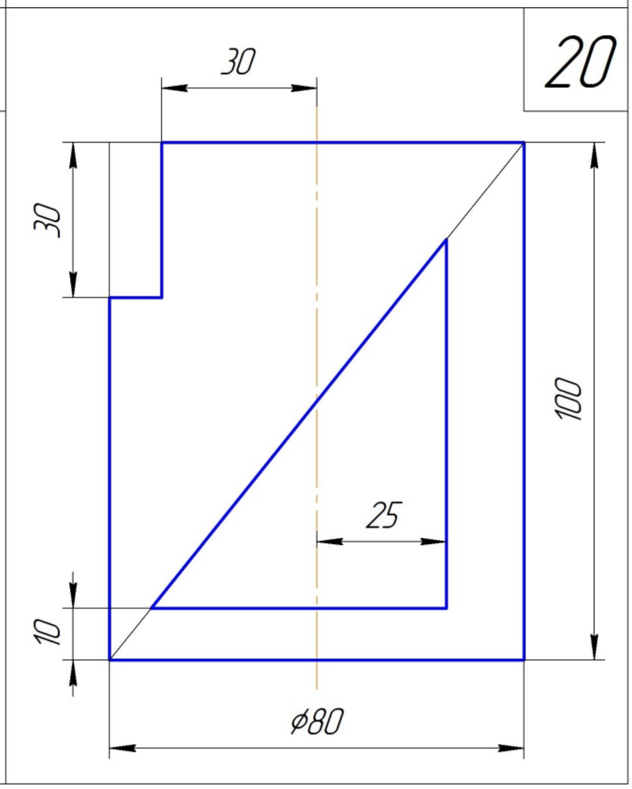
16



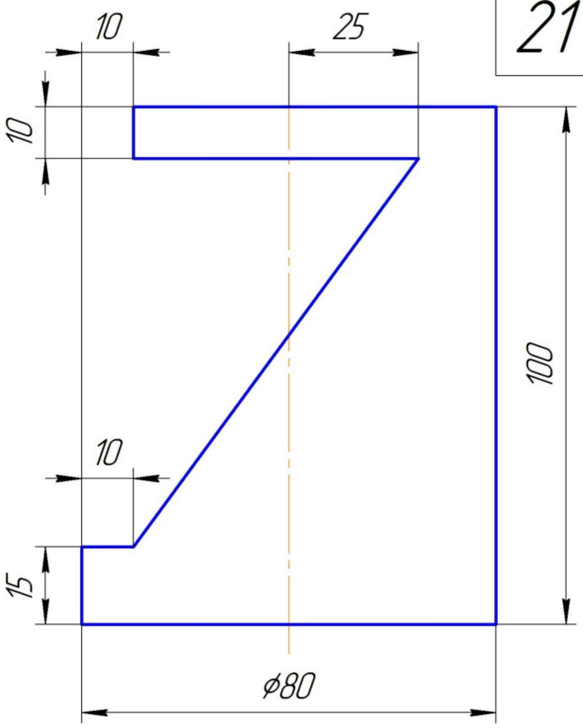

17
70
○⌀80
30
30


18
30
20
○⌀80
15


19
20
30°
25
60°
100
⌀80

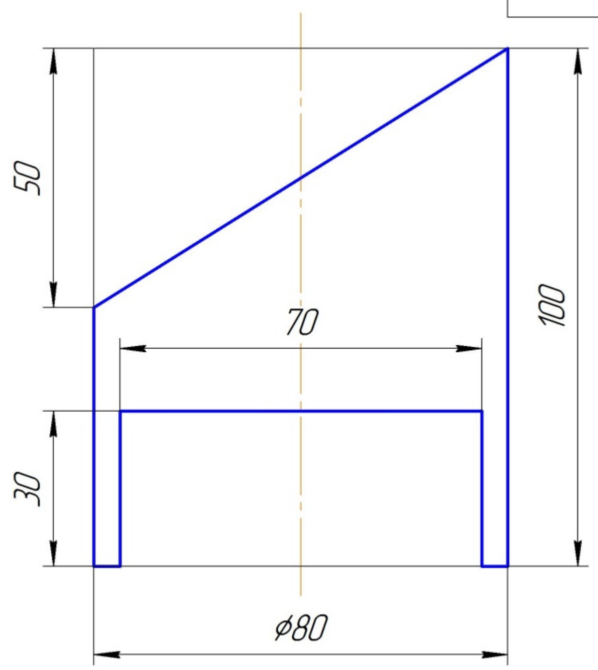

20
30
30
100
25
10
⌀80

21



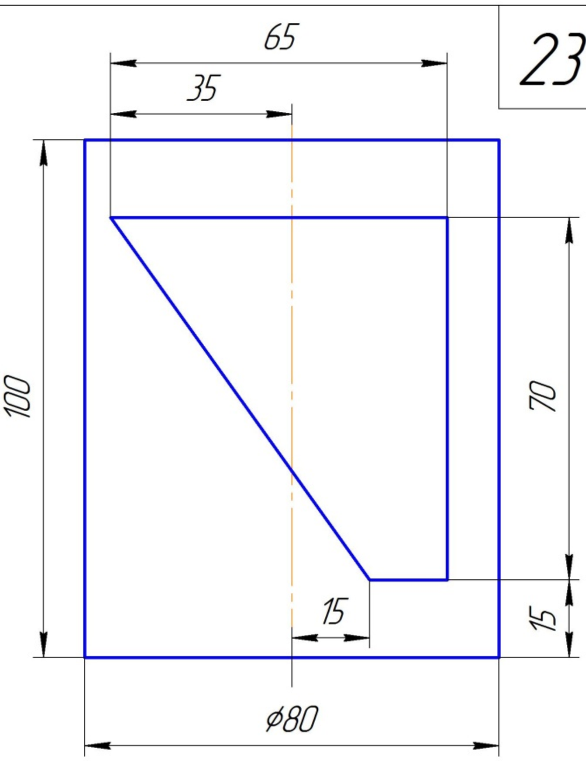
10
25
10
100
10
15
ø80

22



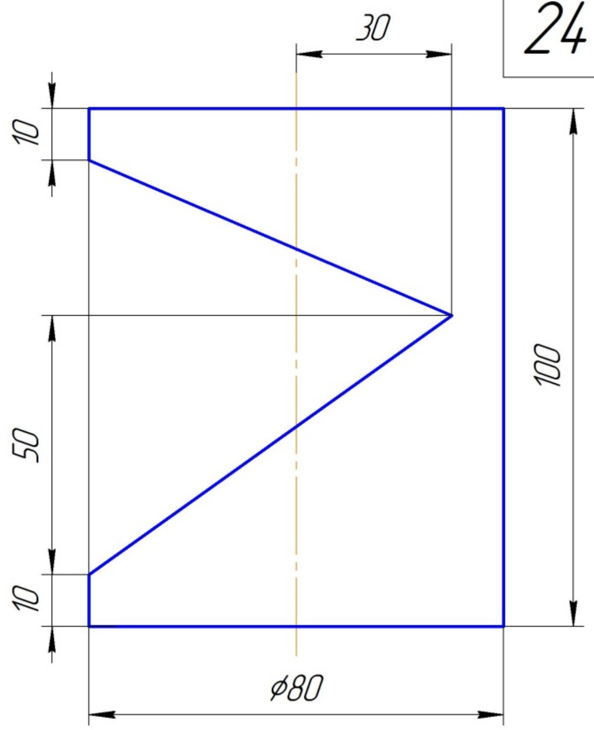
50
70
100
30
ø80

23



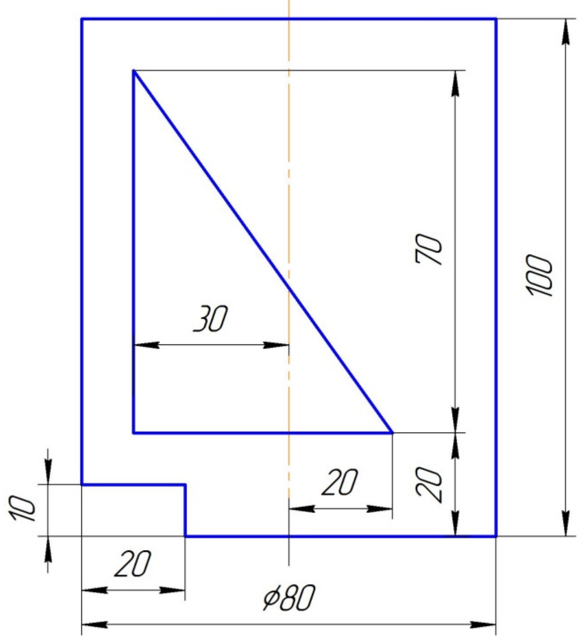
65
35
100
70
15
15
ø80

24

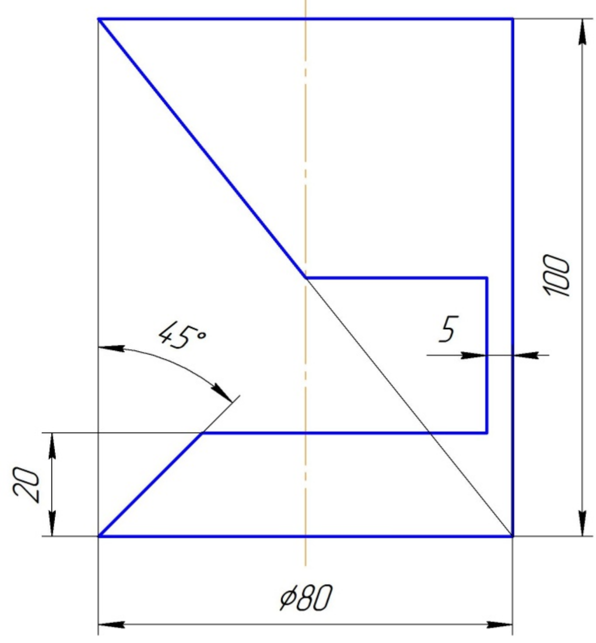


30
10
100
50
10
ø80

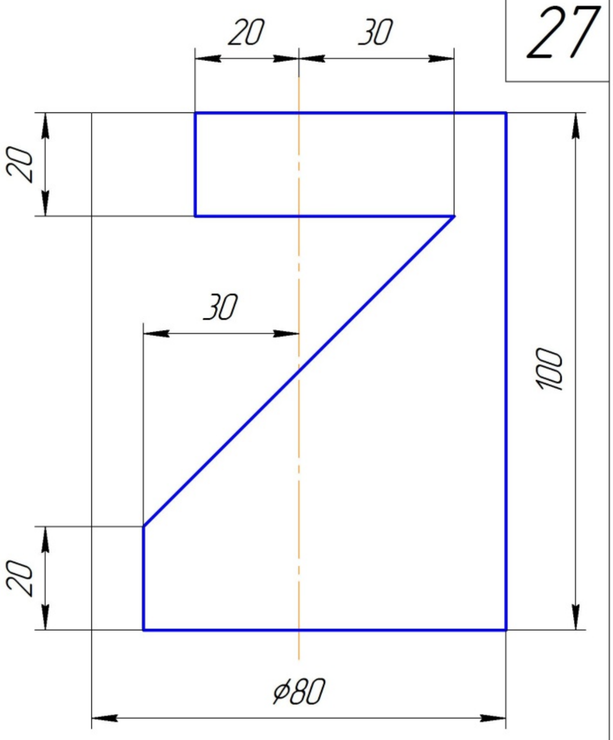
25


70
100
30
10
20
20
20
ø80

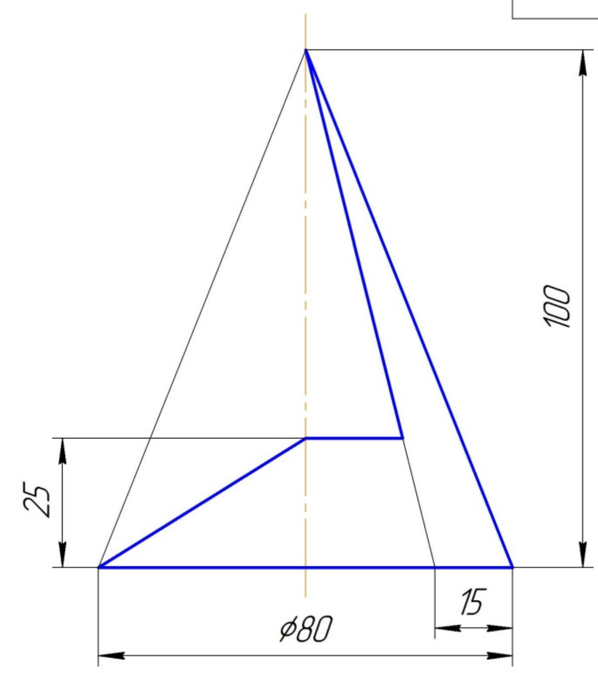
26

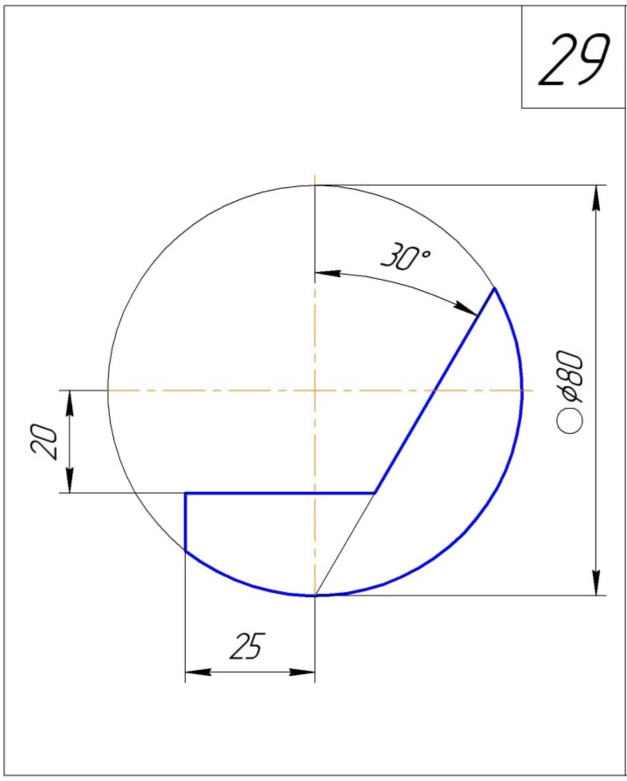
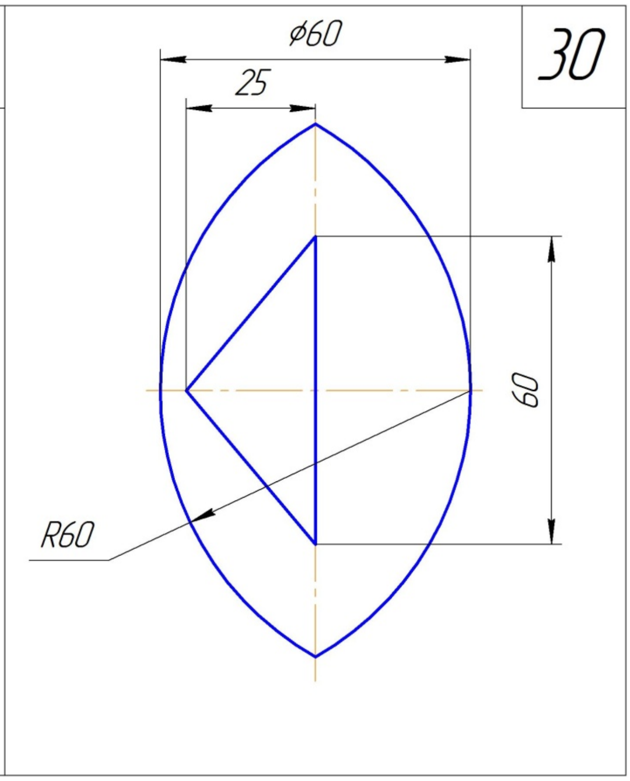

100
45°
5
20
ø80

27


20
30
20
30
100
20
ø80

28


100
25
15
ø80


29
30°
⌀80
20
25

30
⌀60
25
60
R60

5. РАБОТА №3.
ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ. ЛИНИИ ПЕРЕХОДА

Задача должна быть выполнена на формате листа А3 (420х297 мм) вертикального расположения в масштабе 1:1.

При решении данной задачи необходимо выполнить следующее:

1)по одной заданной проекции пересекающихся тел вращения достроить две недостающих проекции (горизонтальную и профильную);

2)построить проекции линии пересечения (перехода) этих тел на горизонтальной и профильной плоскостях;

3)обозначить точки, принадлежащие линии пересечения тел, на всех трёх проекциях.

В общем случае линия пересечения тел вращения представляет пространственную кривую линию. Так как эта линия принадлежит обоим пересекающимся телам, её часто называют **линией перехода**.

Для нахождения точек, принадлежащих линии пересечения двух тел вращения, в предлагаемых задачах необходимо использовать метод вспомогательных секущих плоскостей.

5.1. СПОСОБ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СЕКУЩИХ ПЛОСКОСТЕЙ

Данный способ применяется для задач, в которых оси пересекающихся тел параллельны.

Сущность способа вспомогательных секущих плоскостей состоит в том, что обе поверхности пересекаются вспомогательной плоскостью. Эта плоскость пересекает каждое тело по параллелям (в сечении окружность). В пересечении полученных параллелей выявляют общие точки для обеих поверхностей, т.е. точки линии перехода. Повторяя этот прием, получают ряд точек, определяющих линию перехода двух поверхностей.

Построение линий перехода начинают с определения опорных точек и введения общей плоскости симметрии для обеих поверхностей. **Опорными –** называются точки, определяющие особые, характерные свойства линии пересечения и ее проекций.К ним относят:

1)точки, лежащие в общих плоскостях симметрии;

2)точки, лежащие на контурах поверхностей;

3)крайние точки (крайние верхние, крайние нижние, крайние правые, крайние левые и т.д.) линии пересечения.

В качестве примера рассмотрим пересечение шара с прямым круговым конусом (рис. 5.1).

Для начала введем общую плоскость симметрии (след S_1). Плоскость симметрии должна разделить изображение на две одинаковые (симметричные) части. Если в нижней половине будет находиться какая либо точка, то такая же точка должна находиться и в верхней части изображения и наоборот.

Далее определяем явные опорные точки, т.е. точки, которые можно найти без каких либо дополнительных построений. В нашем случае есть пара опорных точек (A_2 и B_2), которые находятся в месте пересечения одной из образующих конуса и фронтального меридиана шара. По линиям связи достраиваем горизонтальные проекции этих точек (A_1 и B_1).

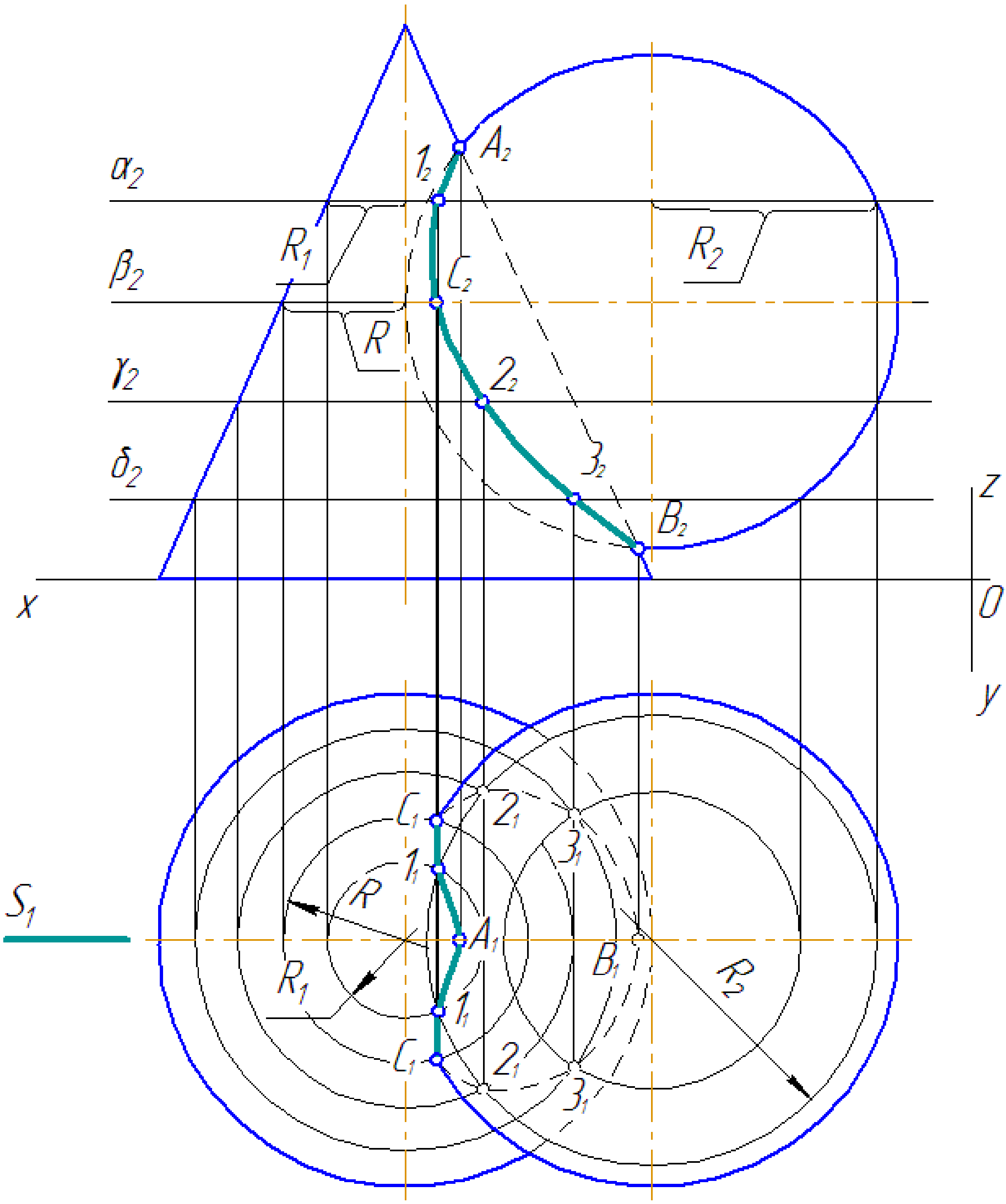


Рис. 5.1. Построение линии пересечения конуса и шара

В месте пересечения экватора сферы с поверхностью конуса будет находиться еще одна пара опорных точек. Для их построения через экватор сферы проводят вспомогательную горизонтальную плоскость β (след β_2). Плоскость β пересекает сферу по окружности радиуса, равного радиусу экватора, а конус по окружности радиуса R . При взаимном пересечении экватора и параллели (радиус R) получают горизонтальные проекции точки$C(C_1)$. Фронтальная проекцияC_2лежит на фронтальном следе β_2.

Для более точного построения проекций линии пересечения конуса и шара нам потребуется еще несколько дополнительных точек. Для их построения вводим дополнительные секущие плоскости (проводятся произвольно). Чем больше будет проведено вспомогательных плоскостей, тем точнее будет построена линия пересечения тел.

Для примера разберем построение точки *1*. Произвольно проводим вспомогательную горизонтальную плоскость α (след α_2). Эта плоскость пересекает конус и шар по параллелям (радиусы параллелей R_1 и R_2соответственно). На горизонтальной плоскости проекций проводим две окружности: из центра конуса – окружность радиусом R_1, из центра шара – окружность радиусом R_2. В месте пересечения этих окружностей находим горизонтальные проекции точки *1* (1_1). По линии связи на фронтальном следе плоскости α (α_2) находим фронтальную проекцию точки *1* (1_2). Проекции точек *2* и *3* строятся аналогично.

После того, как спомощью вспомогательных секущих плоскостей определено достаточное количество точек, принадлежащих линии пересечения данных поверхностей, необходимо последовательно соединить полученные точки и определить видимость отдельных участков этой линии.

В нашем случае видимость на фронтальную плоскость проекций будет ограничена фронтальным меридианом шара и фронтальным контуром конуса. Т. е. видимой на фронтальной плоскости проекций будет ближайшая к нам половина линии пересечения (точки от A_1 до B_1, лежащие ниже следа S_1). Видимость на горизонтальную плоскость проекций ограничена экватором сферы, а значит видимыми на плоскости Π_1 будут точки, лежащие выше экватора (*A*, *1*, *C*). Остальные точки (*2*, *3*, *B*) на горизонтальной плоскости проекций будут не видны, поэтому их проекции соединяем штриховой линией.

Профильные проекции точек достраиваются по линиям связи, без каких либо дополнительных построений.

После построения проекций линии пересечения и определения ее видимости, окончательно определяют видимость самих тел. Видимые участки обводят сплошной основной линией, невидимые – штриховой.

Пример выполнения задачи представлен на рис. 5.2.

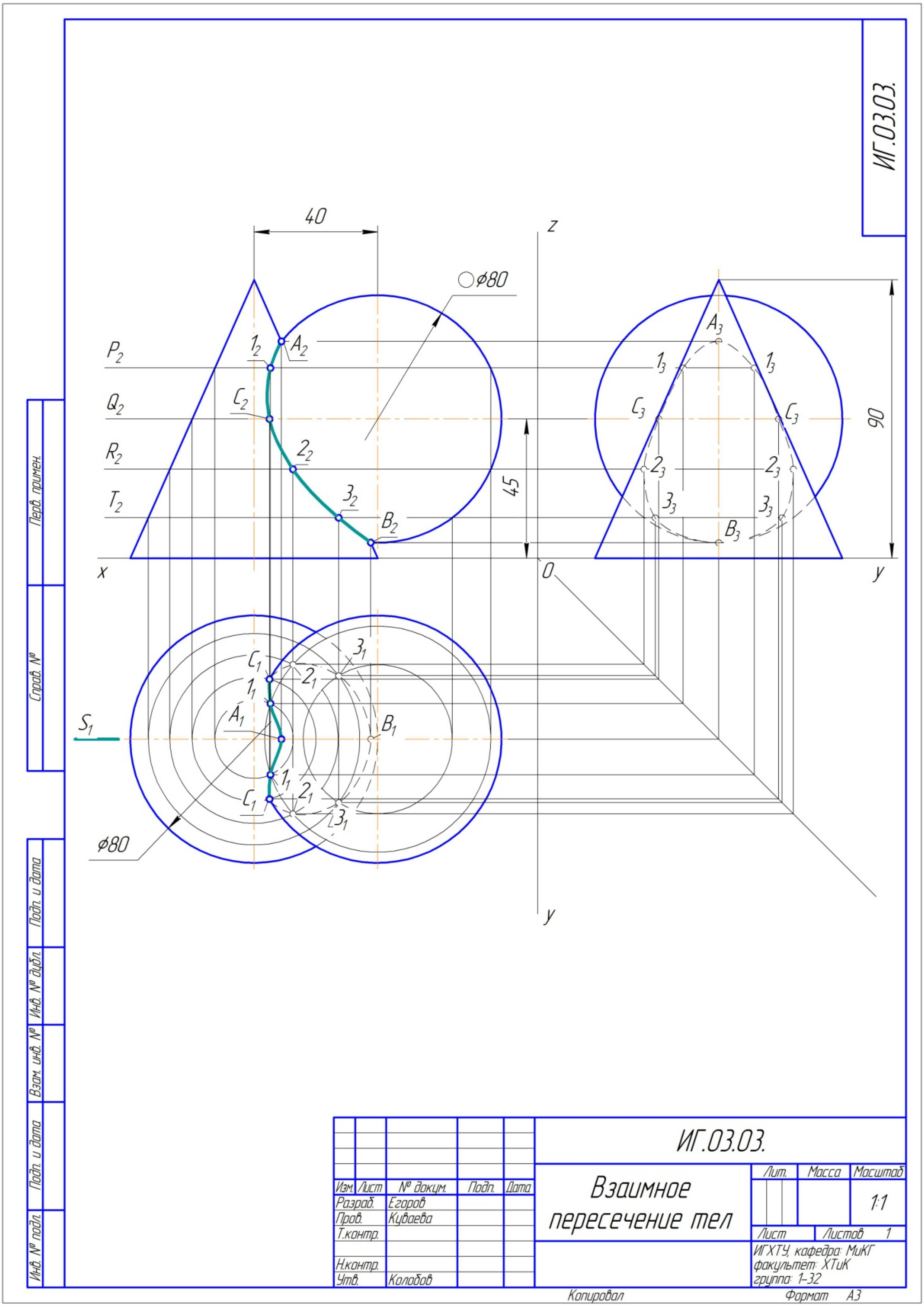
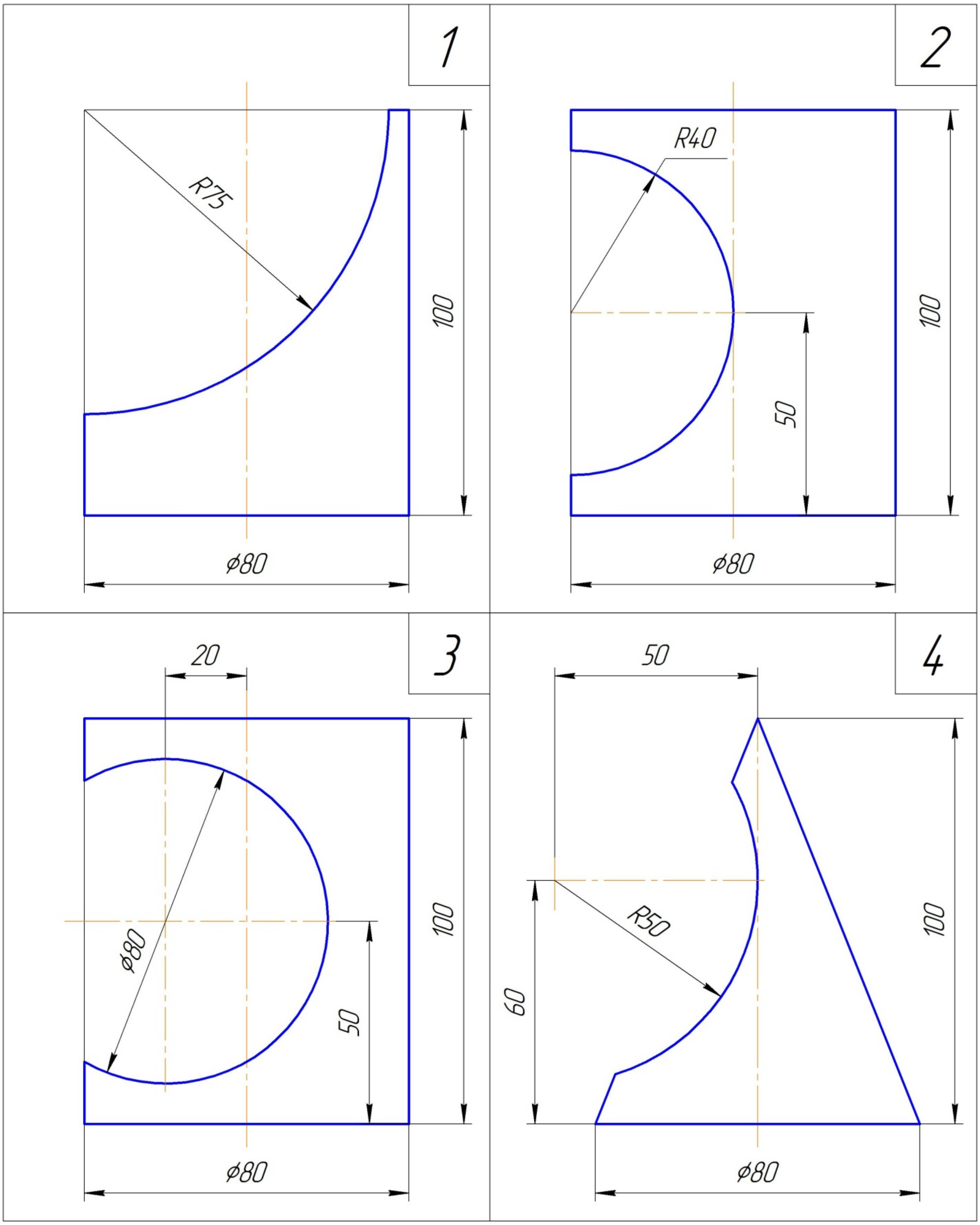
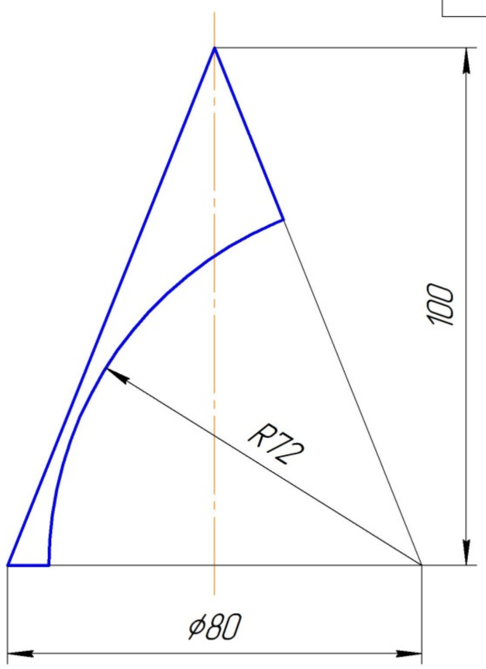


Рис. 5.2. Построение линии пересечения конуса и шара

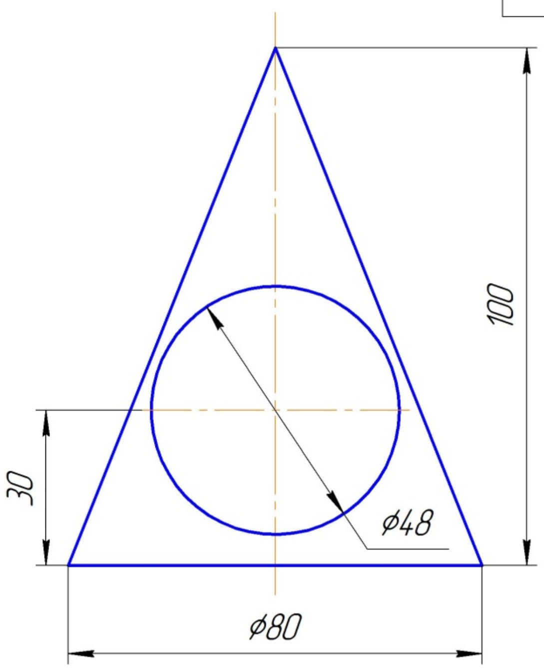
5.2. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ №3



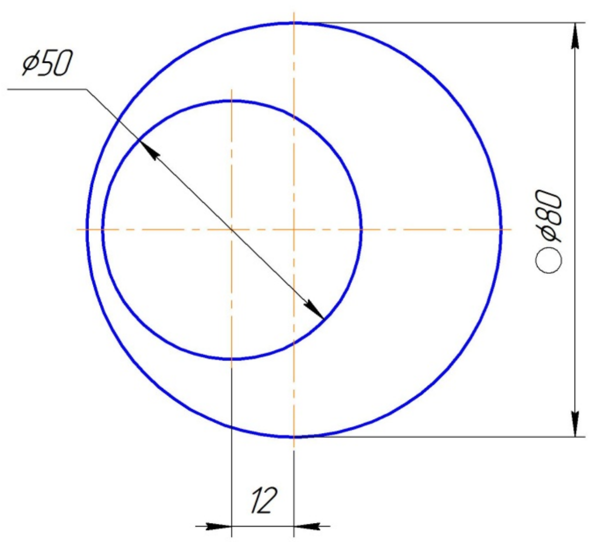
5



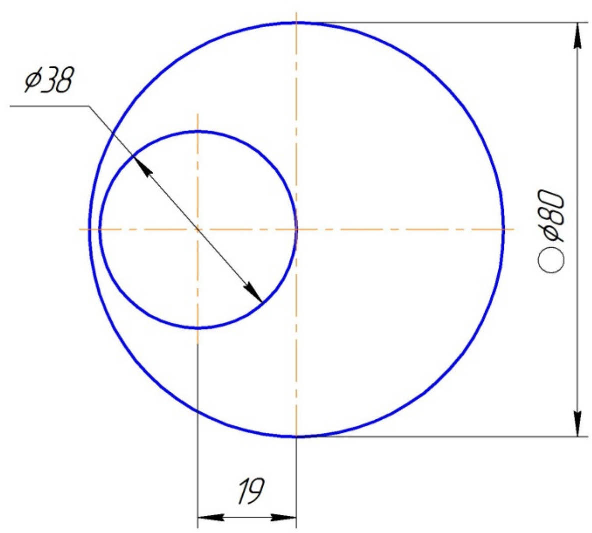
6



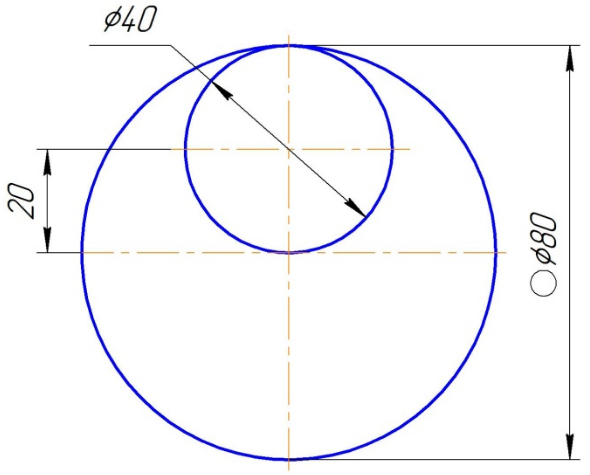
7



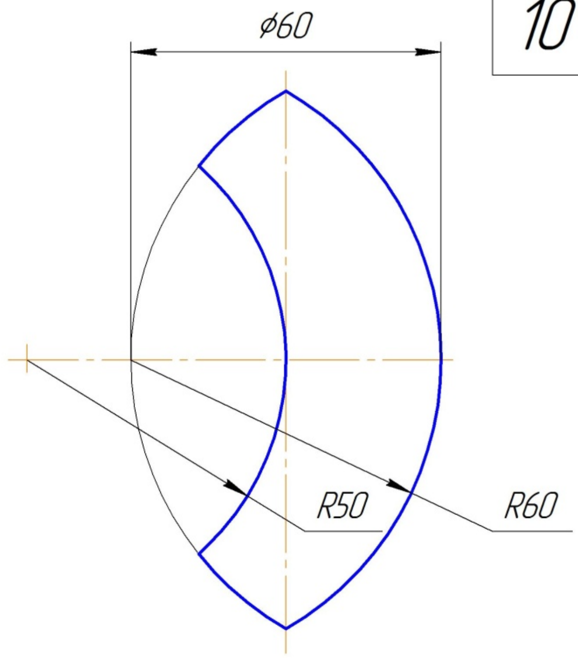
8



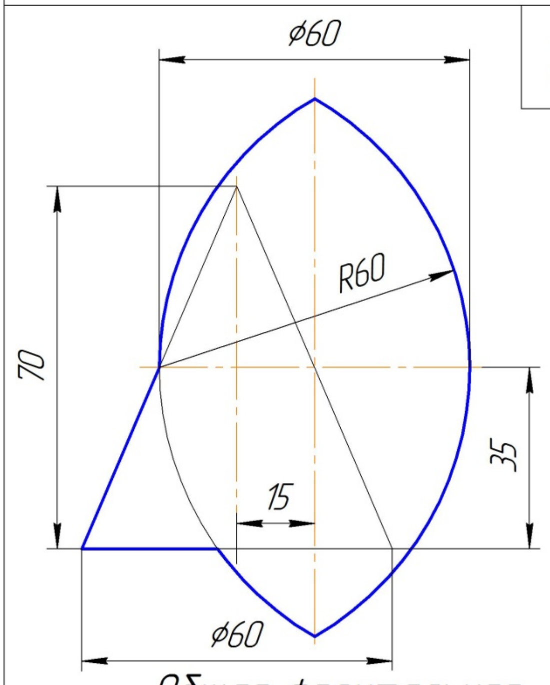
9



10

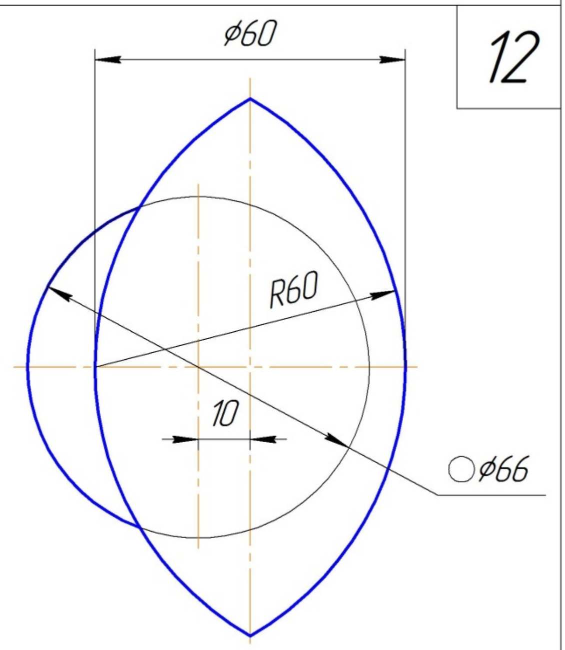


11

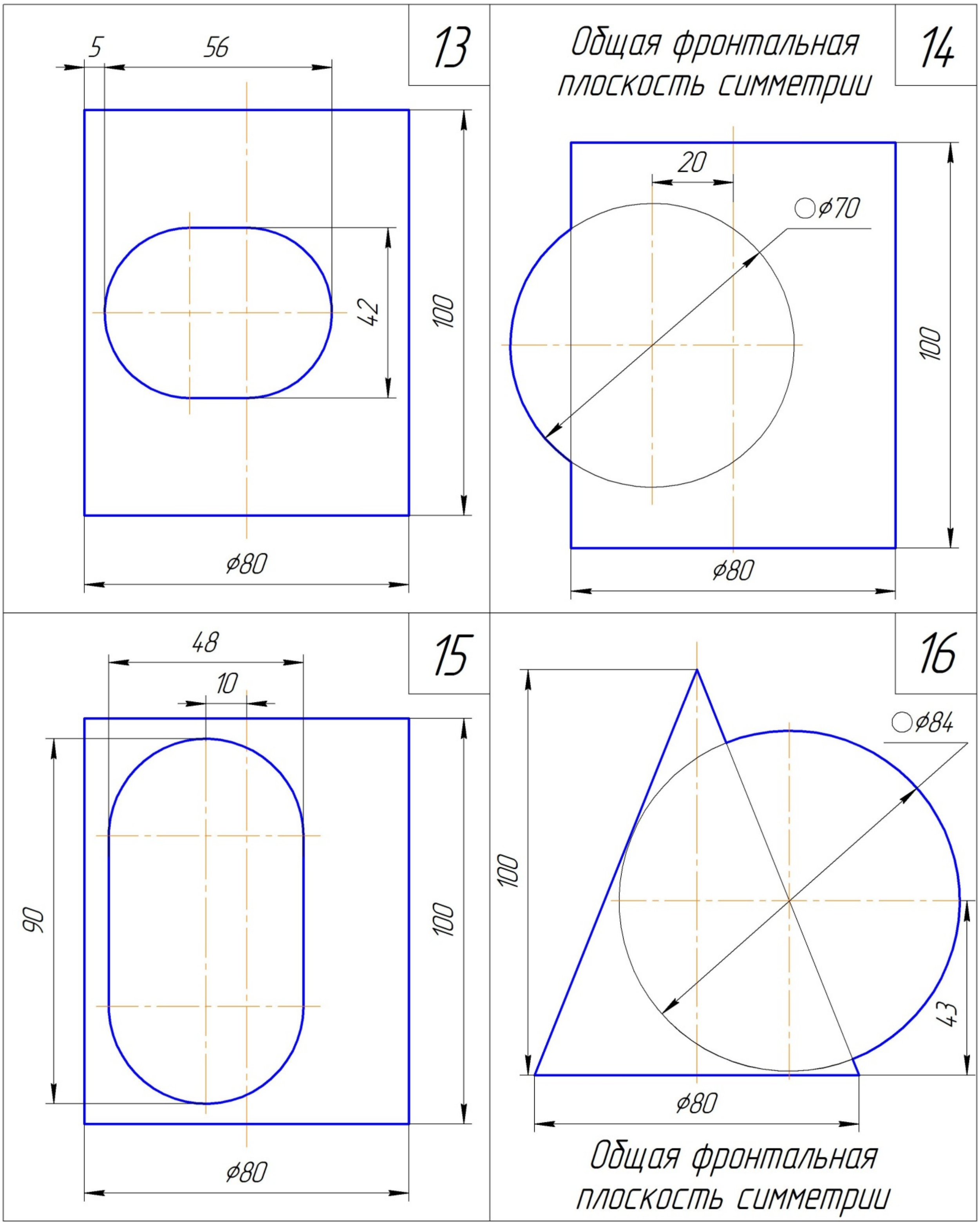


Общая фронтальная плоскость симметрии

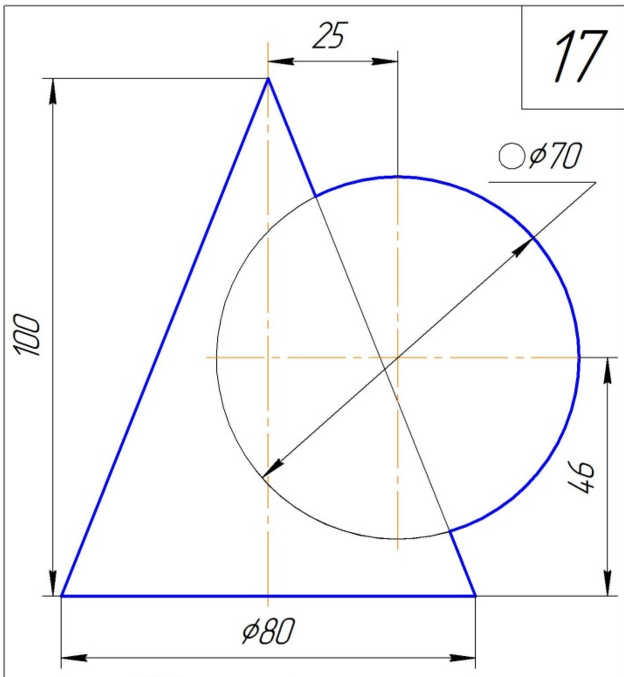
12



Общая фронтальная плоскость симметрии

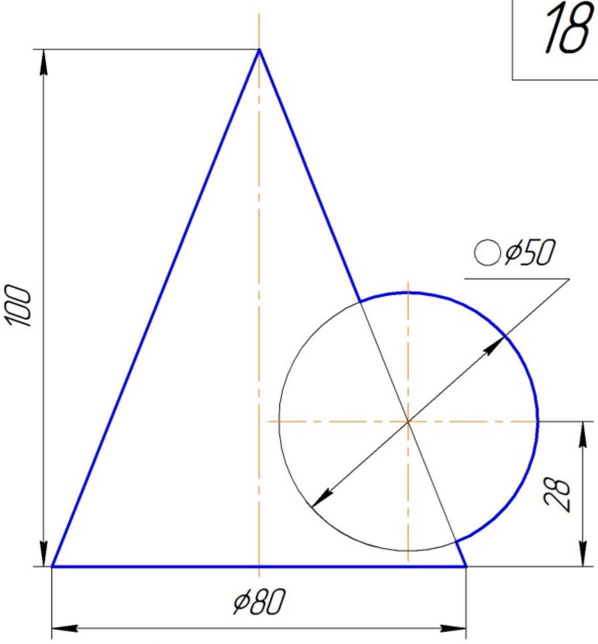

13
5
56
42
100
ϕ80
Общая фронтальная
плоскость симметрии
14
20
○ϕ70
100
ϕ80
15
48
10
90
100
ϕ80
16
100
○ϕ84
43
ϕ80
Общая фронтальная
плоскость симметрии

17



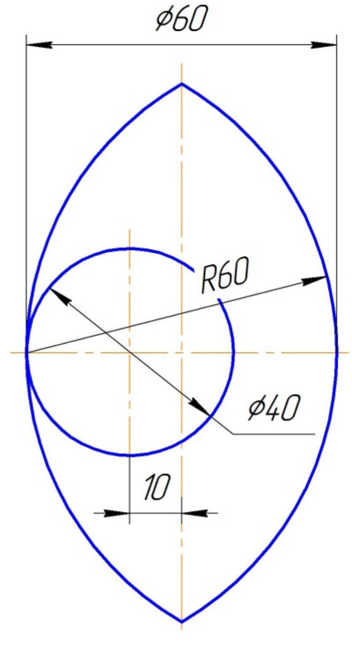
Общая фронтальная плоскость симметрии

18

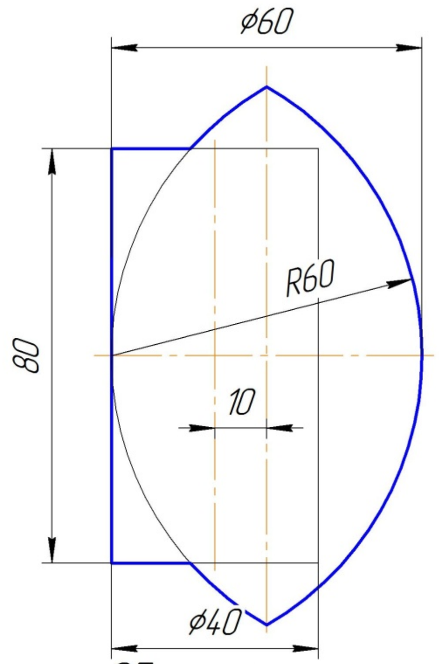


Общая фронтальная плоскость симметрии

19

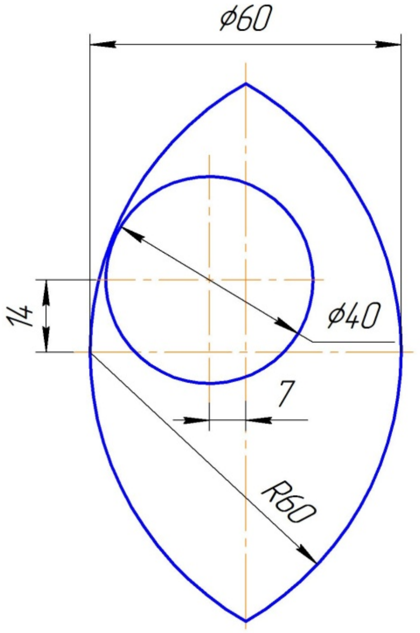


20

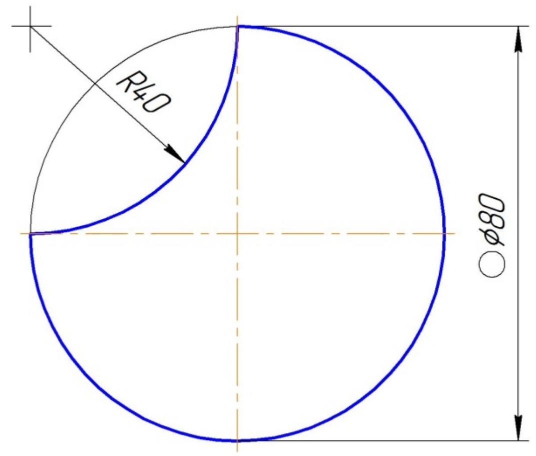


Общая фронтальная плоскость симметрии

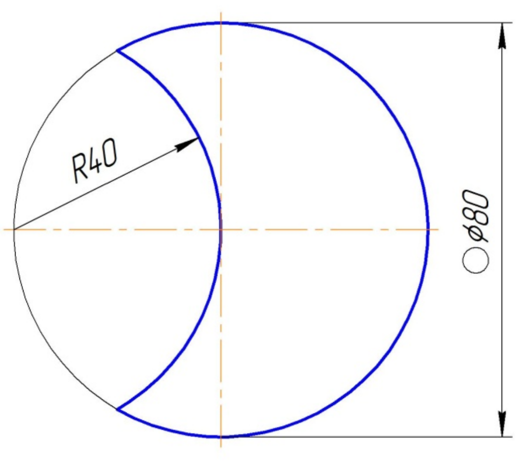
21



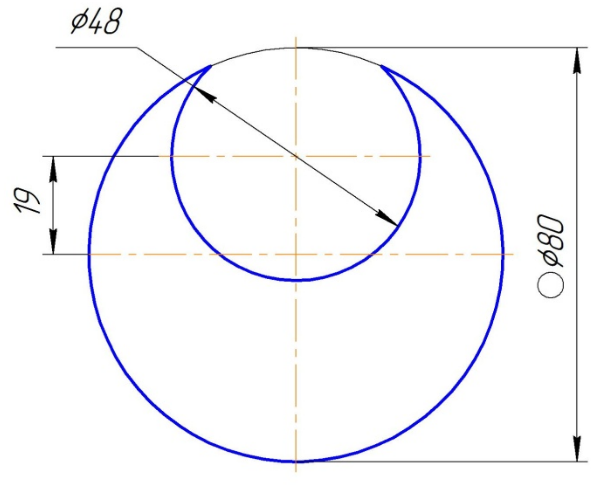
22



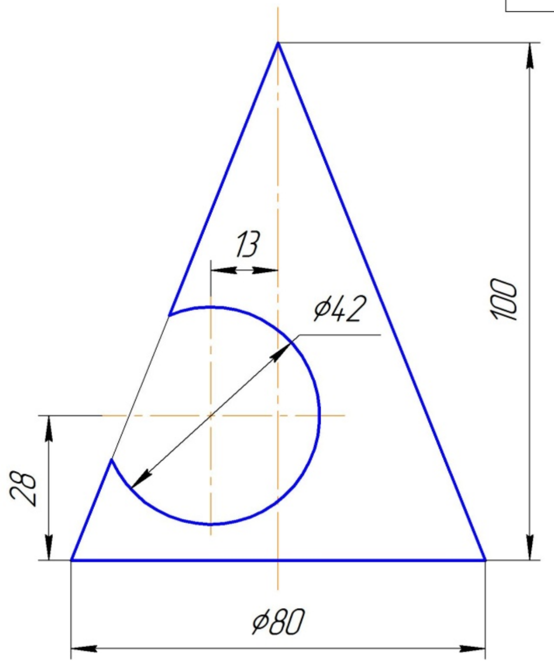
23



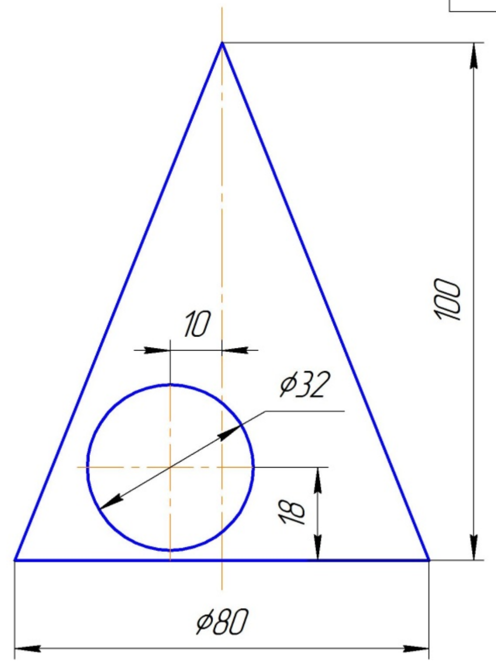
24



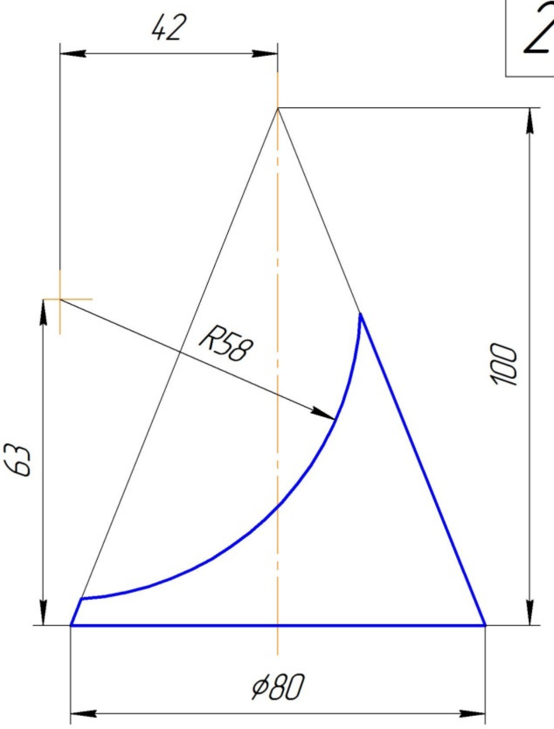
25


13
ϕ42
100
28
ϕ80

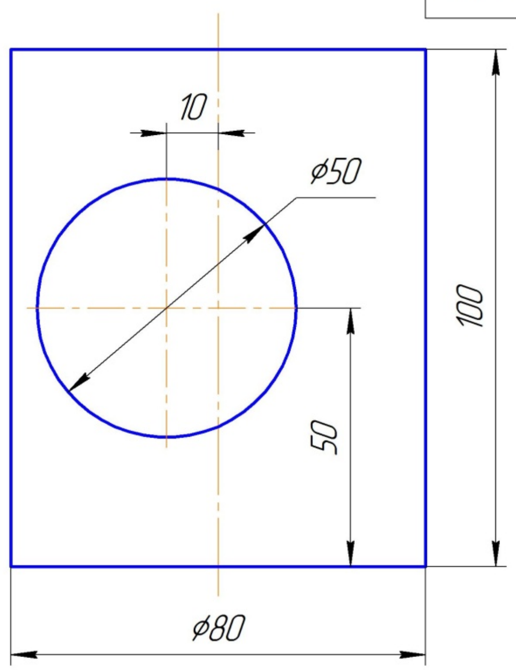
26

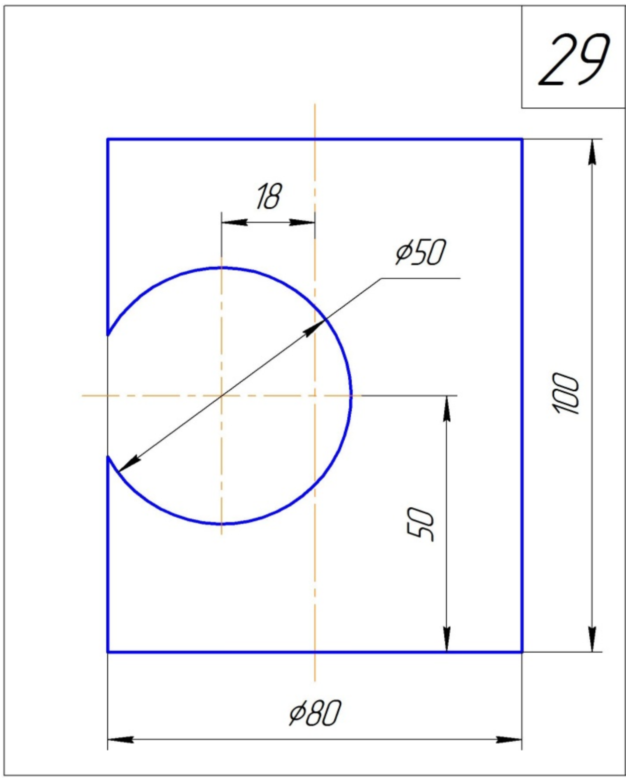

10
ϕ32
100
18
ϕ80

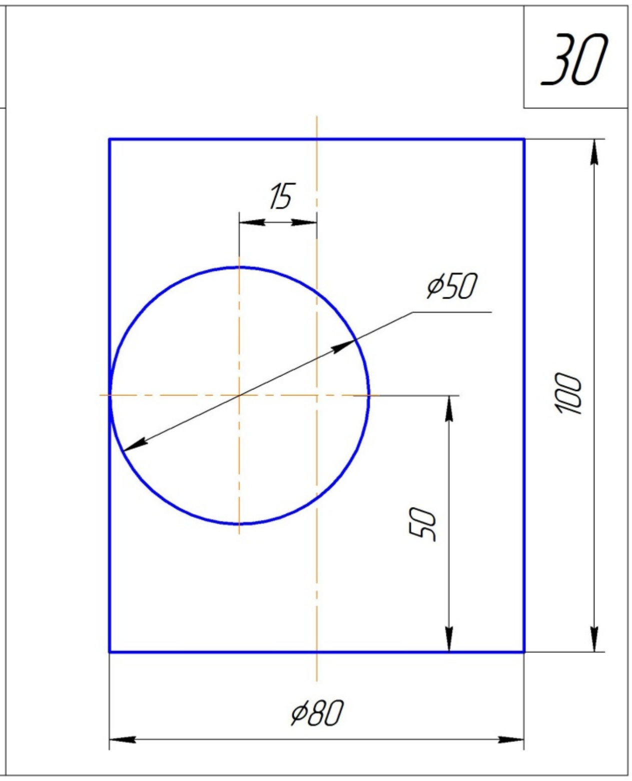
27


42
R58
100
63
ϕ80

28


10
ϕ50
100
50
ϕ80


29
18
⌀50
100
50
⌀80


30
15
⌀50
100
50
⌀80

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Начертательная геометрия: учебное пособие / С.Е. Сахаров [и др.]; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2013. – 76 с.

2. Чекмарев,А. А.Начертательная геометрия и черчение/А.А. Чекмарев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2011. – 472 с.

3. Нартова, Л. Г.Начертательная геометрия/ Л.Г. Нартова.–3-е изд., испр. – М.: Академия, 2011. – 192 с.

4. Тарасов, Б. Ф.Начертательная геометрия/ Б.Ф. Тарасов.–Изд. 2-е, стер. – СПб.: Лань, 2002. – 250 с.

5. Гордон, В. О.Сборник задач по курсу начертательной геометрии/ В.О. Гордон; под ред. Ю.Б. Иванова. – Изд. 14-е, стер. – М.: Высш. шк., 2009. – 320 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Учебное издание

Сахаров Сергей Евгеньевич

Колобов Михаил Юрьевич

ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ
НА ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ ТЕЛ

Учебно-методическое пособие

Редактор Г.В. Куликова

Подписано в печать 10.05.2016. Формат 60х84 1/16. Бумага писчая.
Усл. печ. л. 4,42. Уч.-изд. л. 4,90. Тираж 80 экз. Заказ

ФГБОУ ВО Ивановский государственный
химико-технологический университет

Отпечатано на полиграфическом оборудовании
кафедры экономики и финансов ФГБОУ ВО «ИГХТУ»
153000, г. Иваново, пр. Шереметевский,7