

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерного проектирования

Кафедра инженерной компьютерной графики

ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Практикум
для студентов БГУИР

*Рекомендовано УМО по образованию
в области информатики и радиоэлектроники*

Студент _____
Группа _____

Минск БГУИР 2023

Составители:

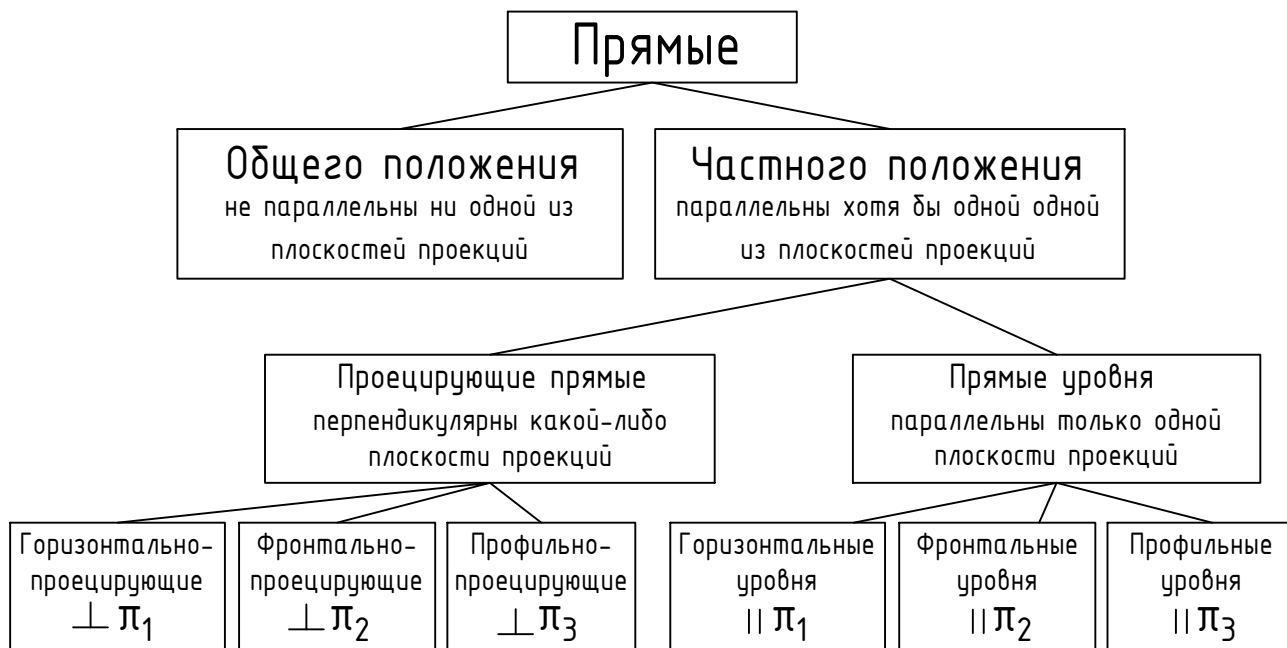
Т.А. Марамыгина, О.Н. Кучура, С.В. Гиль, С.В. Солонко
Под общей редакцией В.А. Столера

© Т.А. Марамыгина, О.Н. Кучура,
С.В. Гиль, С.В. Солонко,
под общей редакцией В.А. Столера,
2023

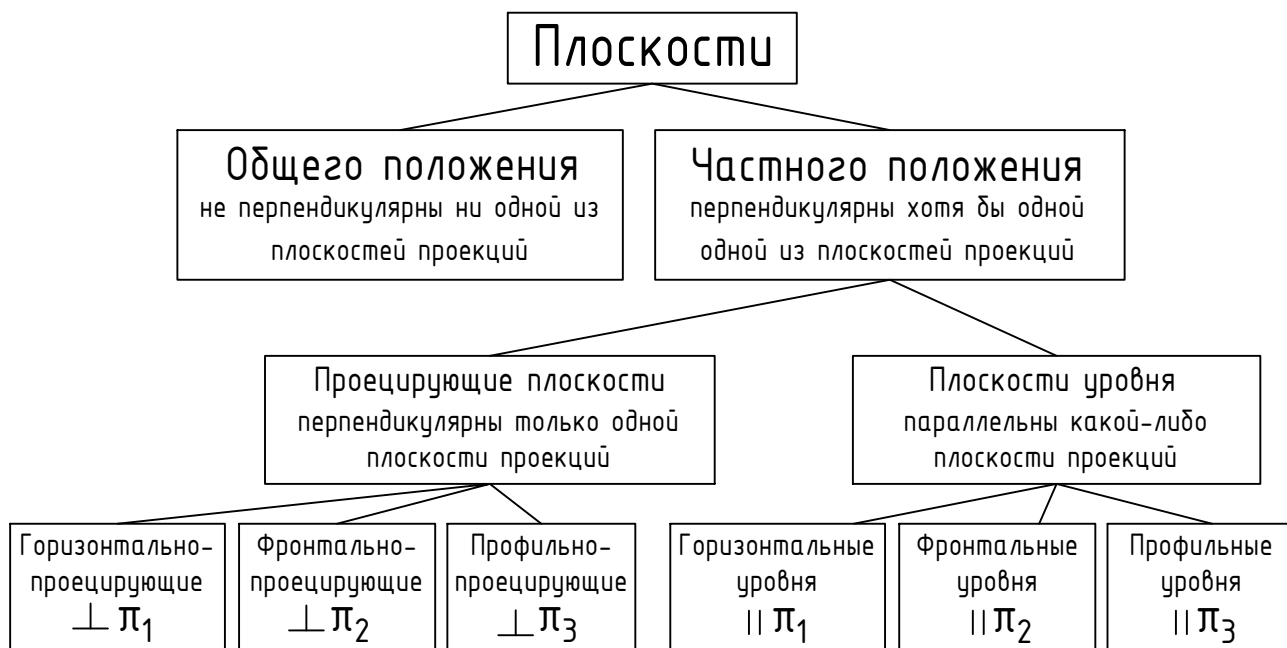
© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2023

РАЗДЕЛ 1
ИЗОБРАЖЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ НА ЧЕРТЕЖЕ.
ПОЗИЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

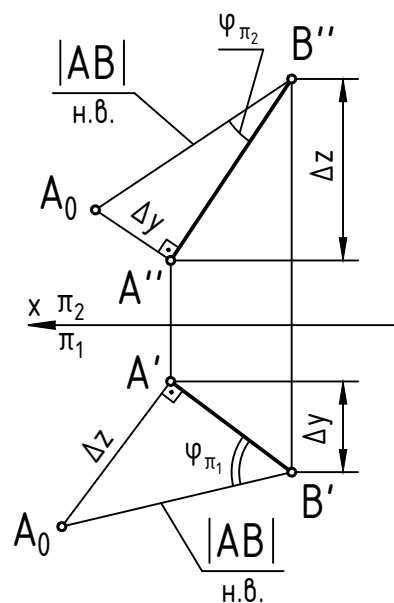
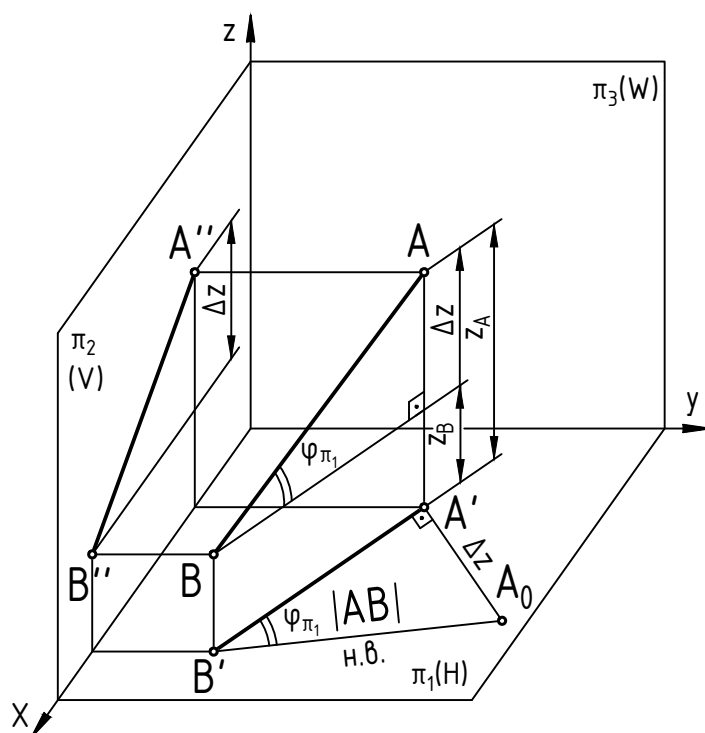
Классификация прямых



Классификация плоскостей

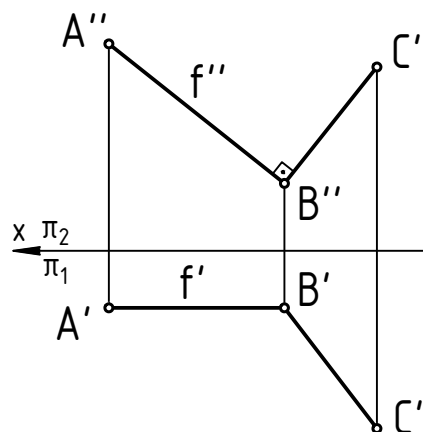
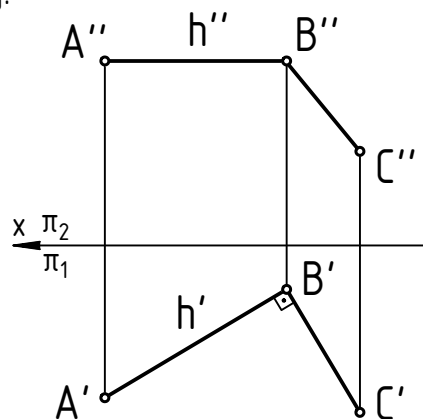
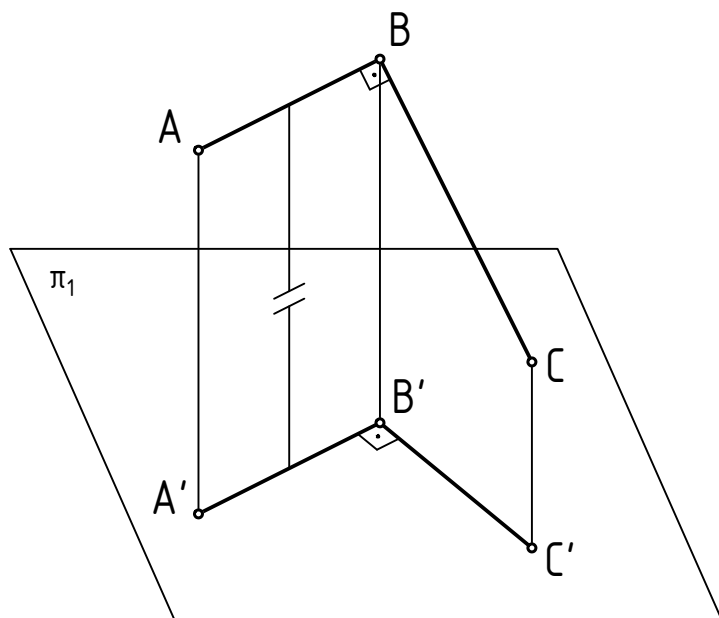


Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения и углов наклона прямой к плоскостям проекций способом прямоугольного треугольника

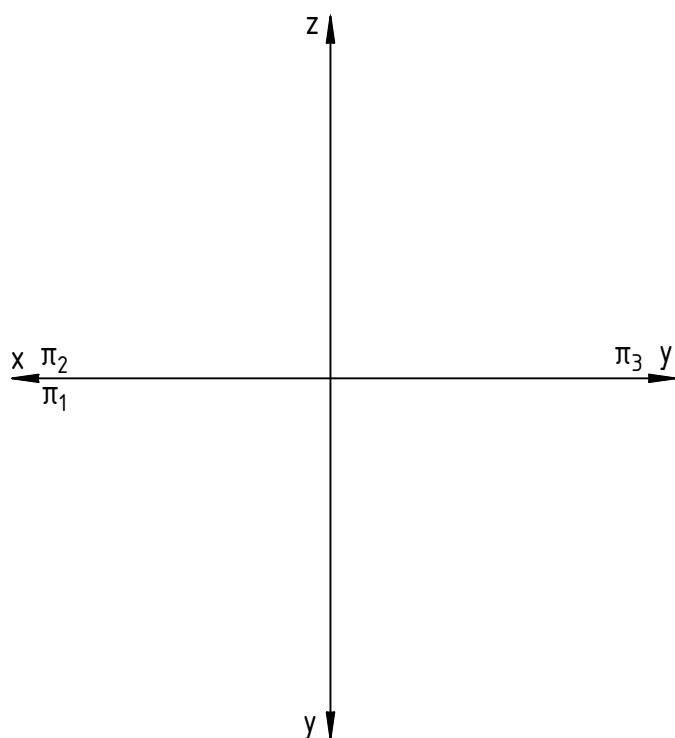


Теорема о проецировании прямого угла

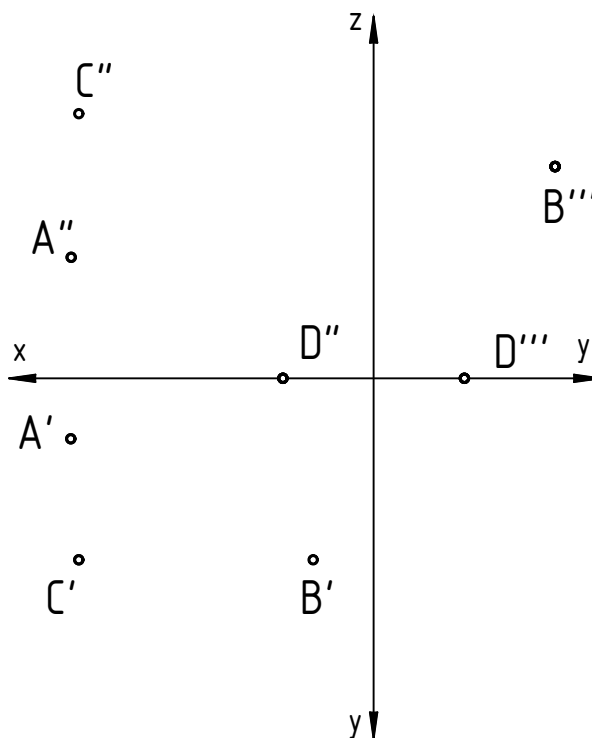
Если одна сторона прямого угла параллельна плоскости проекций, а другая не перпендикулярна этой же плоскости, то на эту плоскость проекций прямой угол проецируется в натуральную величину.



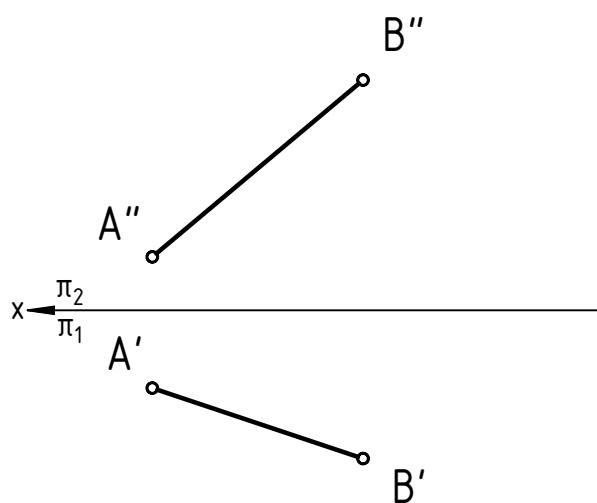
1.1. По заданным координатам точек построить проекции отрезков AB и CD: A(35;10;5) B(20;30;30) C(15;20;10) D(0;40;35). Определить их взаимное положение.



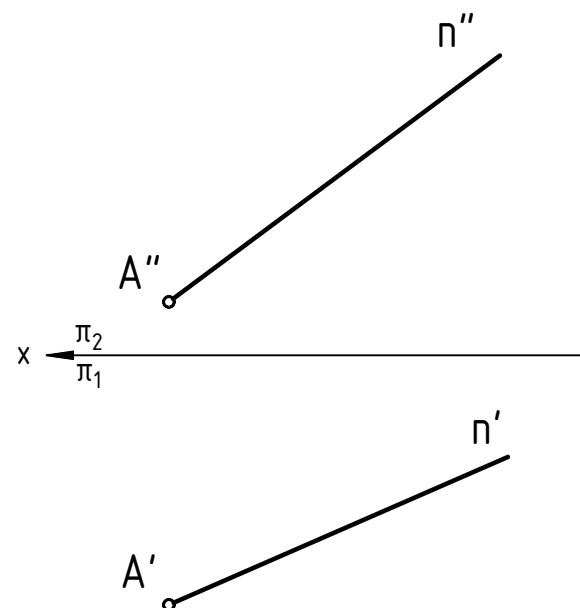
1.2. Построить три проекции отрезков AB и CD. Определить их взаимное положение.



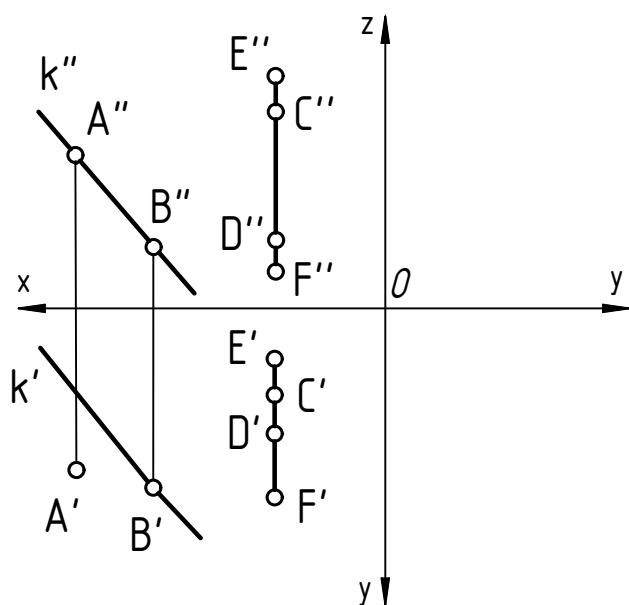
1.3. Найти натуральную величину отрезка AB и углы наклона этого отрезка к плоскостям проекций π_1 и π_2 .



1.4. На заданной прямой n отложить отрезок AB, равный 25 мм.

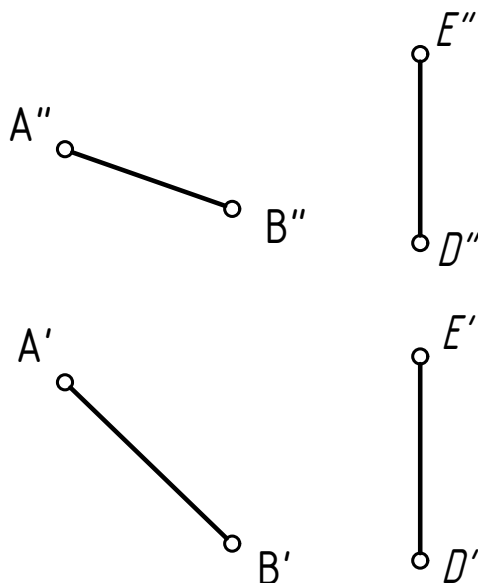


1.5. Определить, принадлежат ли точки A и B прямой k и точки C и D прямой EF.

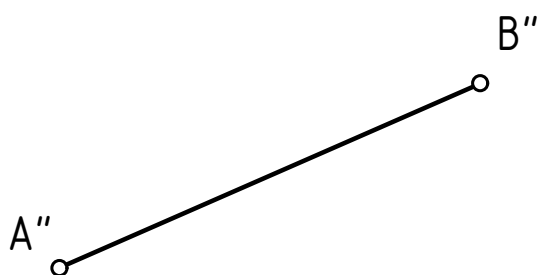


1.6. Данные отрезки разделить в отношениях:

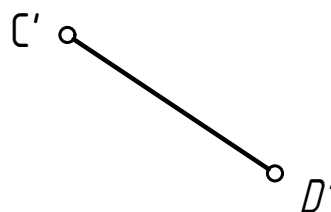
$$\frac{AC}{BC} = \frac{2}{3}; \quad \frac{DF}{EF} = \frac{1}{4}.$$



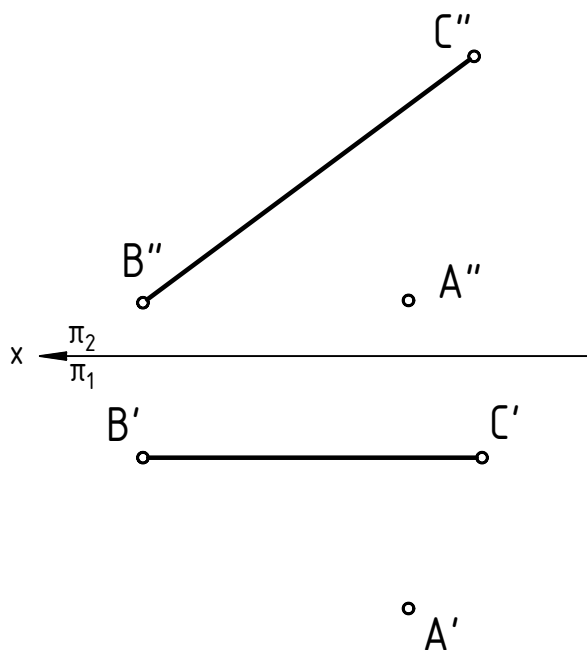
1.7. Построить горизонтальную проекцию отрезка AB, истинная величина которого равна 65 мм.



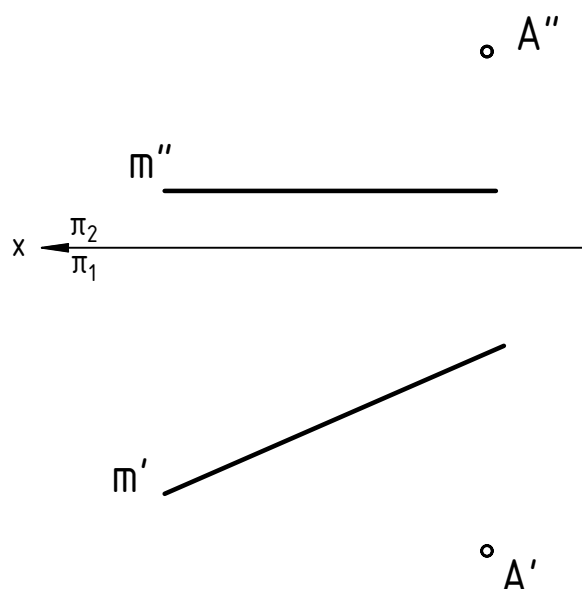
1.8. Построить фронтальную проекцию отрезка CD, наклоненного к плоскости π_1 под углом 45° .



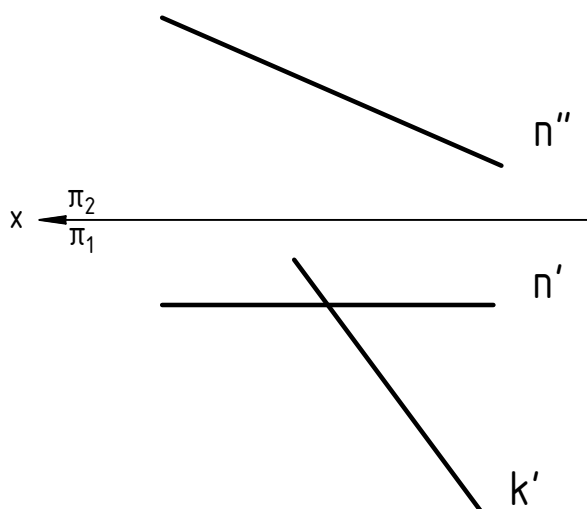
1.9. Определить натуральную величину расстояния от точки A до отрезка BC.



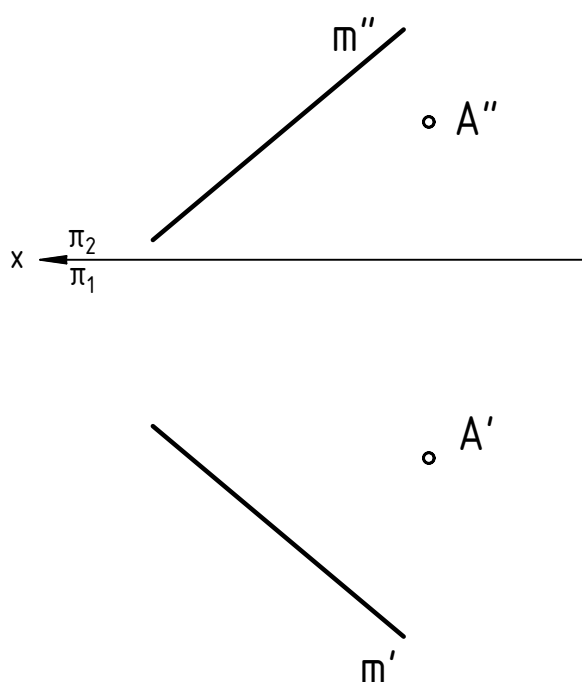
1.10. Построить квадрат ABCD со стороной BC, принадлежащей прямой m.



1.11. Построить равнобедренный треугольник ABC с основанием BC длиной 40 мм, высота AO которого равна 30 мм. Основание принадлежит прямой n, высота принадлежит прямой k.

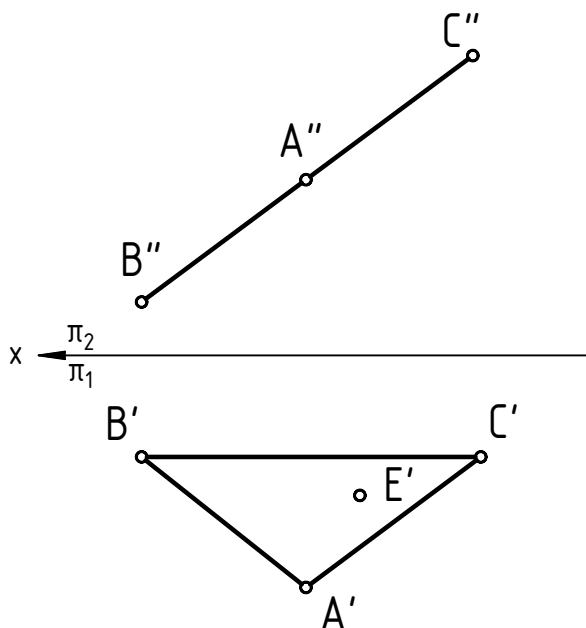


1.12. Построить плоскость α , заданную параллельными прямыми m и n. Точка A принадлежит прямой n. Провести произвольные горизонталь h и фронталь f плоскости α .

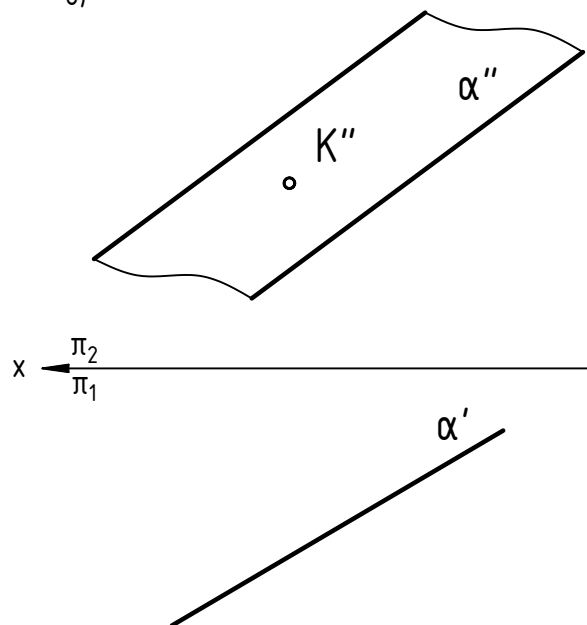


1.13. Назвать заданные плоскости. Достроить недостающие проекции точек, принадлежащих этим плоскостям.

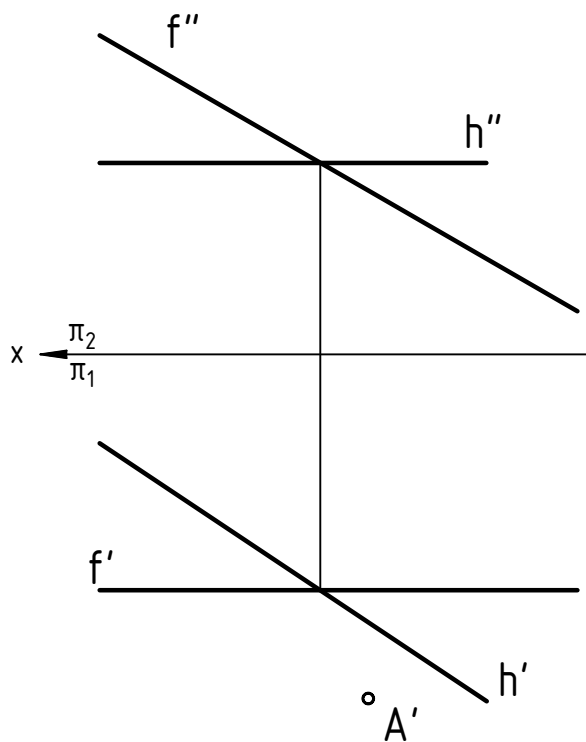
а)



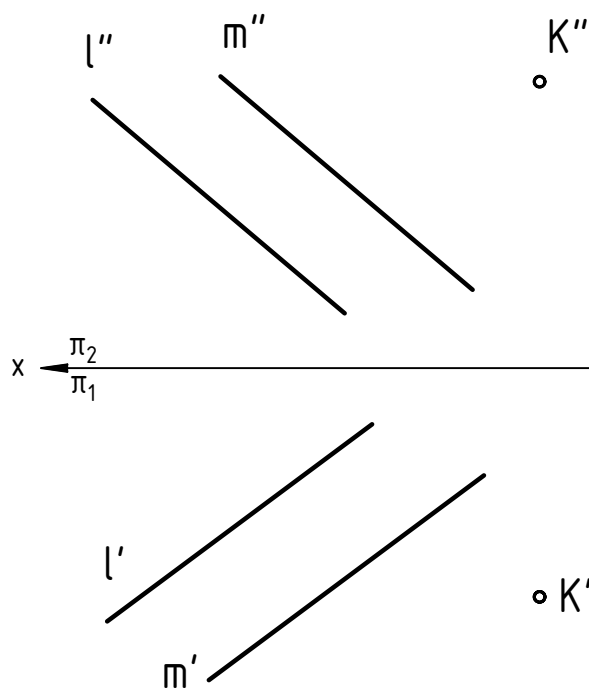
б)



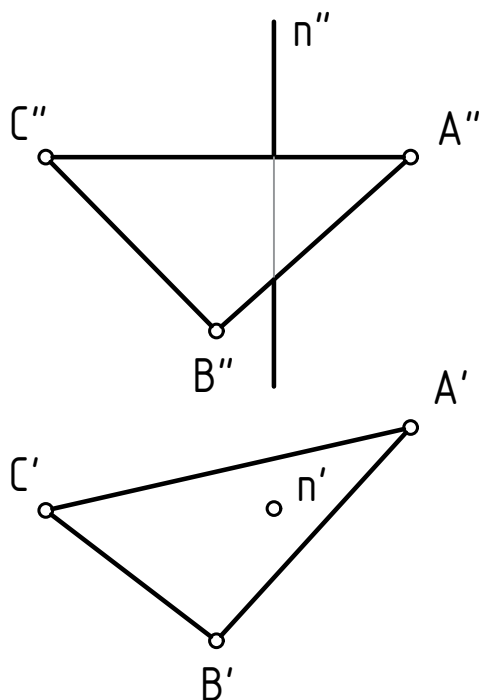
в)



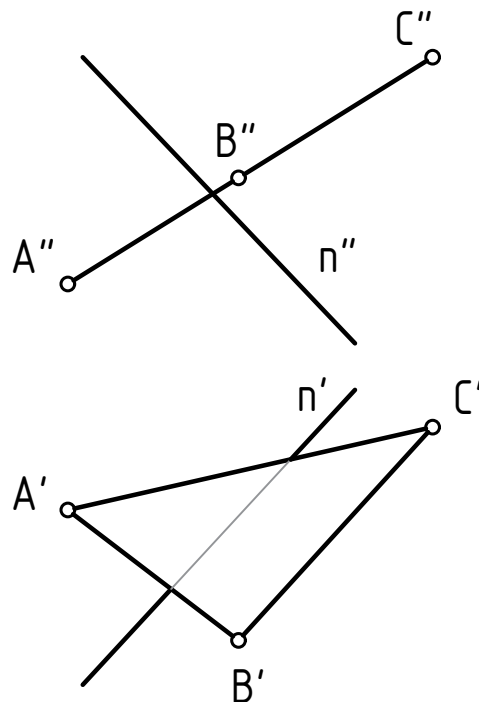
1.14. Через точку K провести плоскость, параллельную данной.



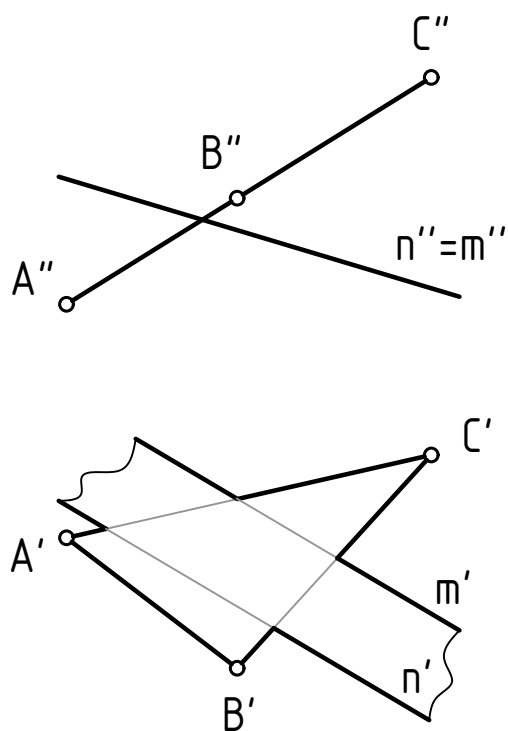
1.15. Построить точку пересечения прямой p и плоскости ABC . Определить относительную видимость.



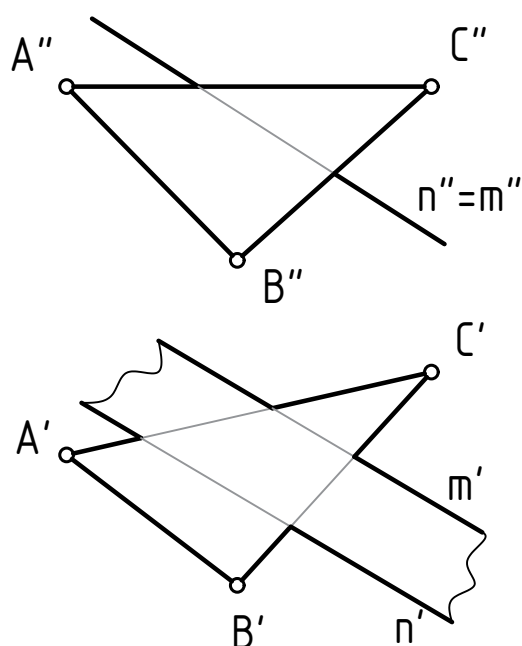
1.16. Построить точку пересечения прямой p и плоскости ABC . Определить относительную видимость.



1.17. Построить линию пересечения двух плоскостей. Определить их относительную видимость.

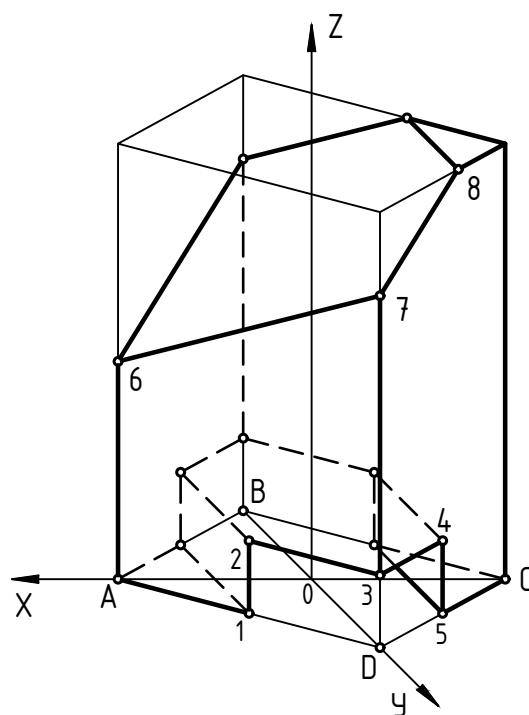
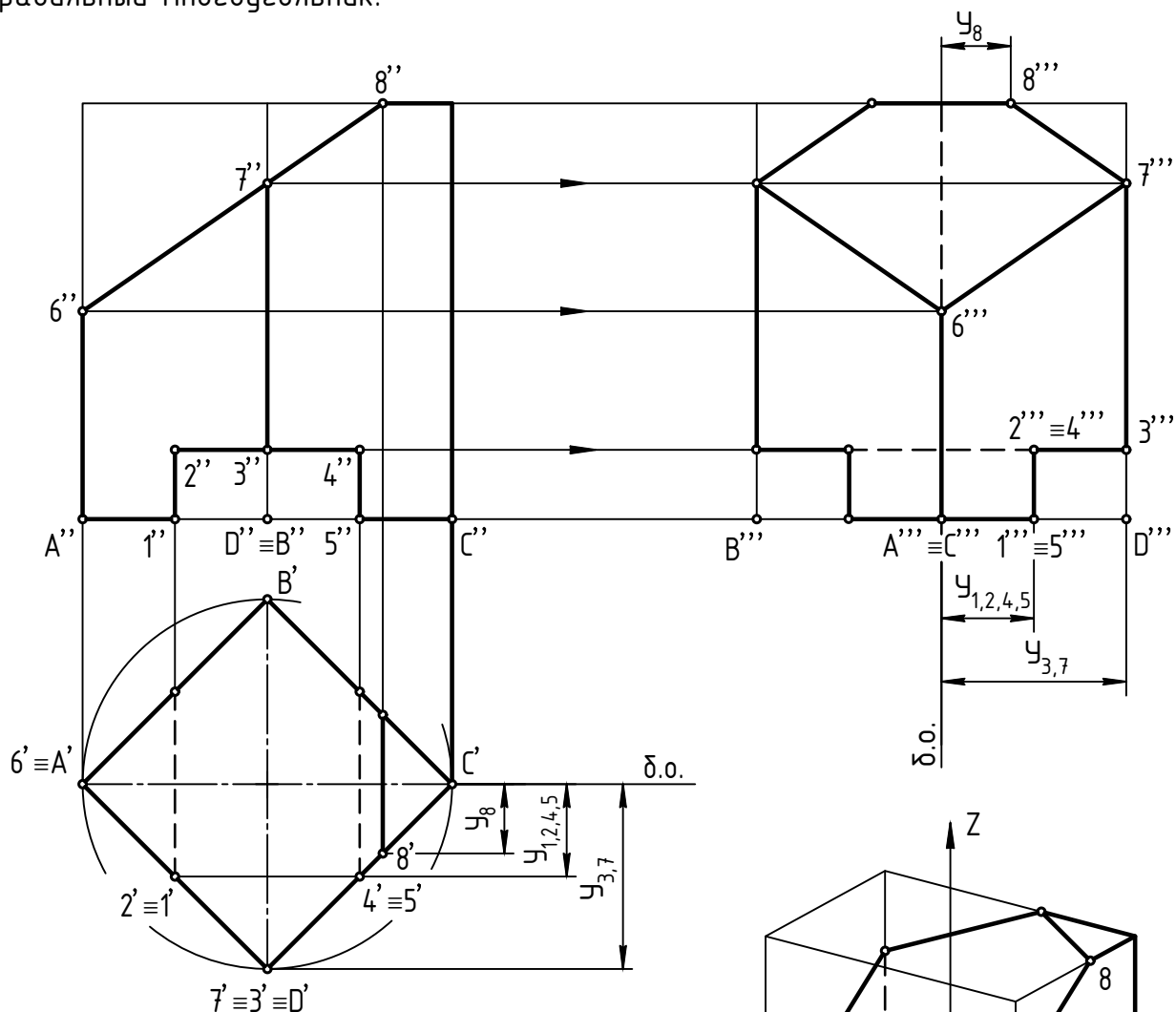


1.18. Построить линию пересечения двух плоскостей. Определить их относительную видимость.



РАЗДЕЛ 2 ПОВЕРХНОСТИ. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА

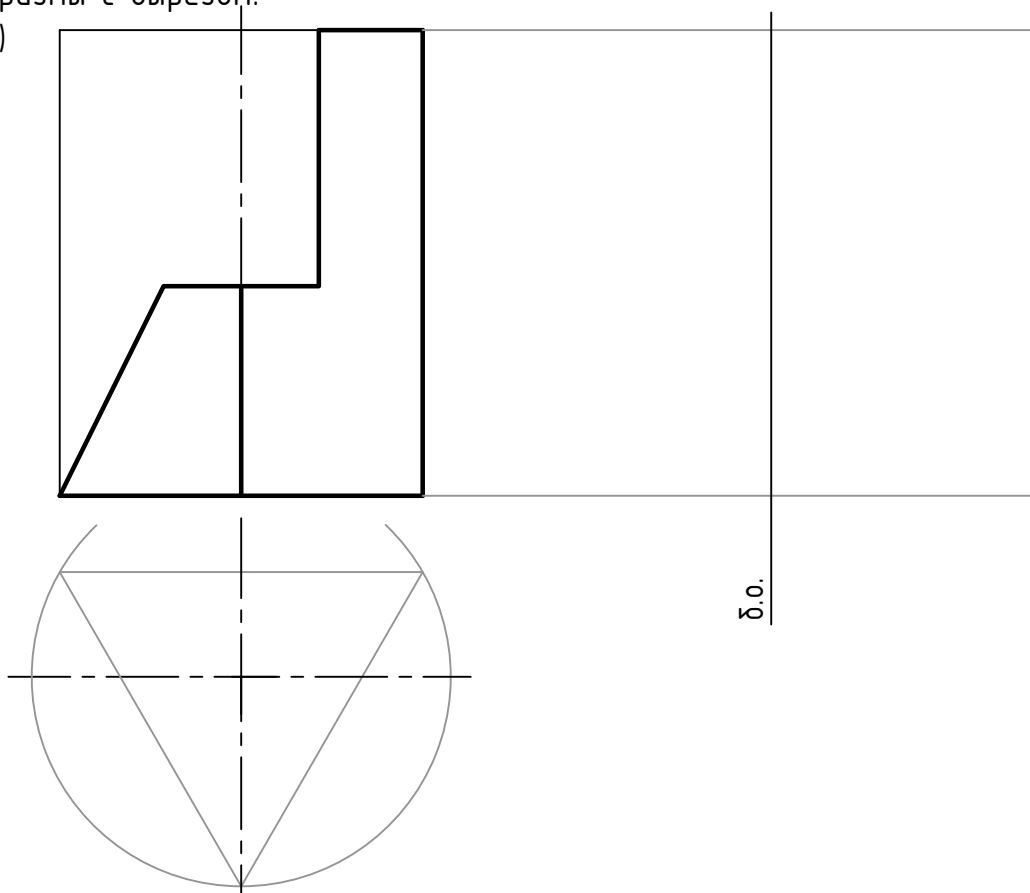
Правильная призма – это прямая призма, основанием которой является правильный многоугольник.



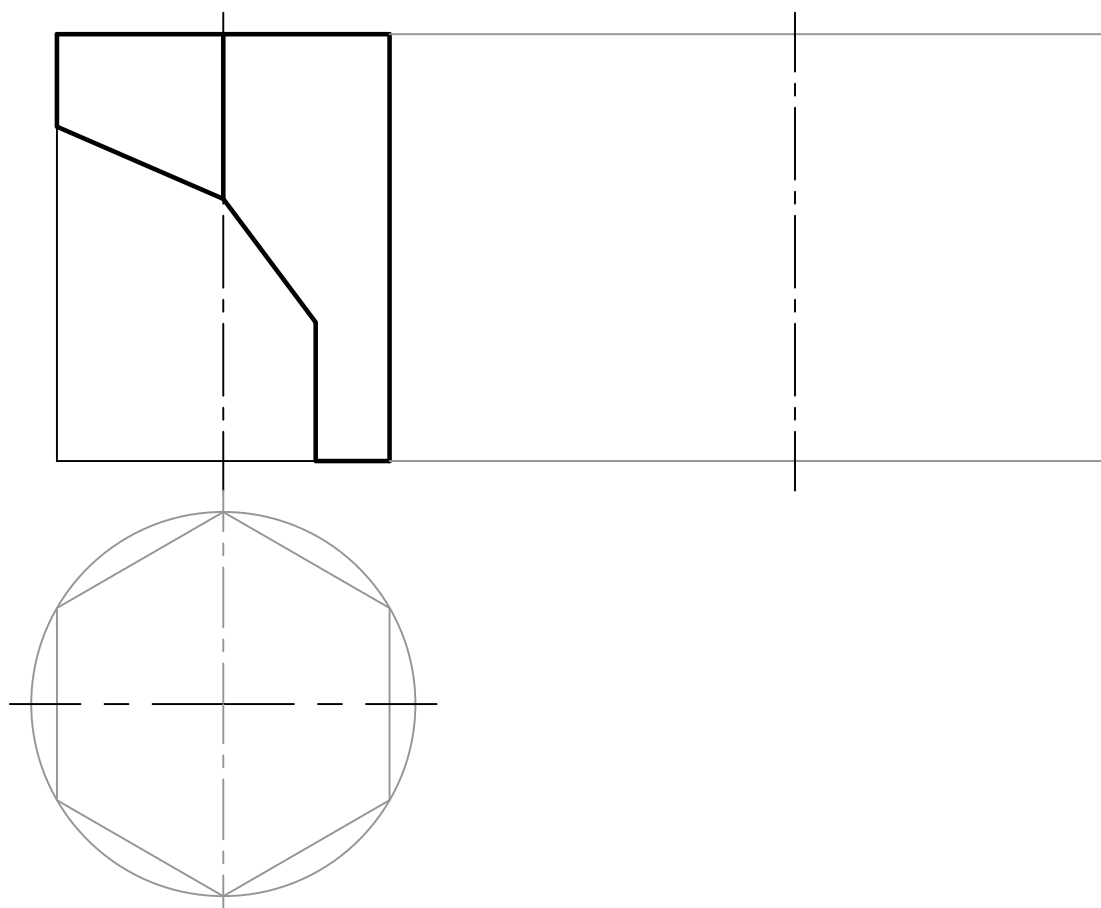
Косоугольная фронтальная диметрия
 $K_x = K_z = 1$; $K_y = 0.5$

2.1. Достроить горизонтальную проекцию и построить профильную проекцию призмы с вырезом.

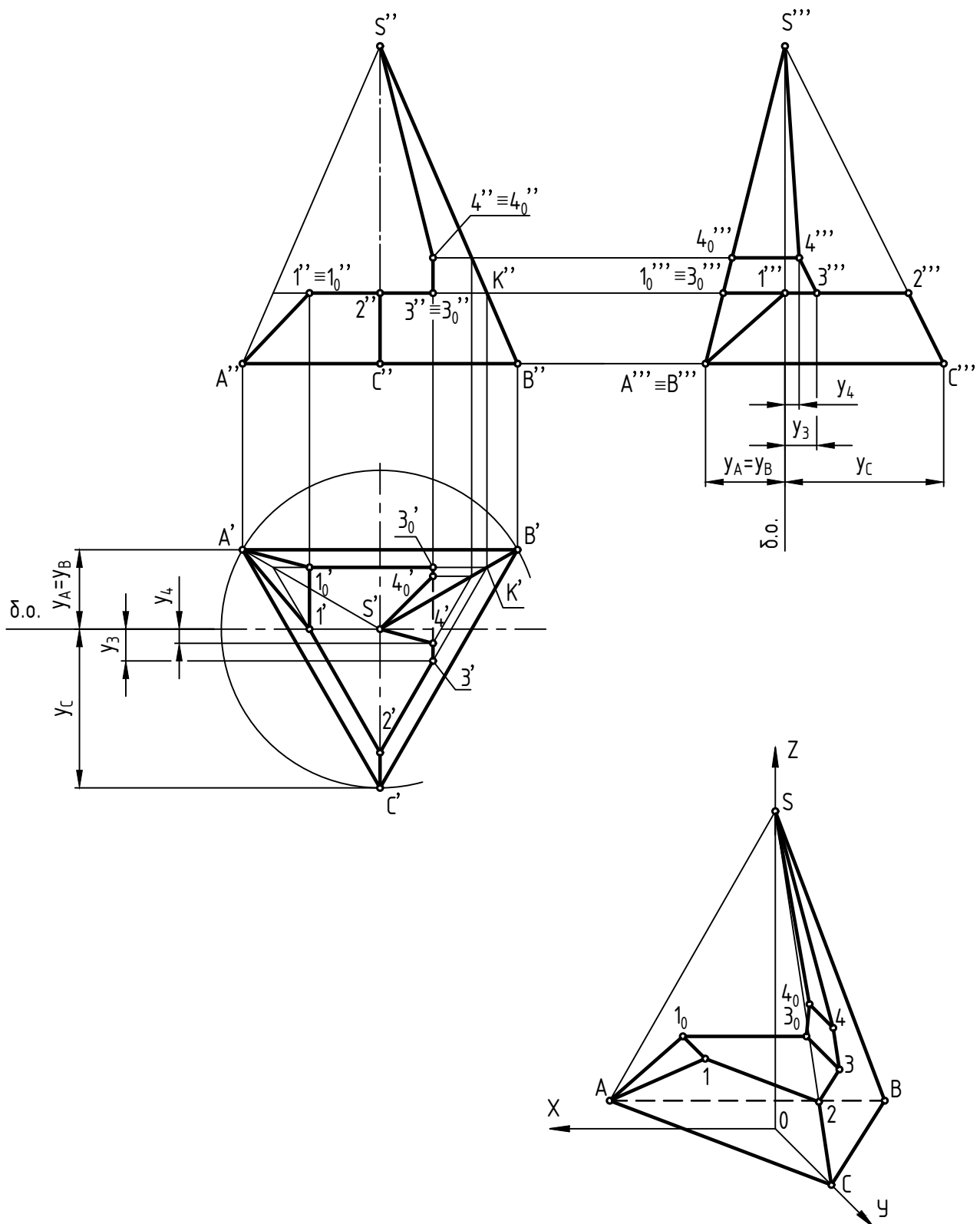
а)



б)



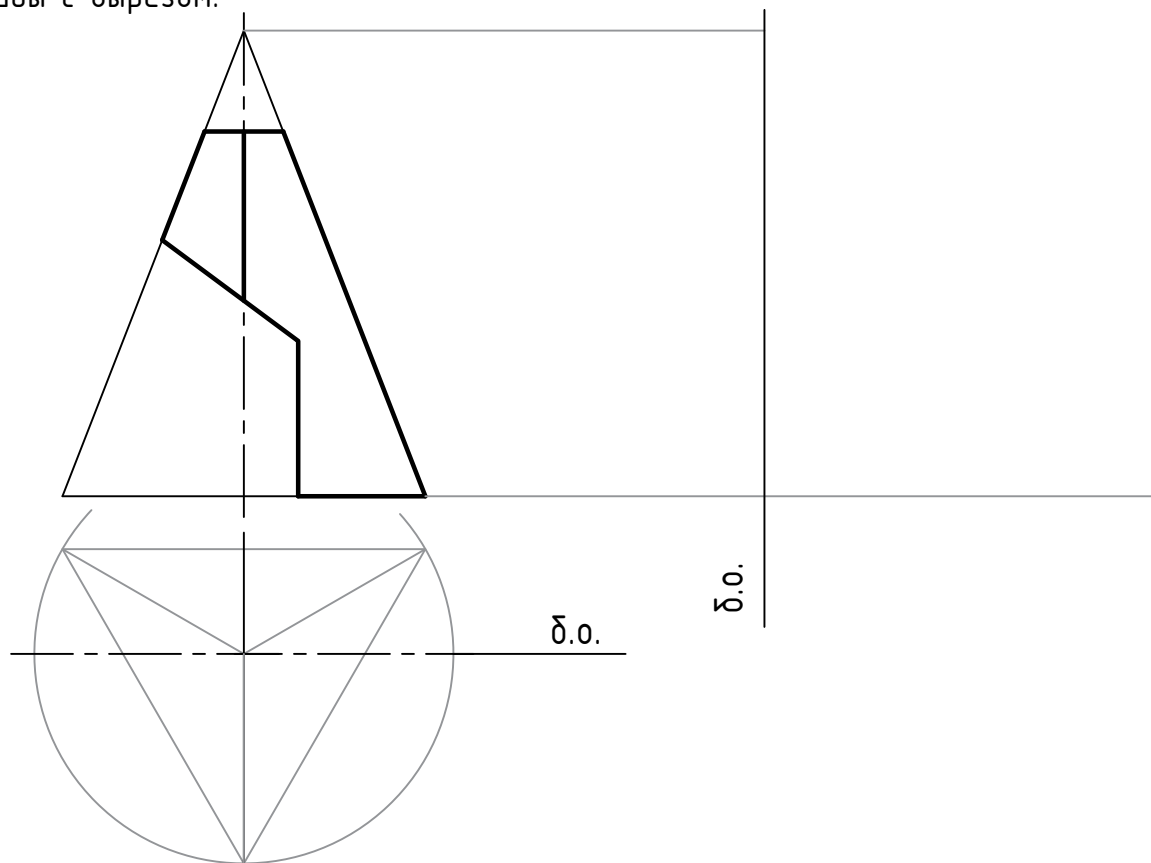
Правильная пирамида – это пирамида, у которой основание является правильным многоугольником, а вершина проецируется в центр основания.



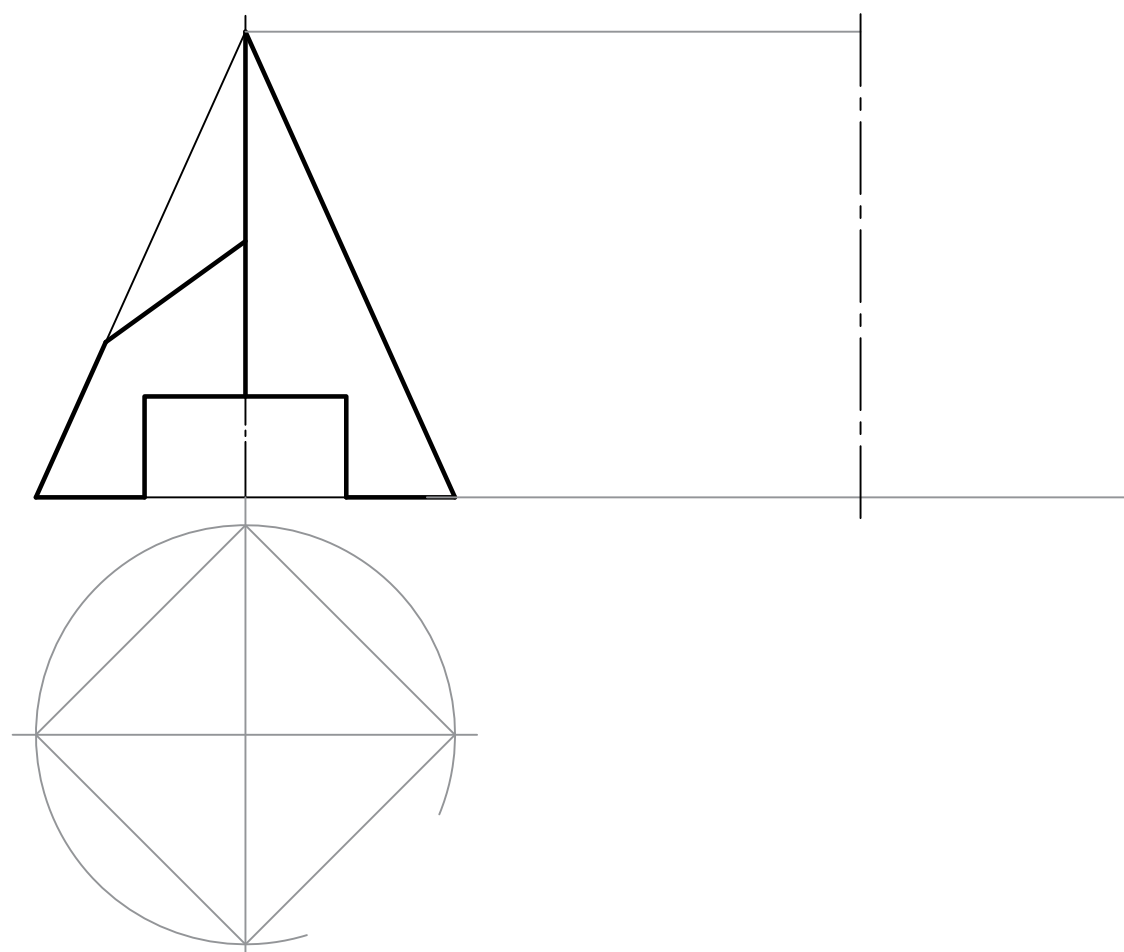
Косоугольная фронтальная диметрия
 $K_x=K_z=1$; $K_y=0.5$

2.2. Достроить горизонтальную проекцию и построить профильную проекцию пирамиды с вырезом.

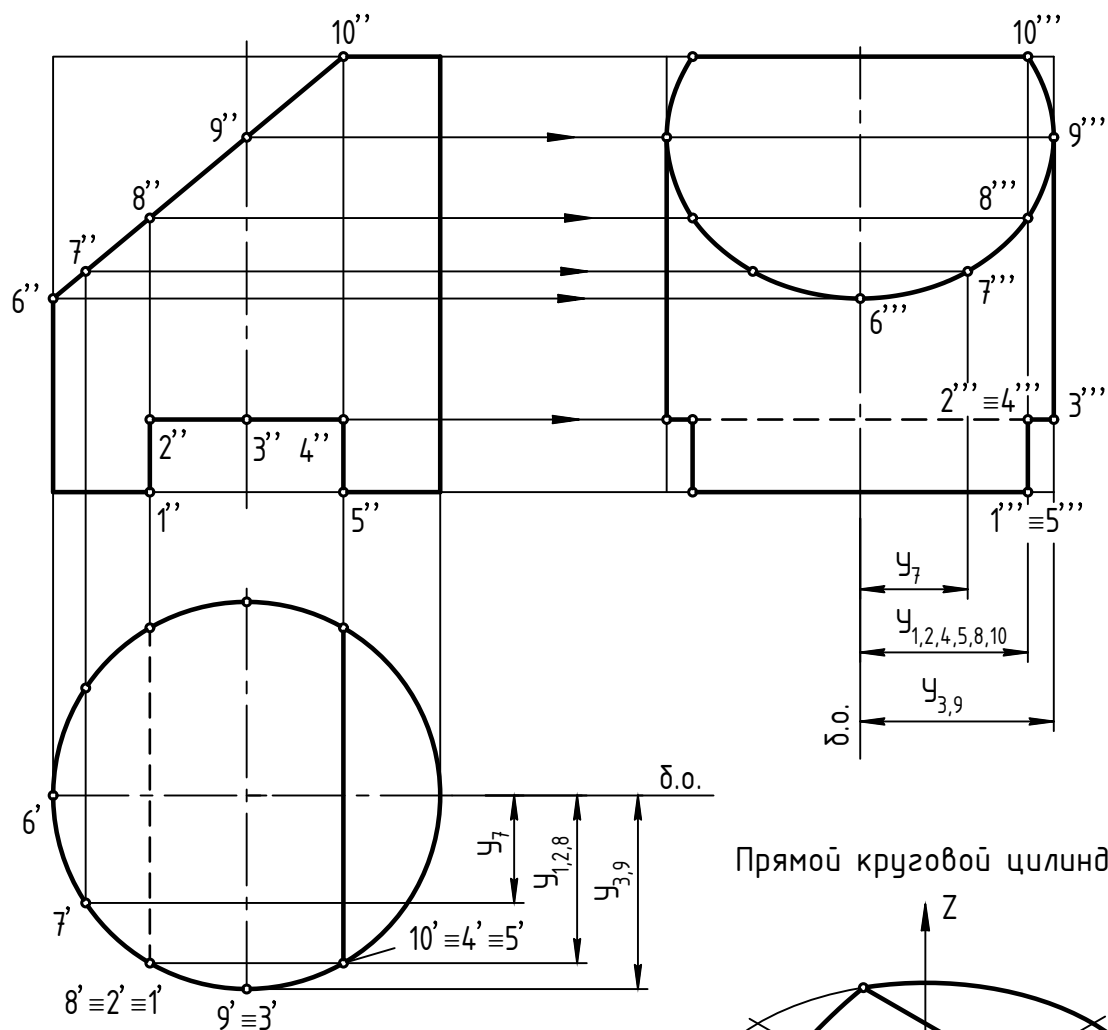
а)



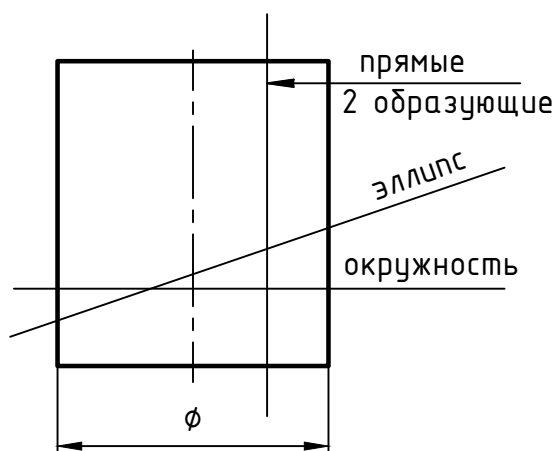
б)



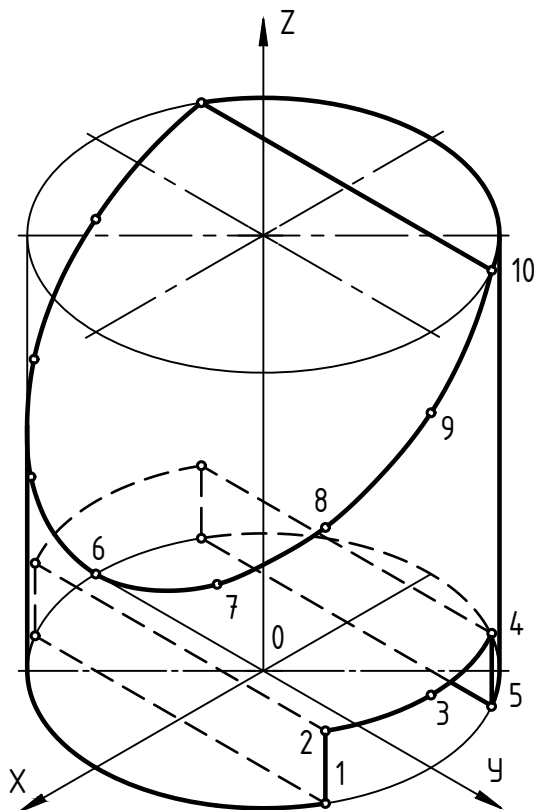
Прямой круговой цилиндр – это геометрическое тело, ограниченное цилиндрической поверхностью вращения и двумя параллельными плоскостями, перпендикулярными оси вращения.



Прямой круговой цилиндр



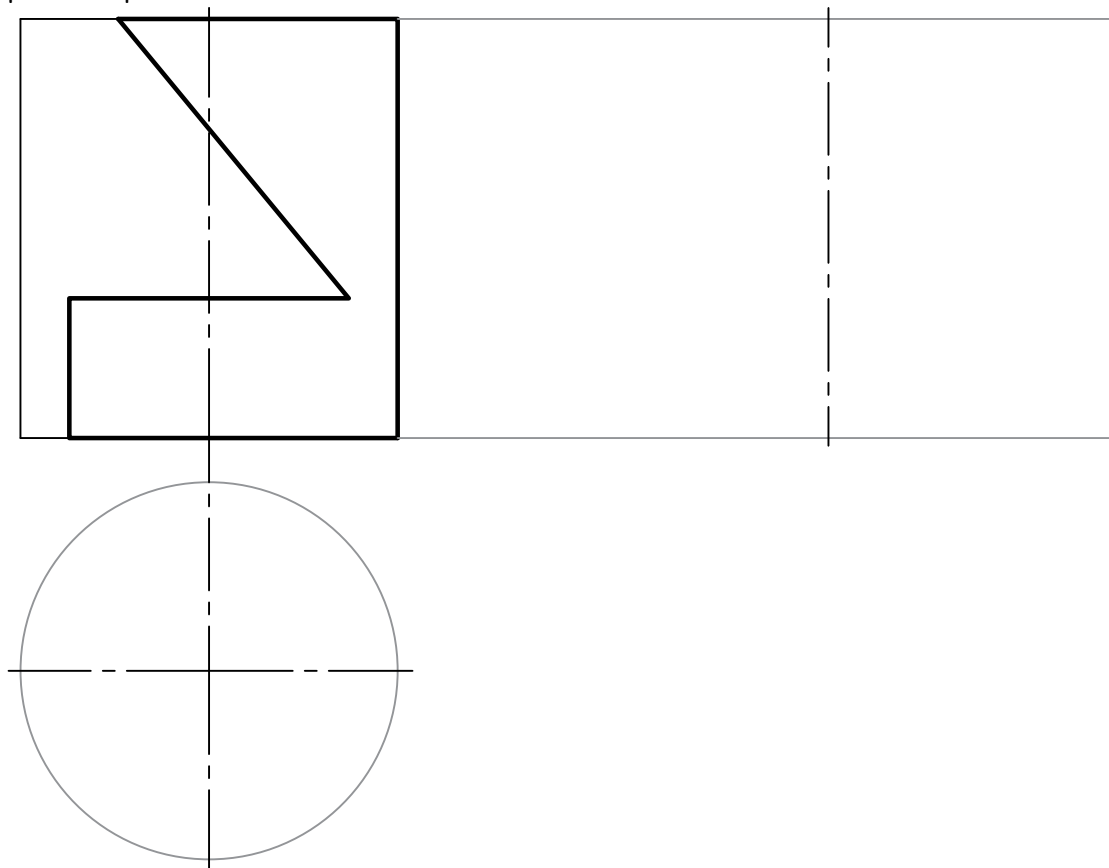
Виды сечений боковой поверхности цилиндра проецирующими плоскостями



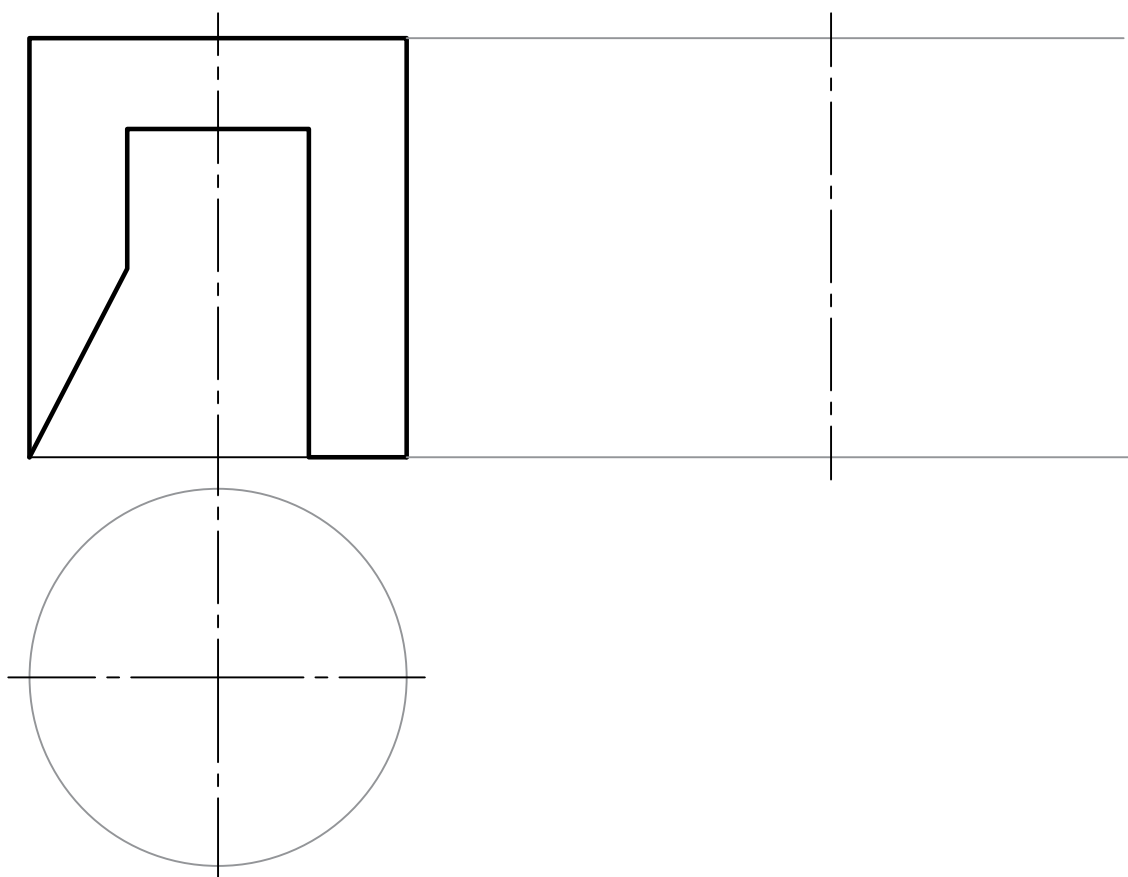
Прямоугольная изометрия $K_x=K_y=K_z=1$

2.3. Достроить горизонтальную проекцию и построить профильную проекцию цилиндра с вырезом.

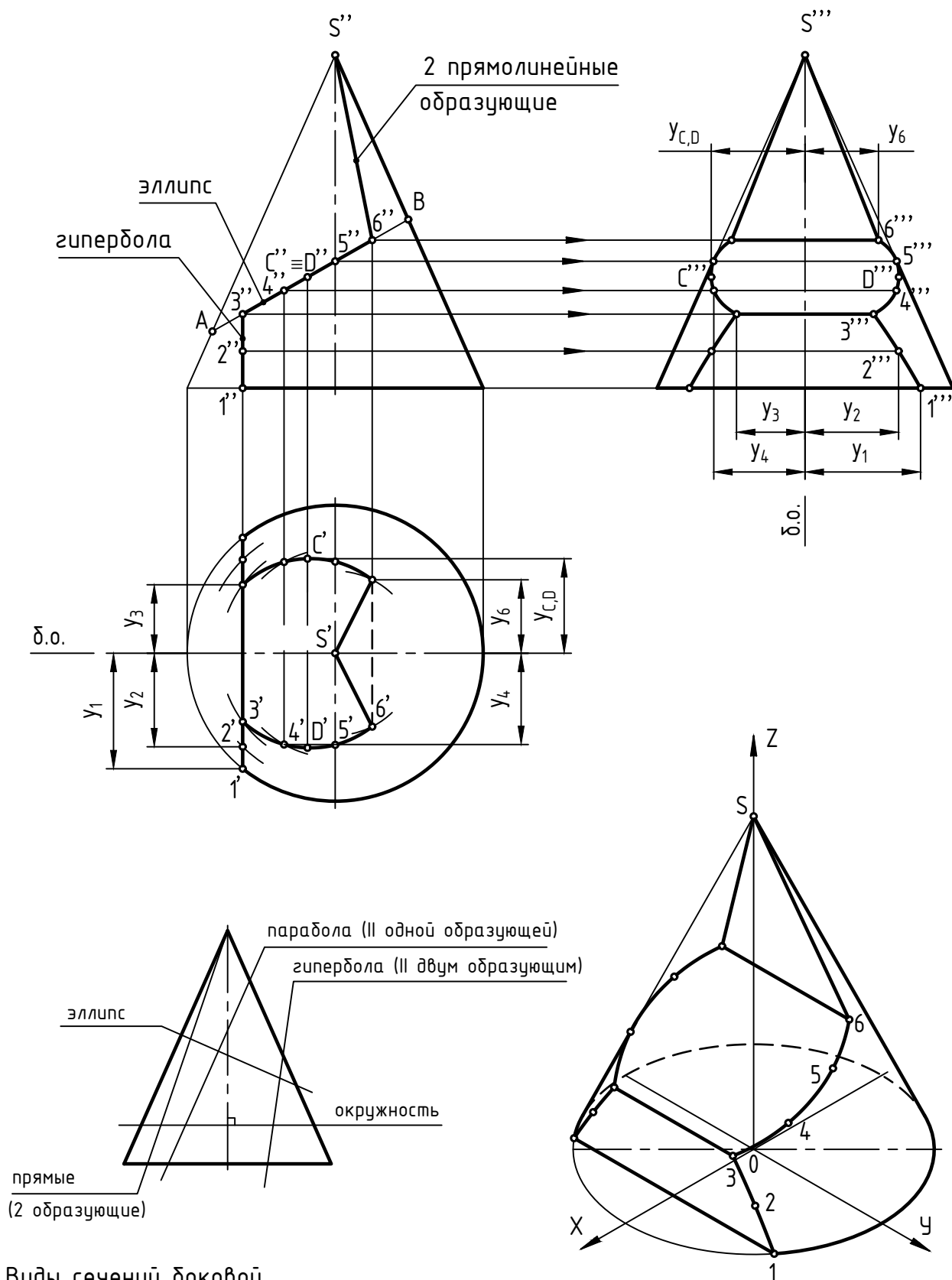
а)



б)



Прямой круговой конус – это геометрическое тело, ограниченное конической поверхностью вращения, вершиной и плоскостью, перпендикулярной оси вращения.

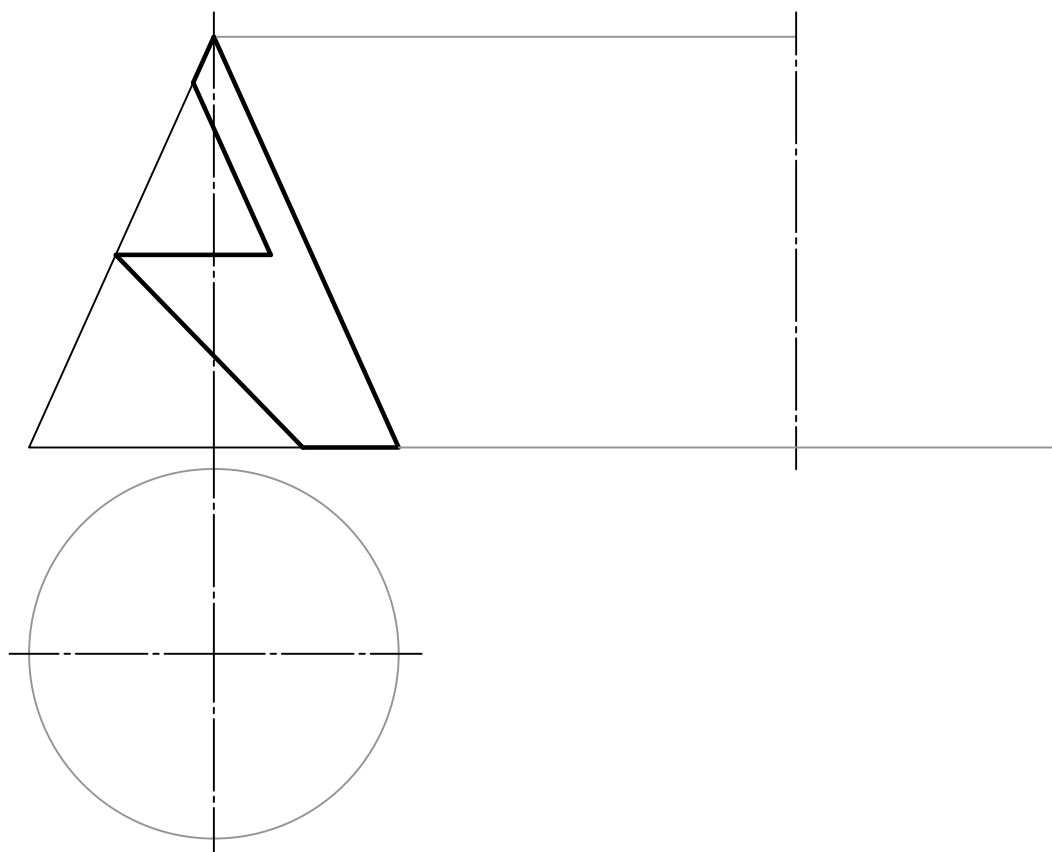


Виды сечений боковой поверхности кругового конуса проецирующими плоскостями

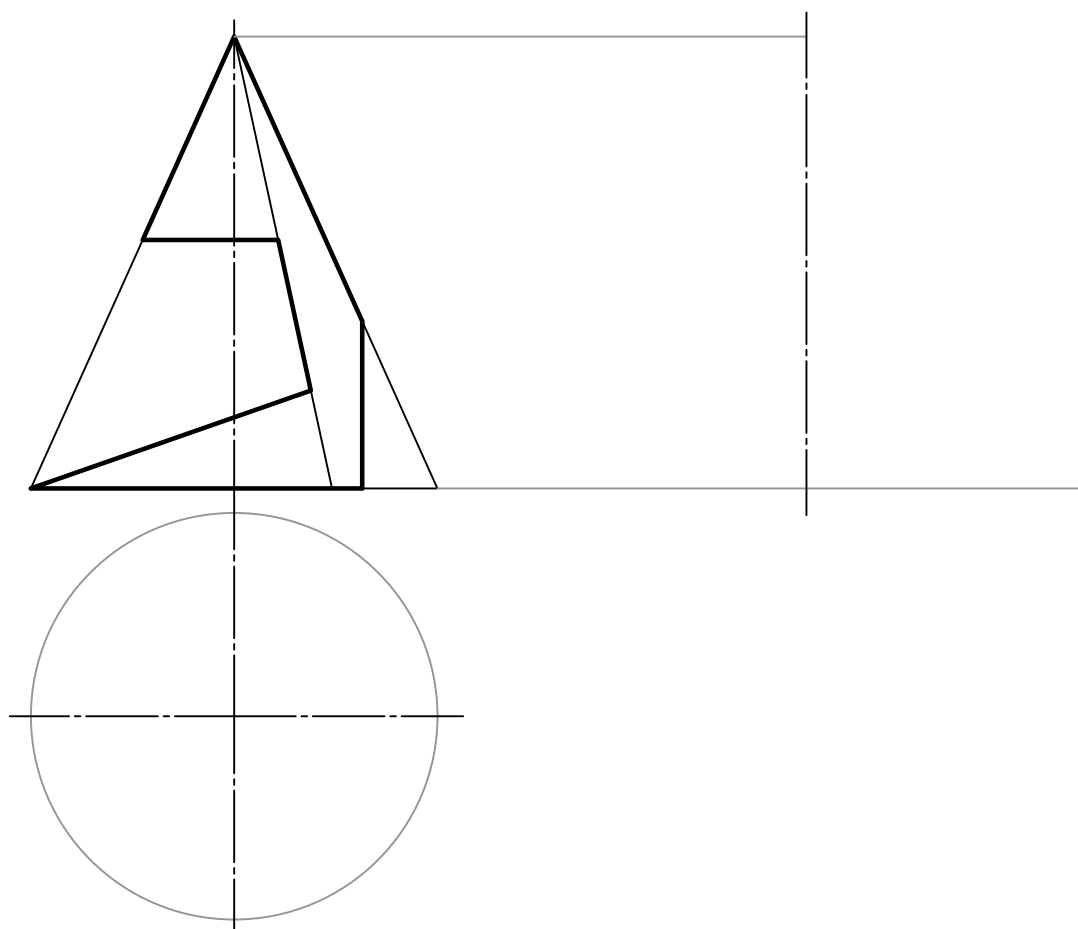
Прямоугольная изометрия $K_x=K_y=K_z=1$

2.4. Достроить горизонтальную проекцию и построить профильную проекцию конуса с вырезом. Подписать конические сечения.

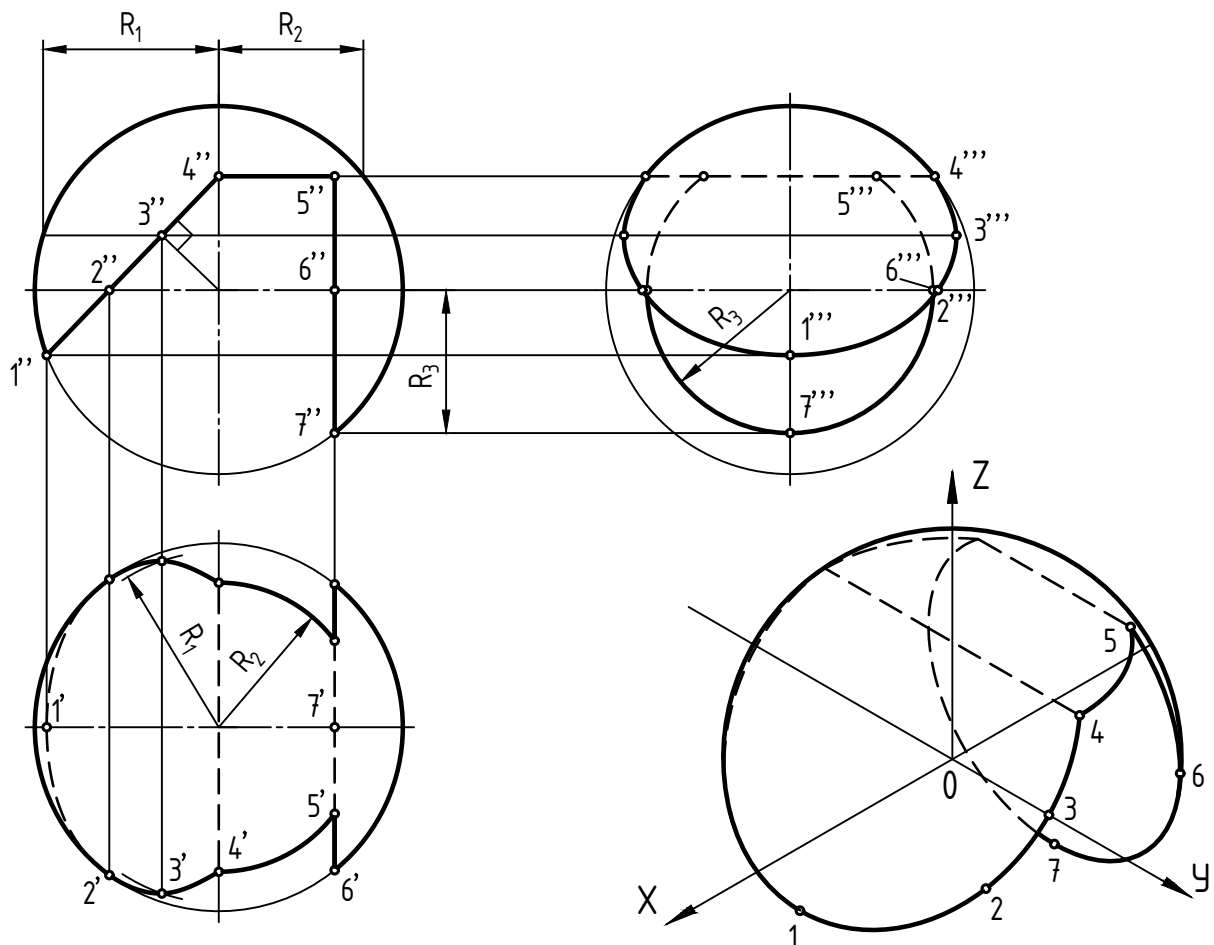
а)



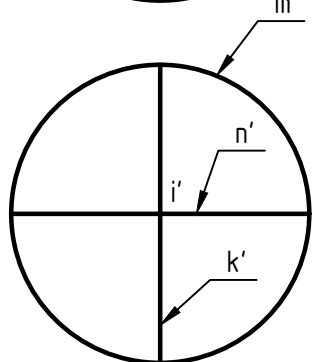
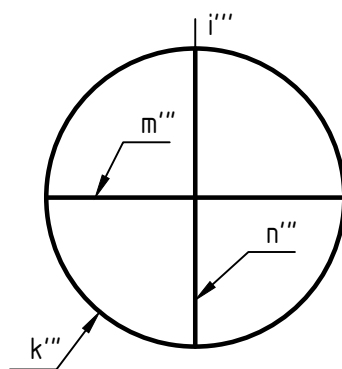
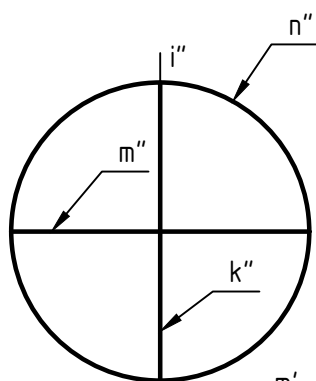
б)



Шар – это геометрическое тело, ограниченное сферической поверхностью. Любая плоскость рассекает поверхность шара по окружности. Эта окружность проецируется в виде отрезка прямой, в виде эллипса или в виде окружности (в зависимости от положения секущей плоскости по отношению к плоскости проекции).



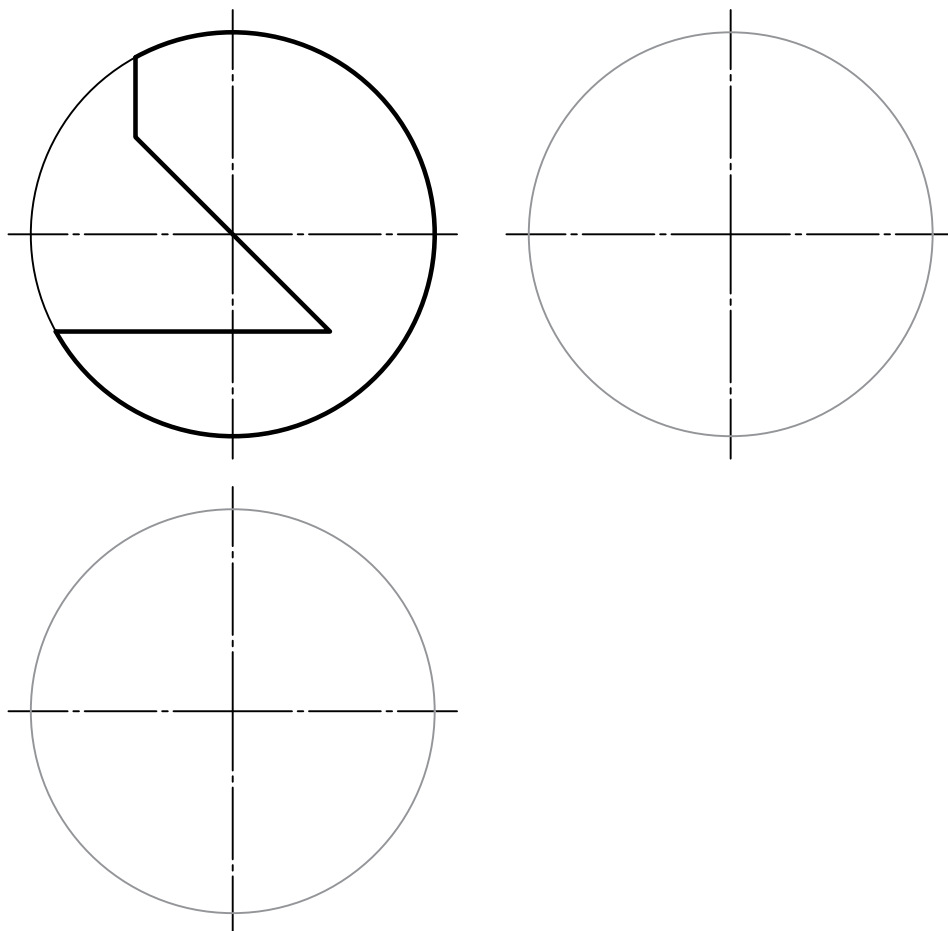
Прямоугольная изометрия $K_x=K_y=K_z=1$



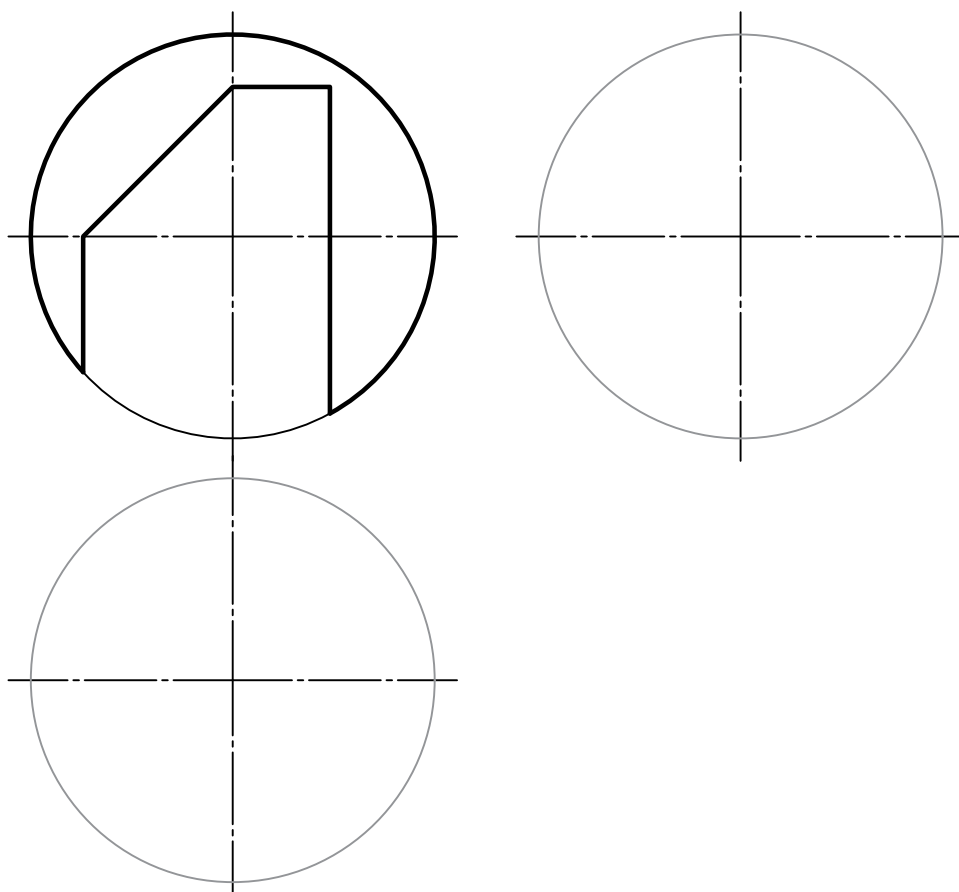
m – экватор
 n – главный фронтальный меридиан
 k – профильный меридиан

2.5. Достроить горизонтальную и профильную проекции шара с вырезом.

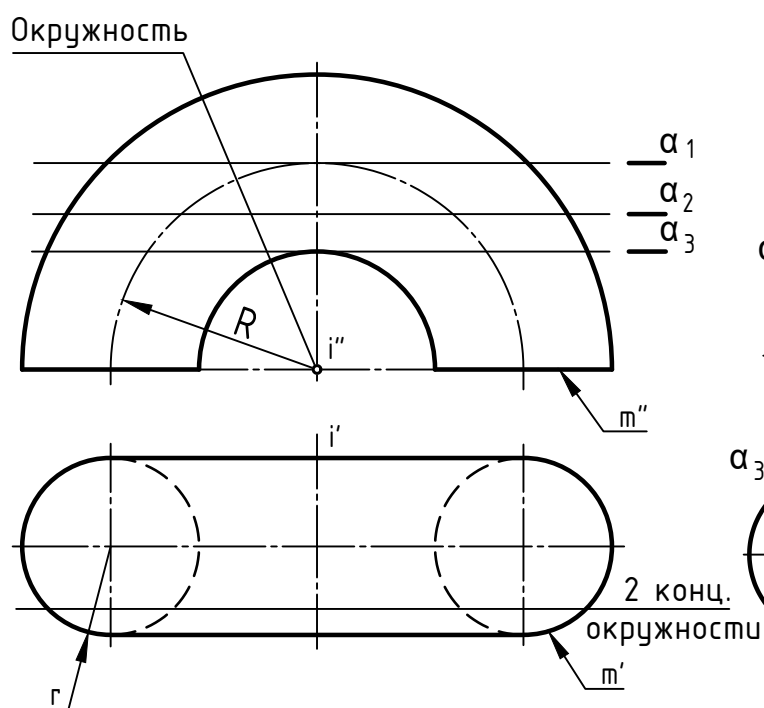
а)



б)

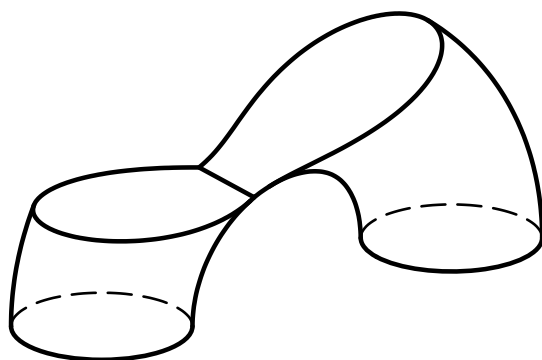
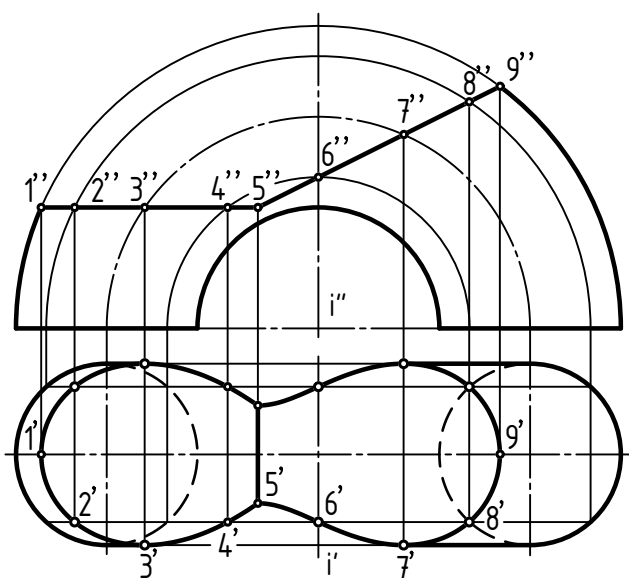
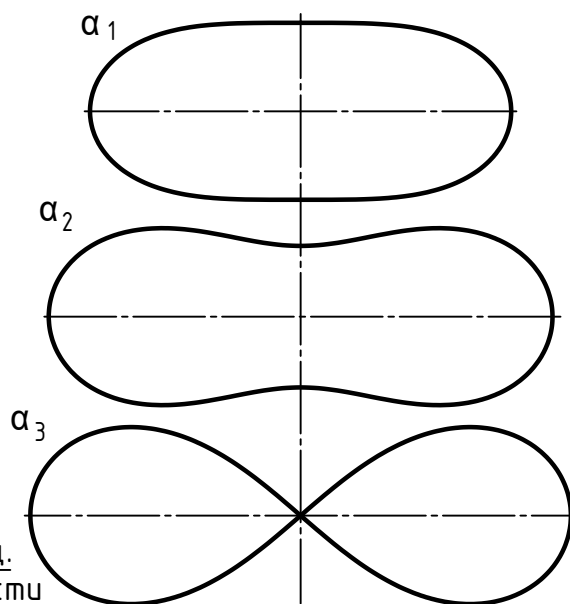


Тор (toroid) – геометрическое тело, ограниченное торовой поверхностью. Торовая поверхность – это поверхность вращения, получаемая вращением образующей окружности m вокруг оси i , лежащей в плоскости этой окружности и не проходящей через ее центр. Тор называется открытым, если радиус образующей окружности r меньше радиуса траектории ее вращения R вокруг оси i .

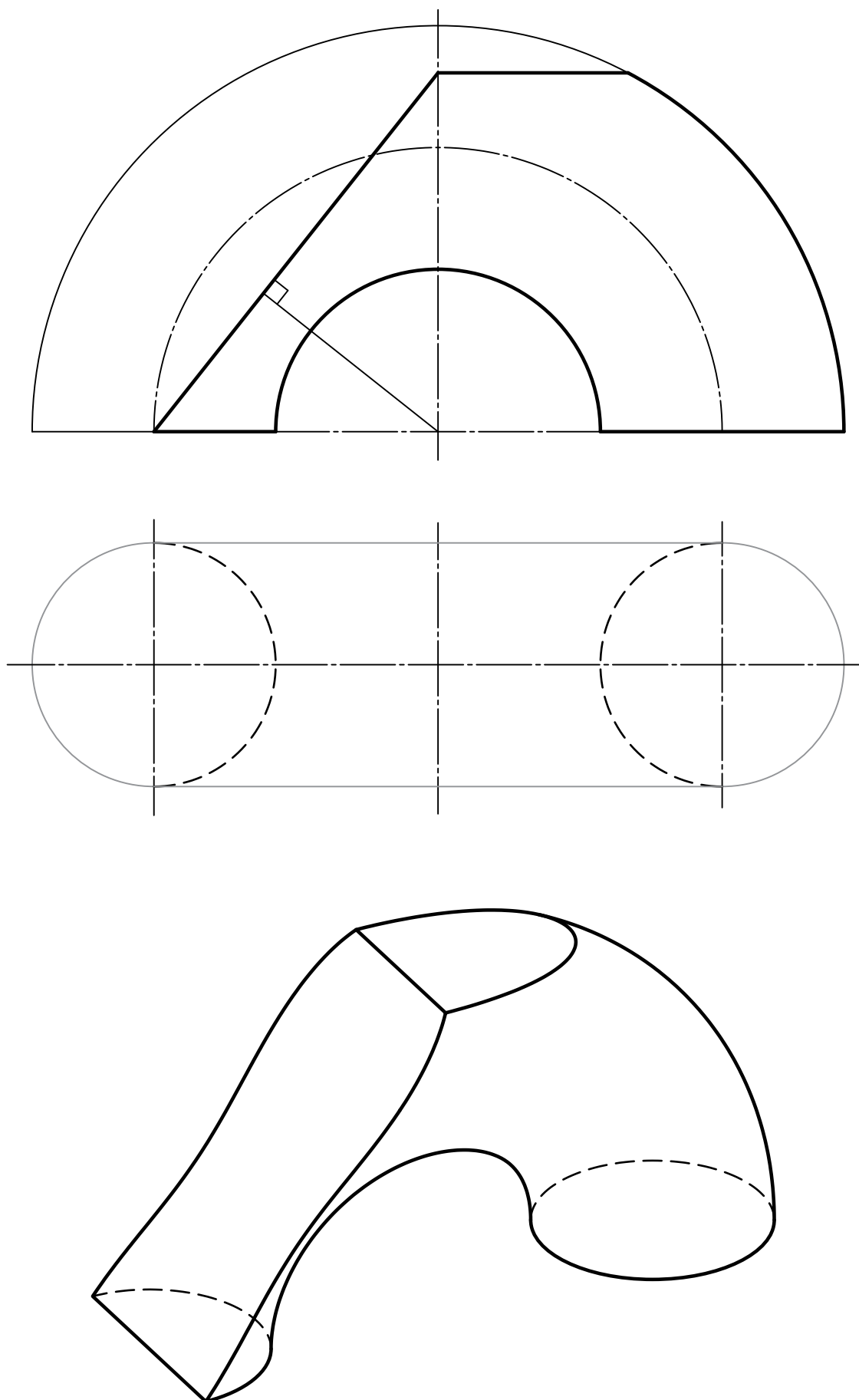


$r < R$ – открытый тор

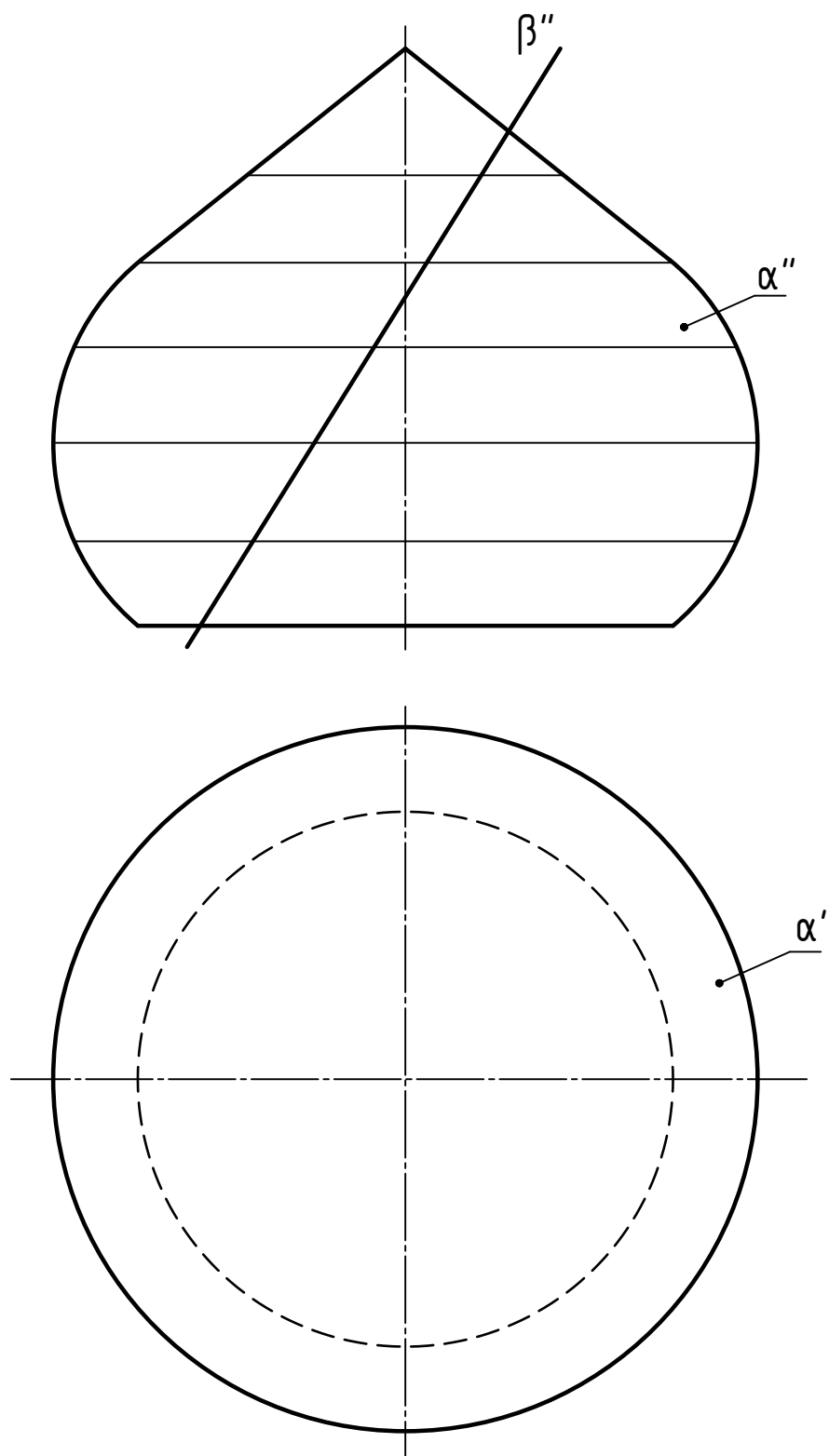
Кривые Персея



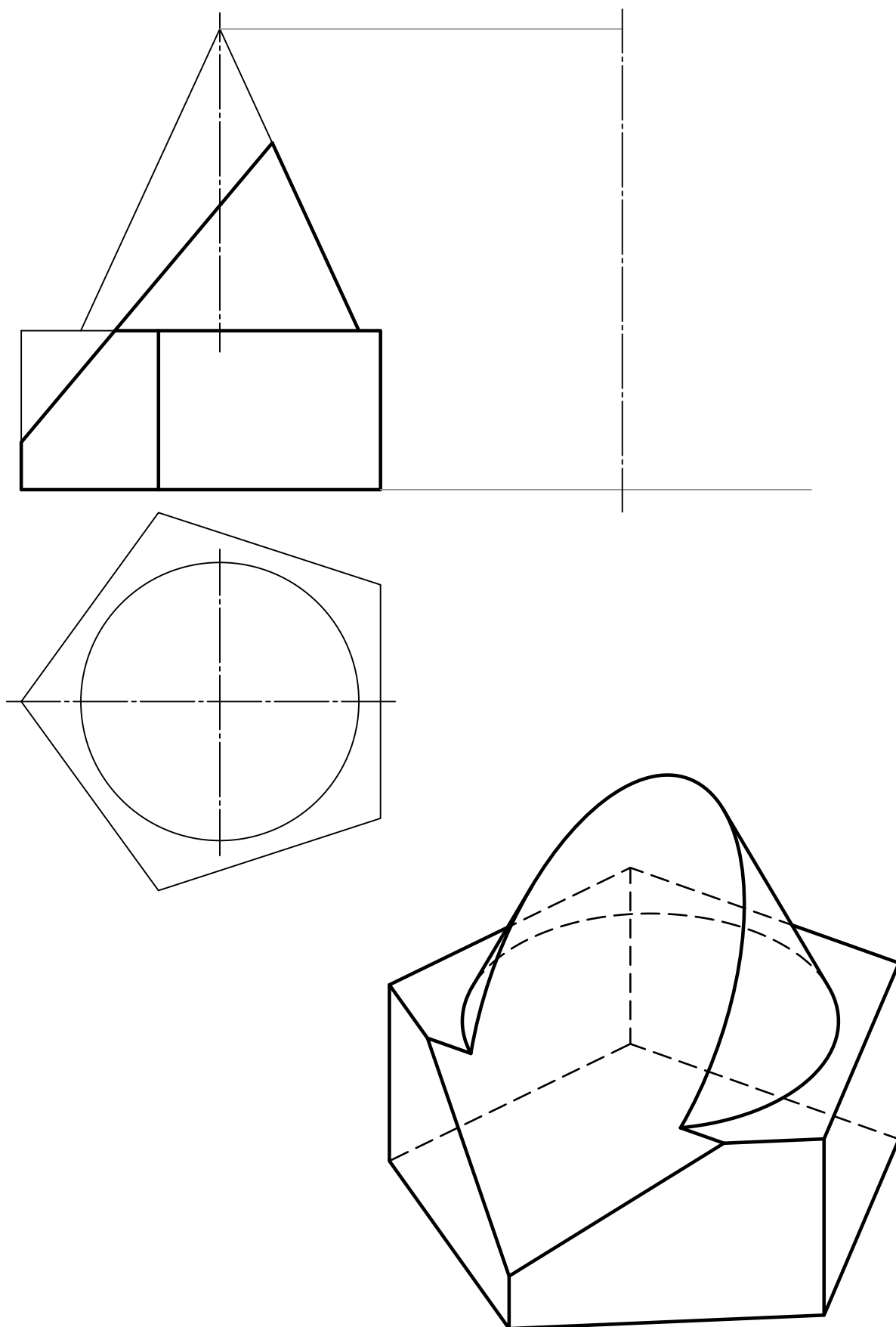
2.6. Достроить горизонтальную проекцию тора с вырезом.



2.7. Построить горизонтальную проекцию линии пересечения тела вращения α фронтально-проецирующей плоскостью β . Записать алгоритм решения задачи.

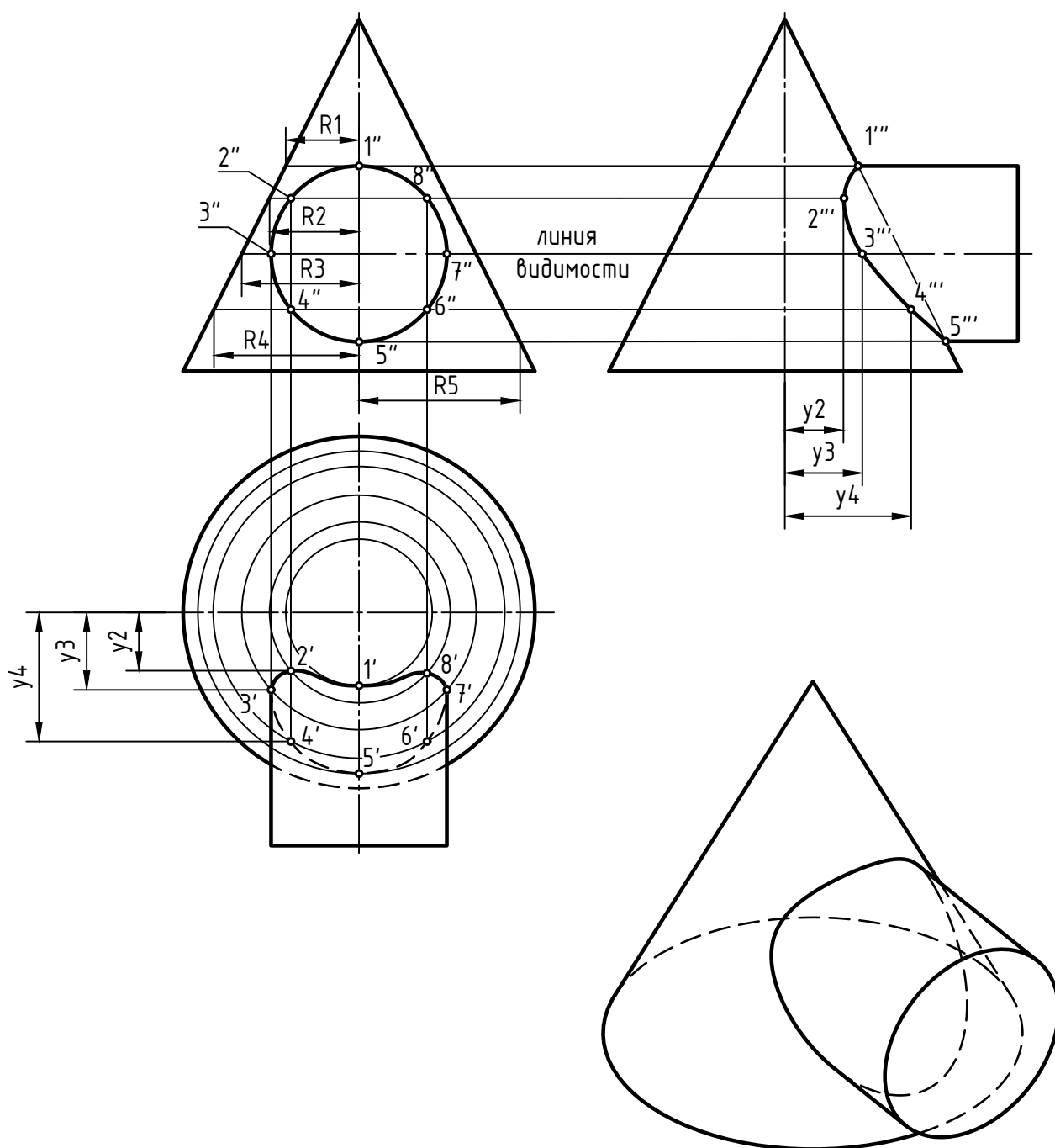


2.8. Достроить горизонтальную проекцию и построить профильную проекцию комбинированного тела со срезом проецирующей плоскостью.

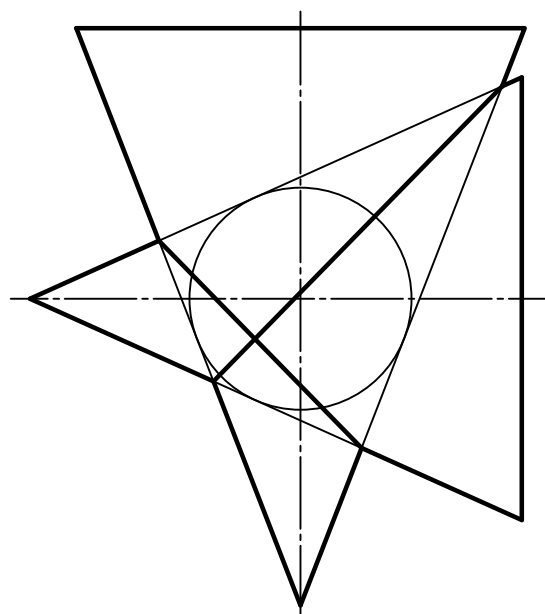


РАЗДЕЛ 3 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

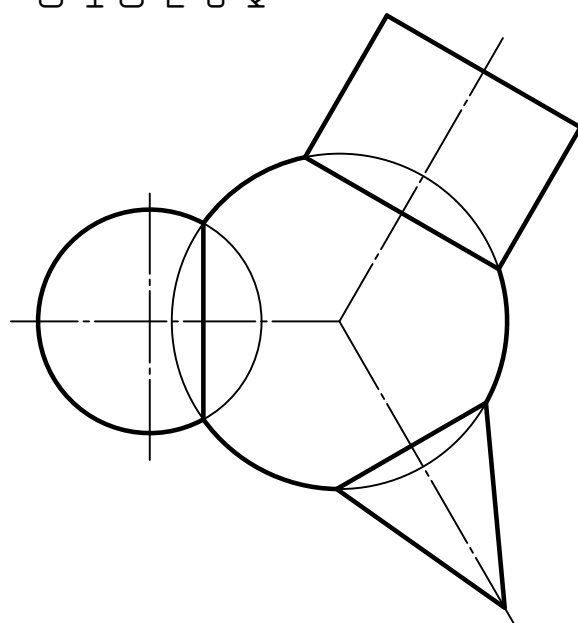
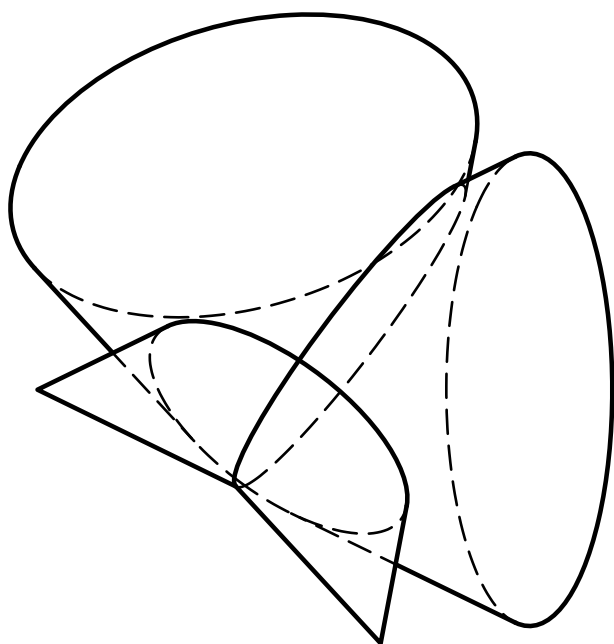
Частные случаи пересечения поверхностей



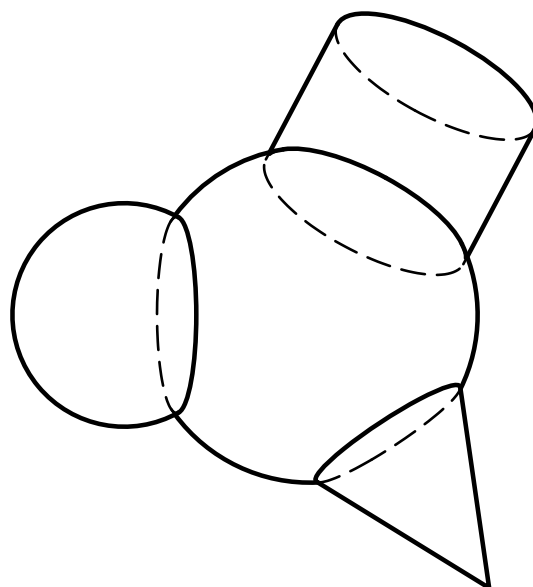
Если у одного либо обоих тел боковая поверхность является проецирующей, то линия пересечения строится как линия, принадлежащая поверхности одного из тел. В данном примере готовую линию пересечения на фронтальной проекции разбивают на промежуточные точки и строят горизонтальные проекции обозначенных точек по их принадлежности поверхности конуса. Далее соединяют точки плавными кривыми линиями с учетом видимости.



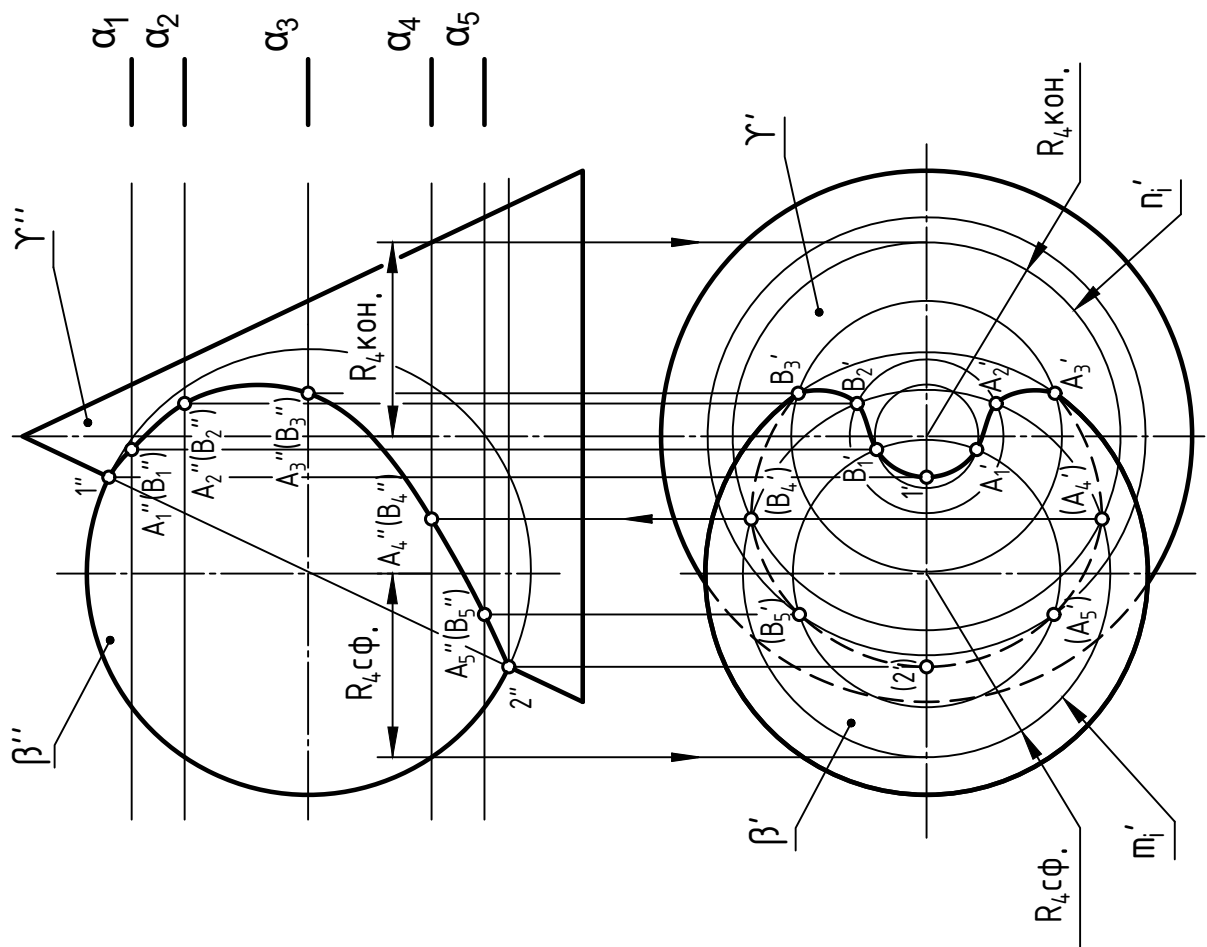
Теорема Монжа: Если две поверхности второго порядка описаны около третьей поверхности второго порядка, то линия их пересечения распадается на две плоские кривые второго порядка.



Соосные поверхности – это поверхности, имеющие общую ось вращения. Соосные поверхности пересекаются по их общим параллелям (окружностям, плоскости которых перпендикулярны их общей оси).



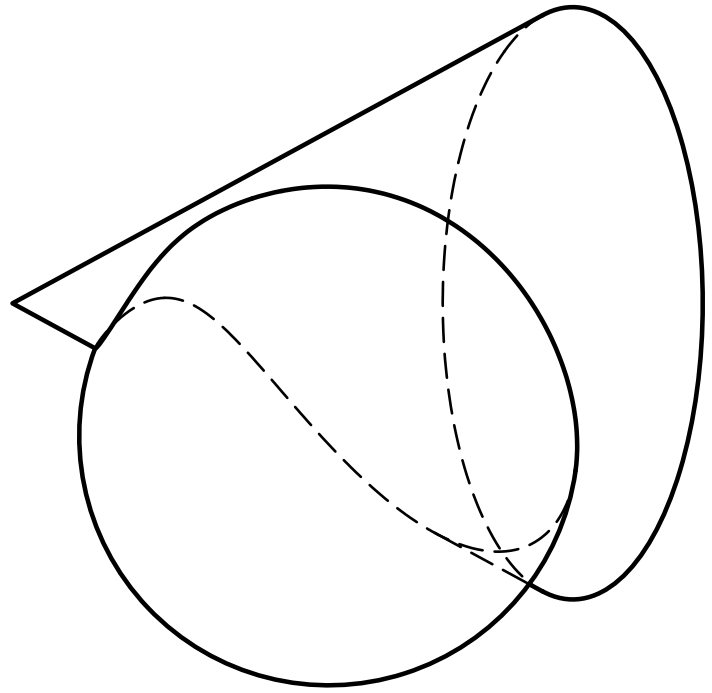
Общие случаи пересечения поверхностей. Способ вспомогательных секущих плоскостей



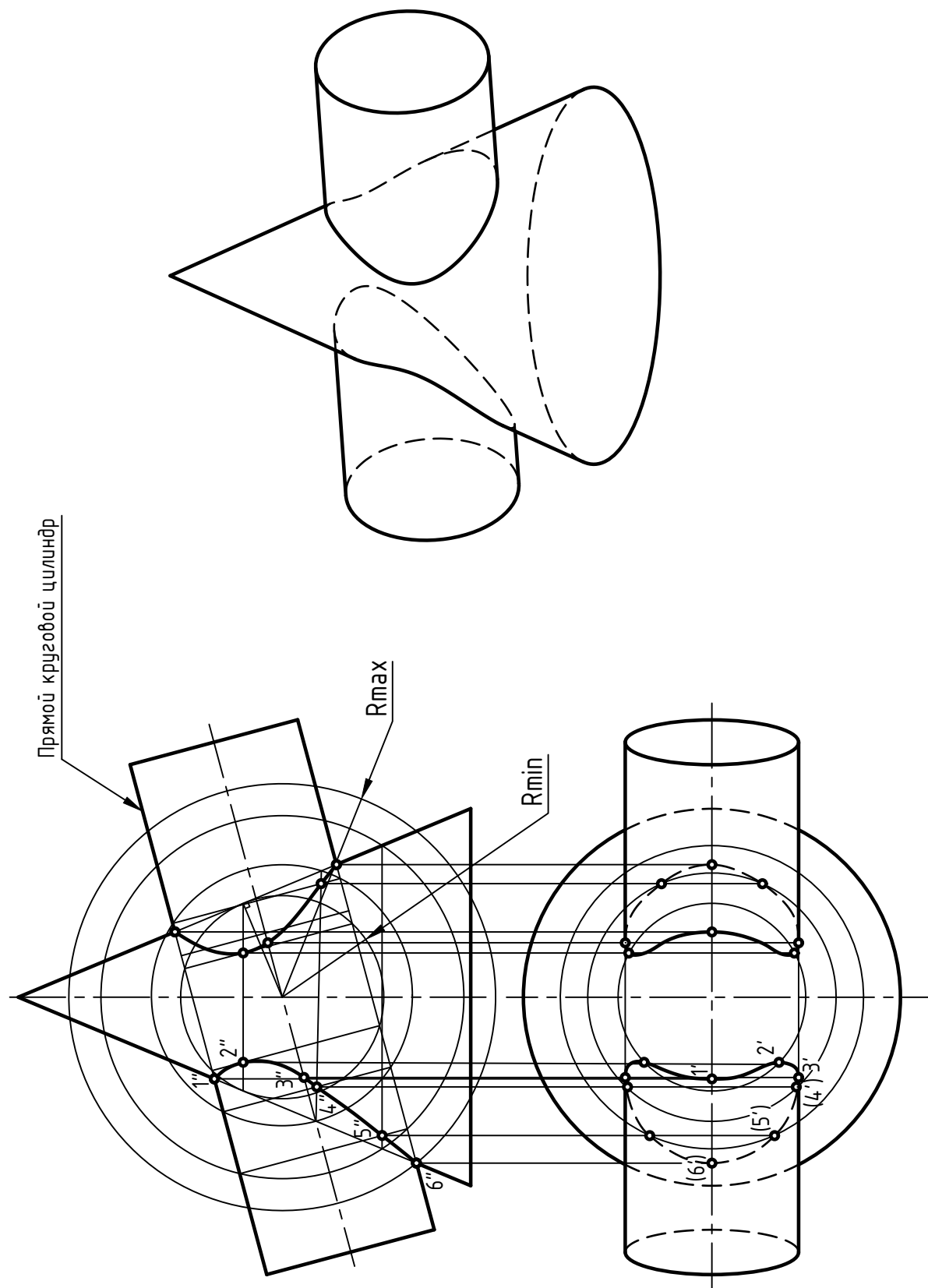
β — шар
 γ — конус
 N — число секущих плоскостей
 i — счетчик цикла
 α — секущая плоскость
 $1, 2$ — характерные точки

$i=1$
 $\alpha_i \parallel \pi_1$
 $\alpha_i \cap \beta = m_i$
 $\alpha_i \cap \gamma = n_i$
 $m_i \cap n_i = A_i, B_i$
 $i:=i+1$
 $i \leq N$

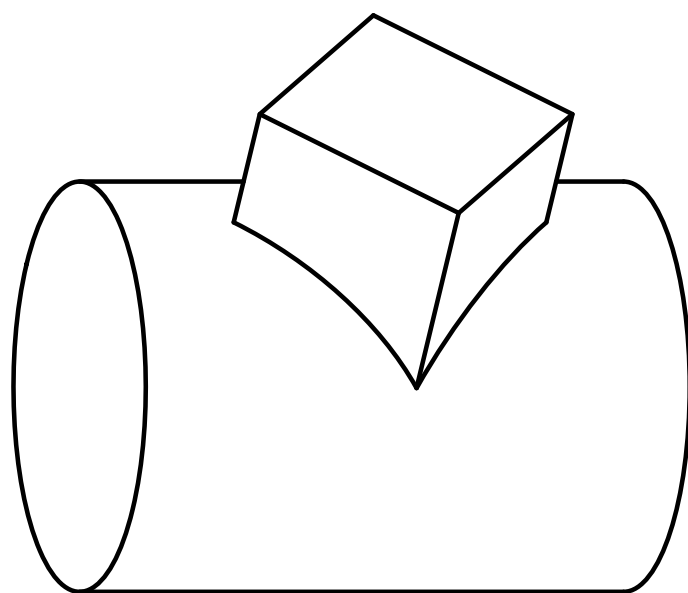
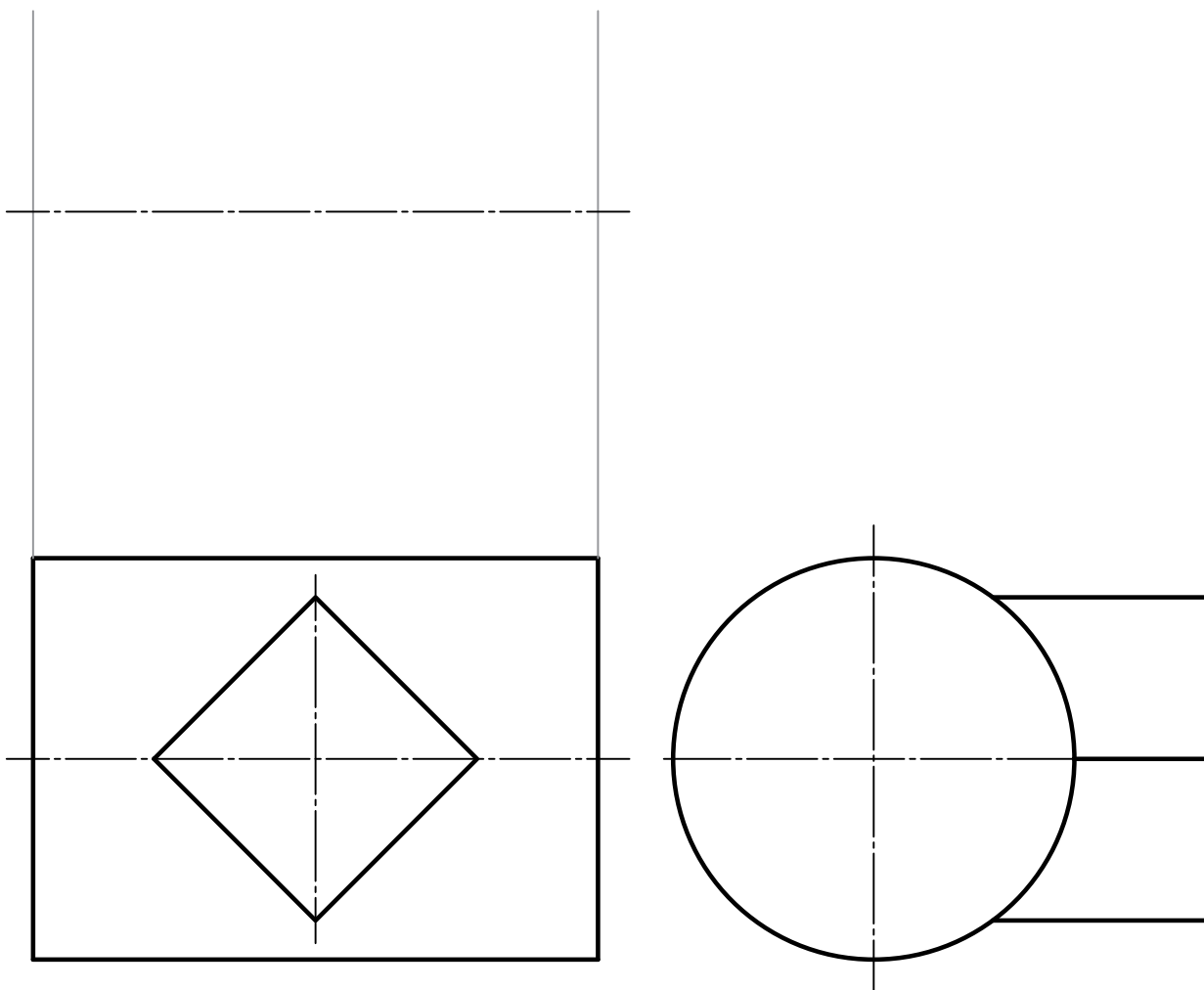
да



Общие случаи пересечения поверхностей. Способ вспомогательных концентрических сфер



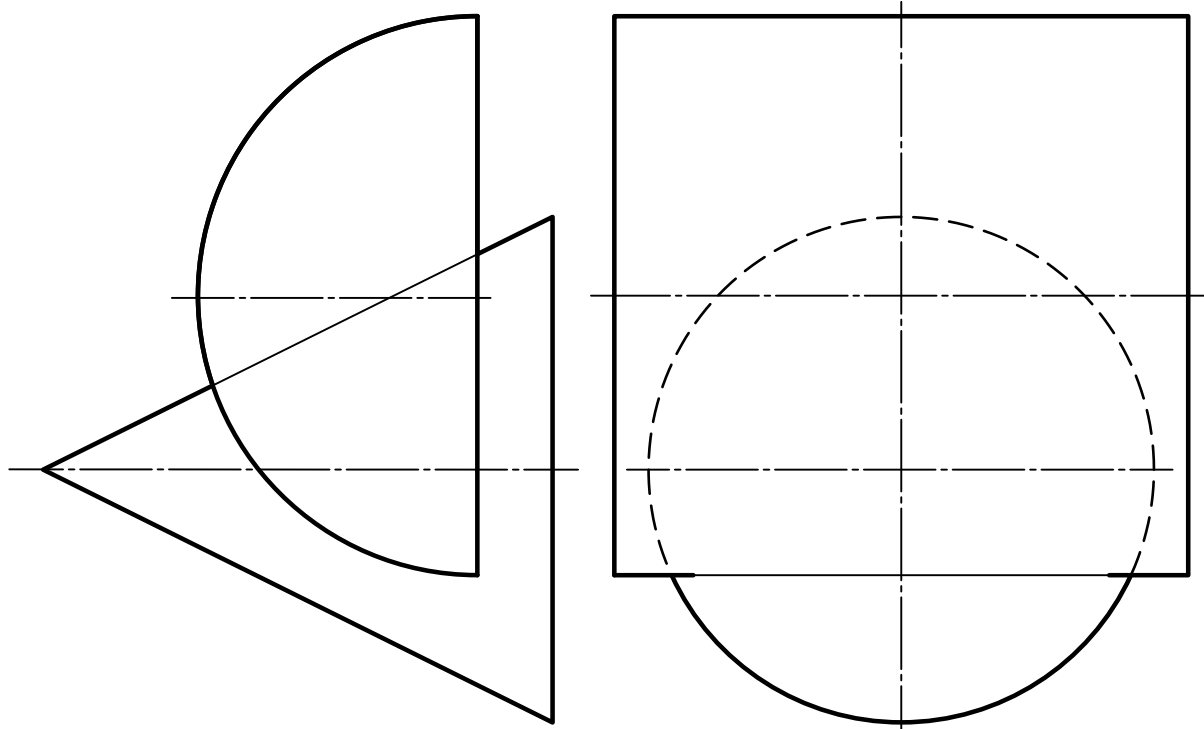
3.1. Достроить профильную проекцию геометрических тел с линией их взаимного пересечения.



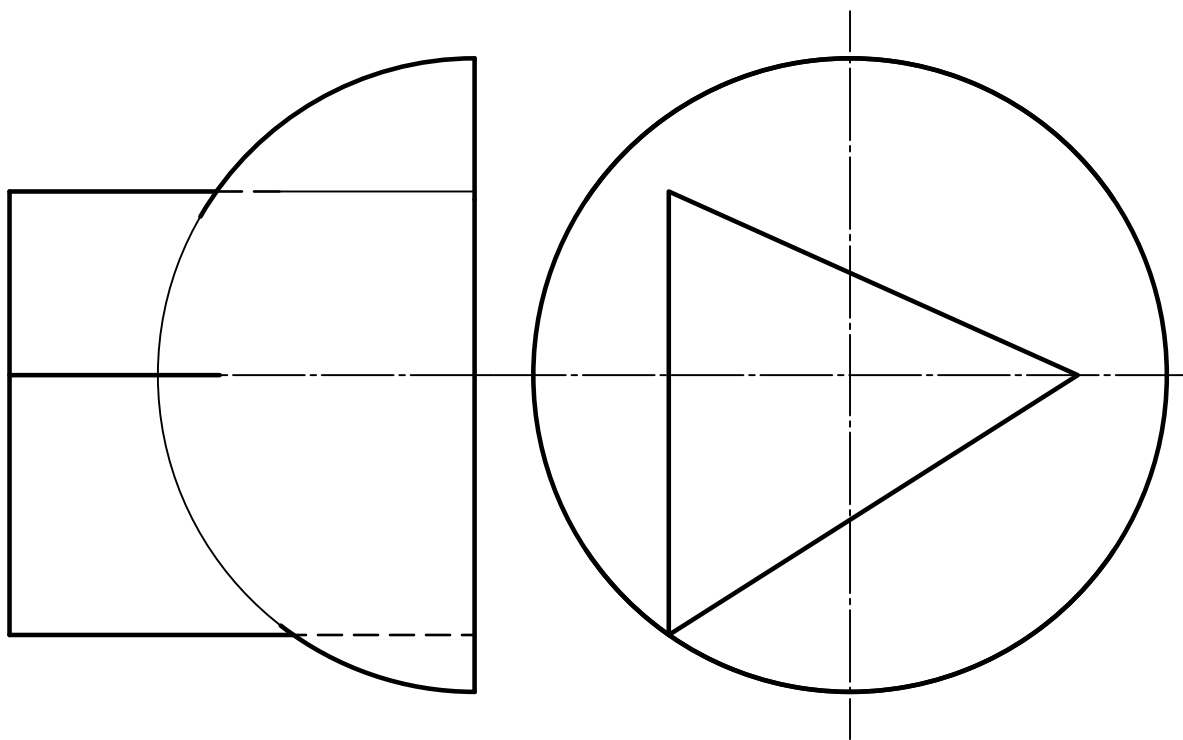
Наглядное изображение пересекающихся тел

3.2. Достроить данные проекции заданных геометрических тел с линияй их взаимного пересечения.

а)

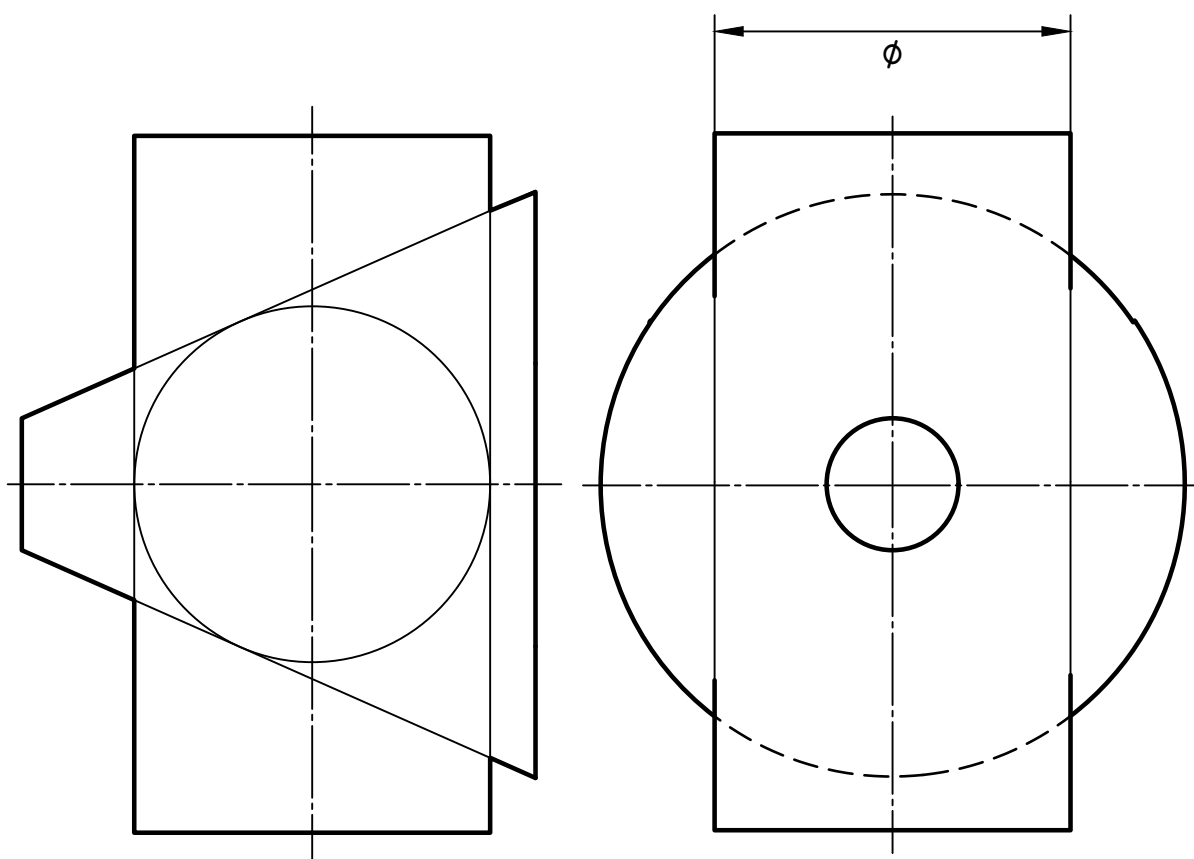


б)

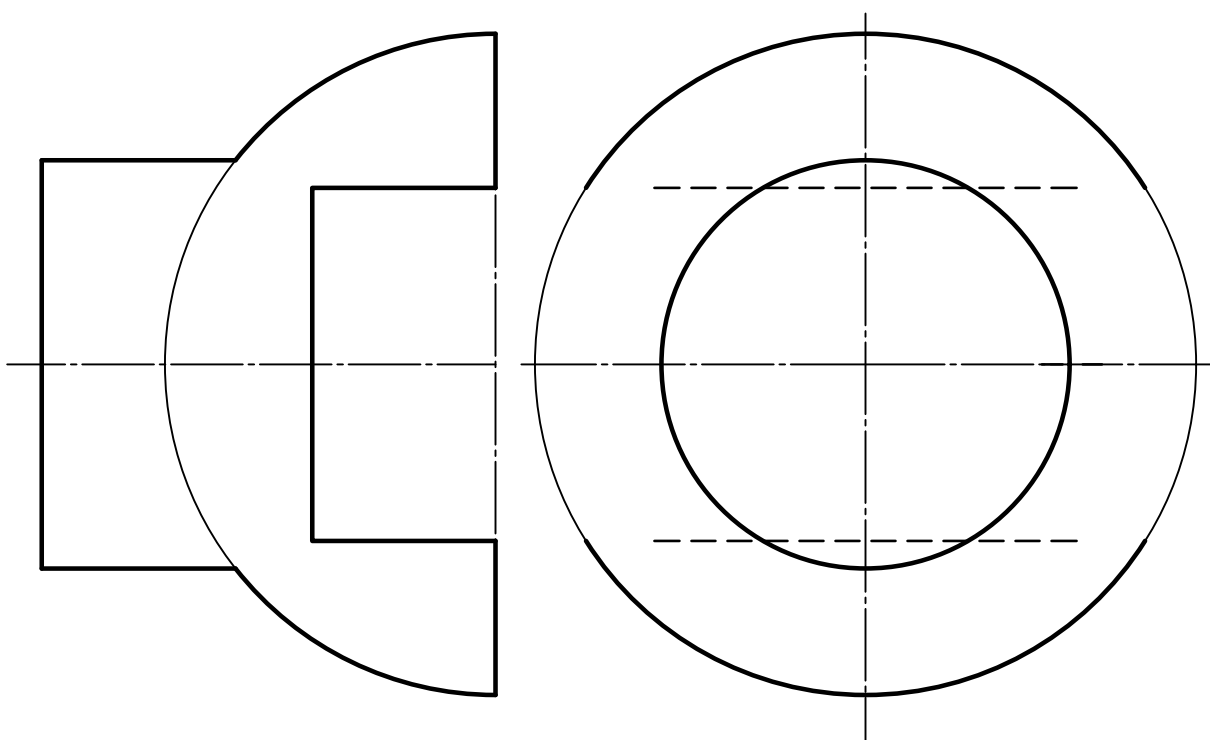


3.3. Достроить данные проекции заданных геометрических тел с линиями их взаимного пересечения.

а)

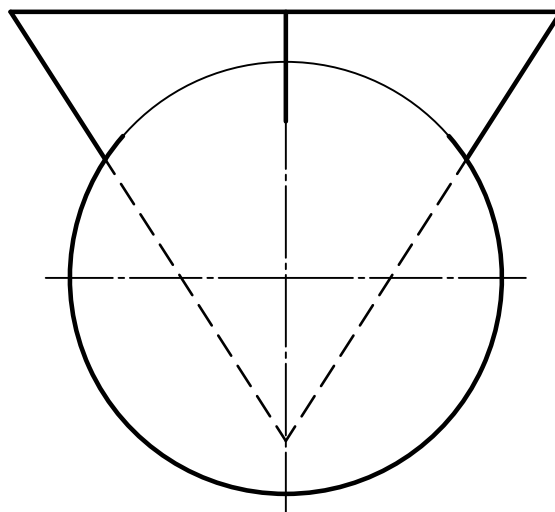
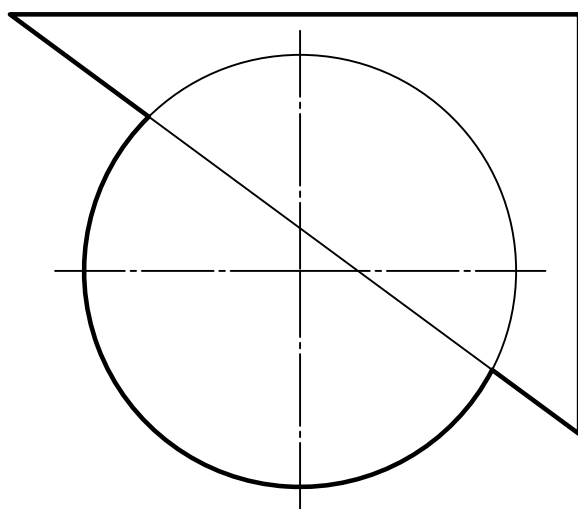


б)

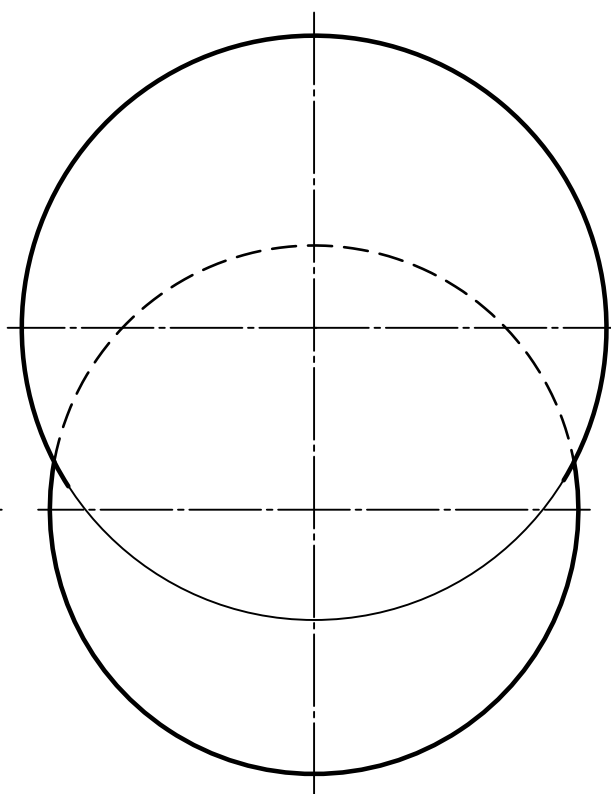
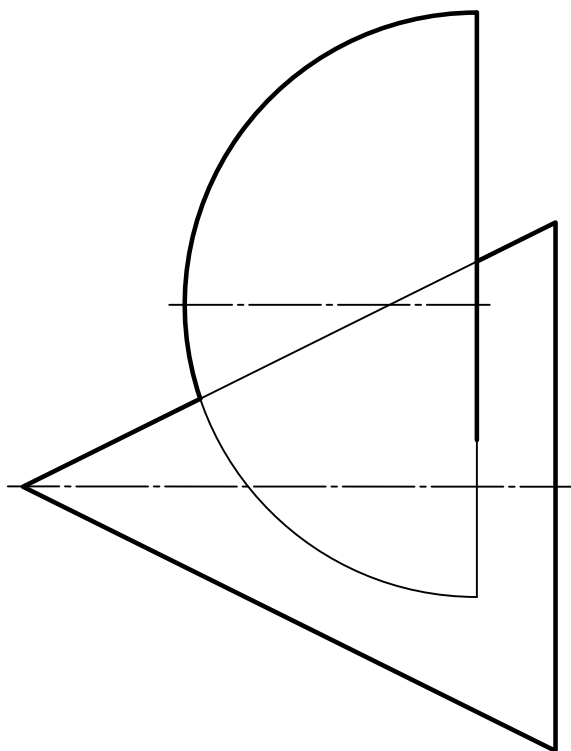


3.4. Достроить данные проекции заданных геометрических тел с линиями их взаимного пересечения.

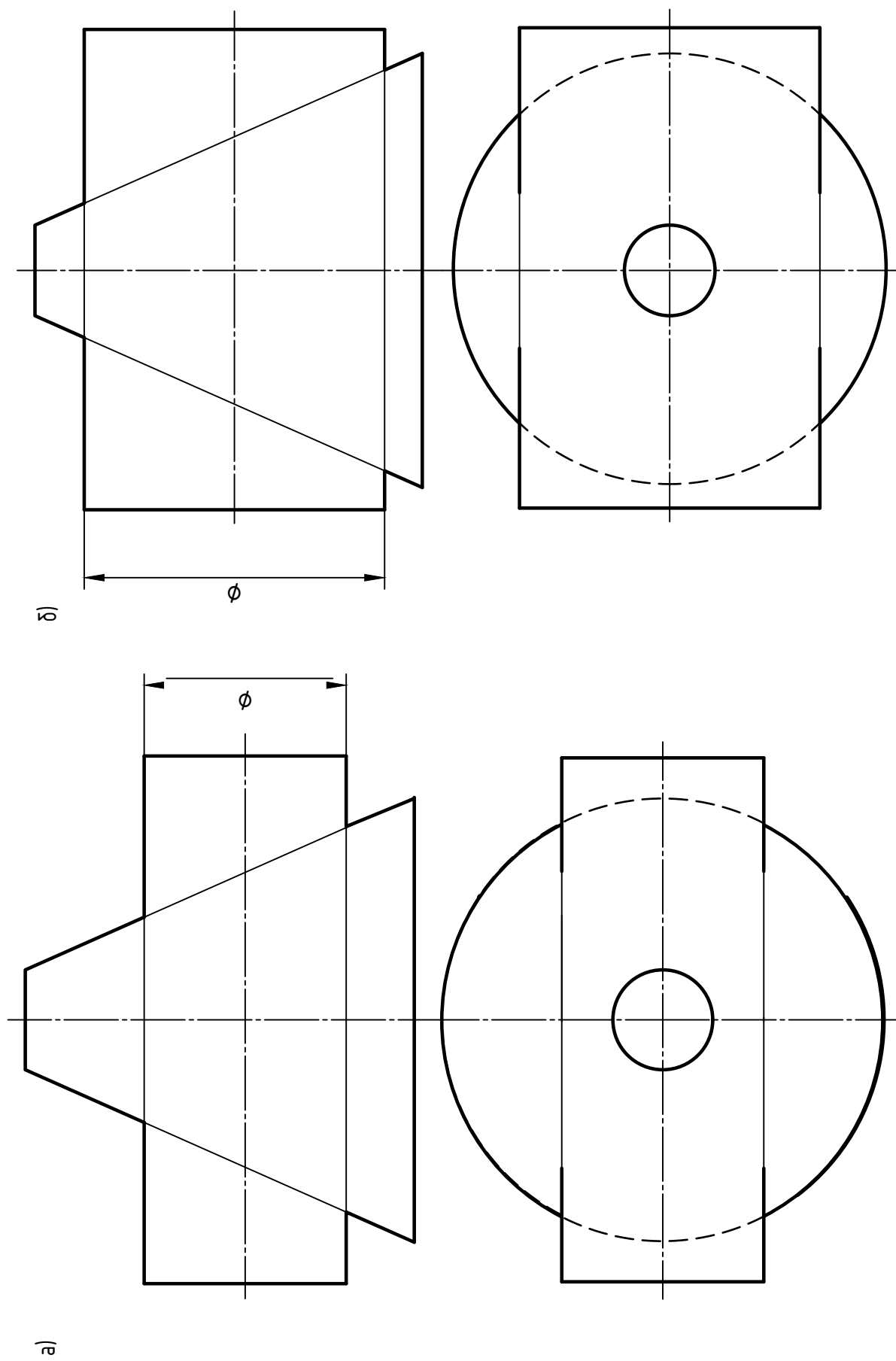
а)



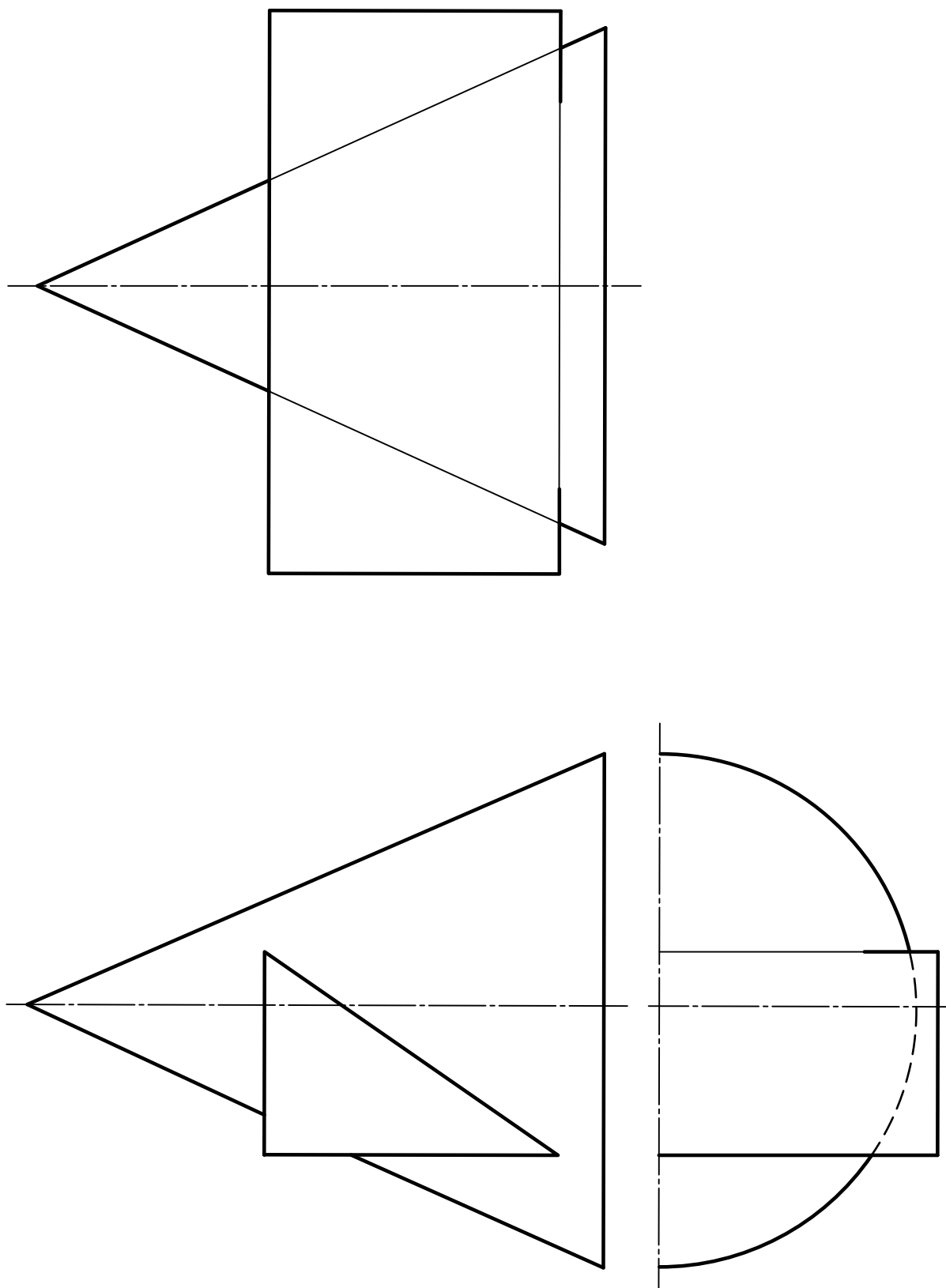
б)



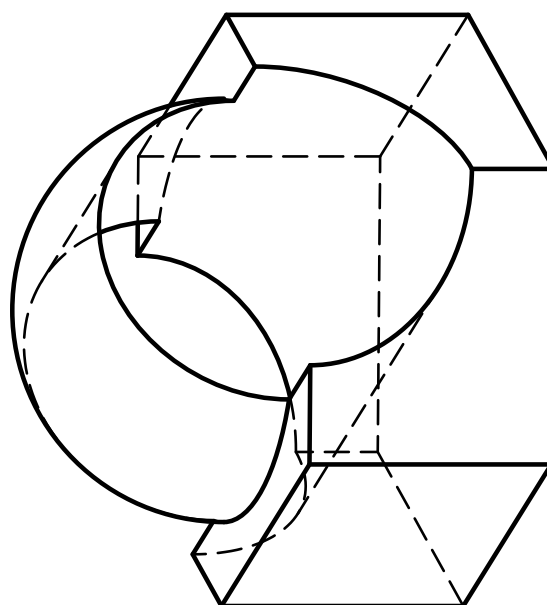
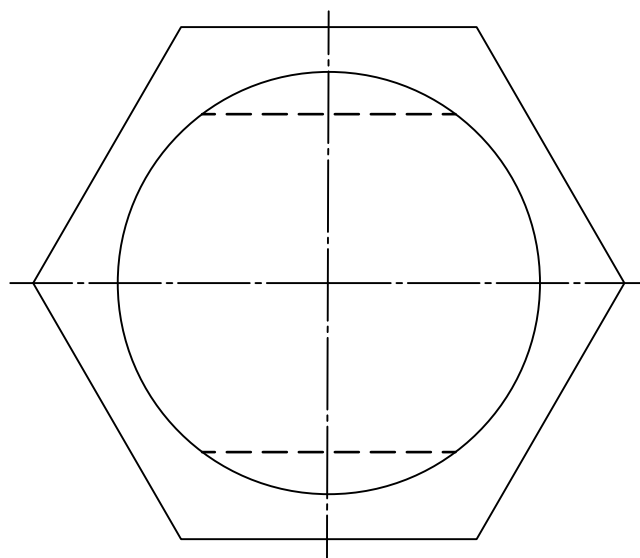
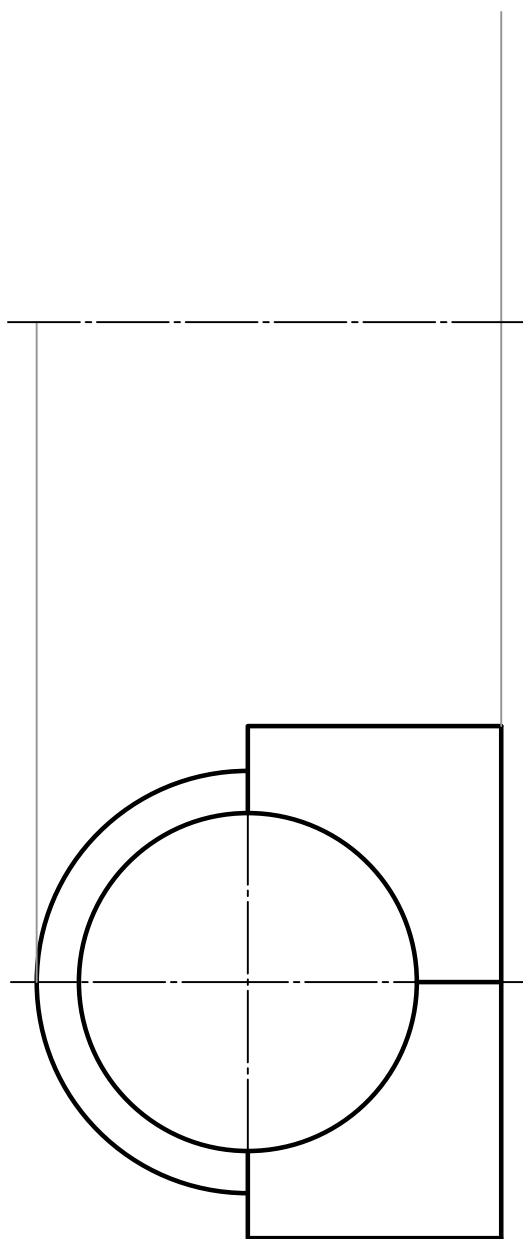
3.5. Достроить данные проекции заданных геометрических тел с линияй их взаимного пересечения.



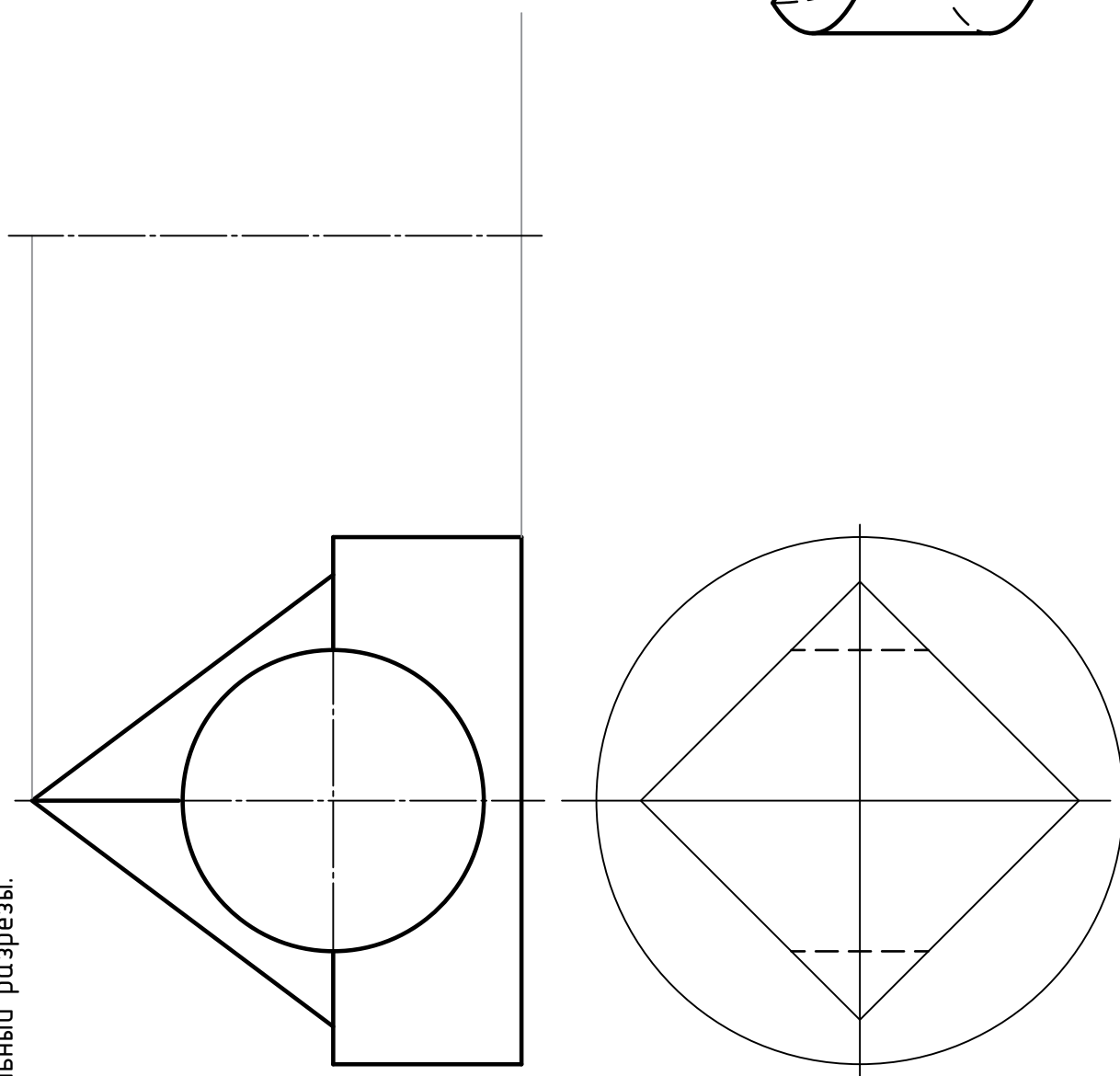
3.6. Достроить горизонтальную и профильную проекции геометрических тел с линияй их взаимного пересечения.



3.7. Достроить горизонтальную и построить профильную проекцию комбинированного тела. Выполнить горизонтальный и профильный разрезы.

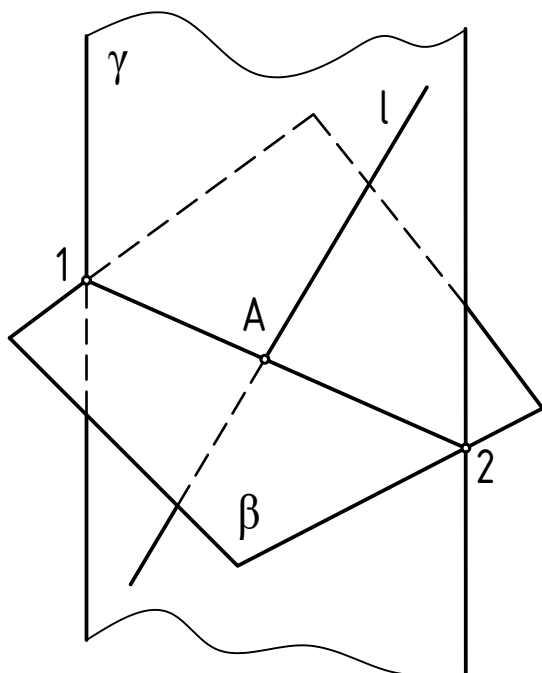


3.8. Достроить горизонтальную и построить профильную проекцию комбинированного тела. Выполнить горизонтальный и профильный разрезы.



РАЗДЕЛ 4 ПОЗИЦИОННЫЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

Пересечение плоскости и прямой общего положения



Дано:

прямая l – общего положения,
плоскость β – общего положения.

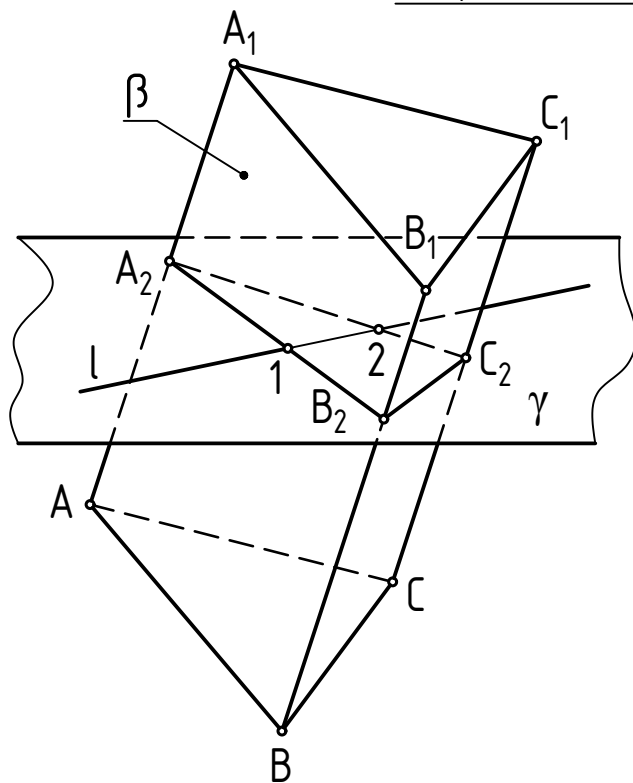
Определить:

$A = l \cap \beta$.

Алгоритм решения:

1. Заключить прямую l в проецирующую плоскость γ ($l \subset \gamma$);
2. $\gamma \cap \beta = [1,2]$;
3. $[1,2] \cap l = A$;
4. Определить видимость прямой l .

Пересечение поверхности треугольной призмы и прямой общего положения



Дано:

Треугольная призма β ,
прямая l – общего положения.

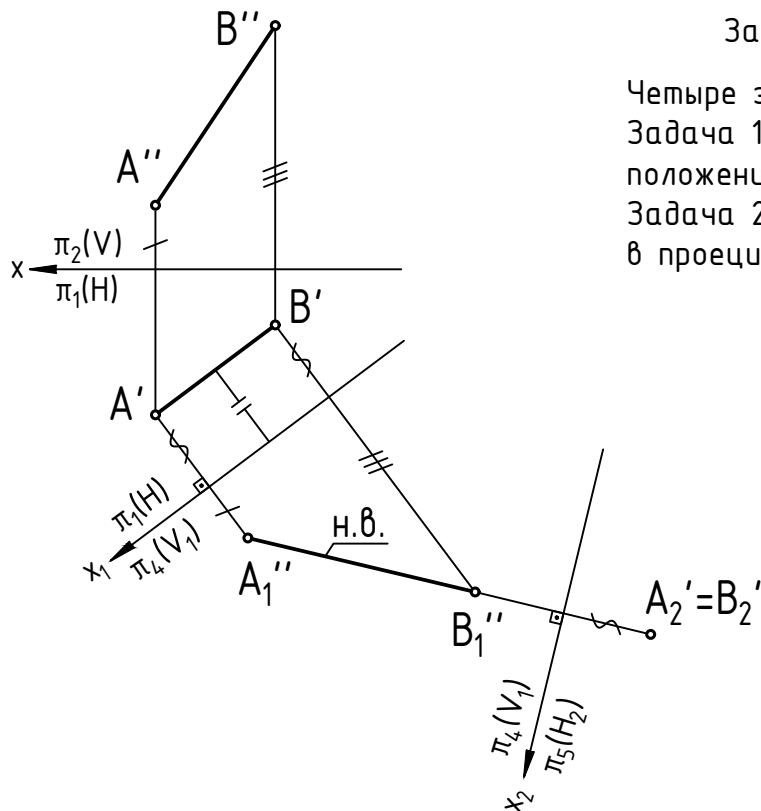
Определить:

Точки $1, 2 = l \cap \beta$.

Алгоритм решения:

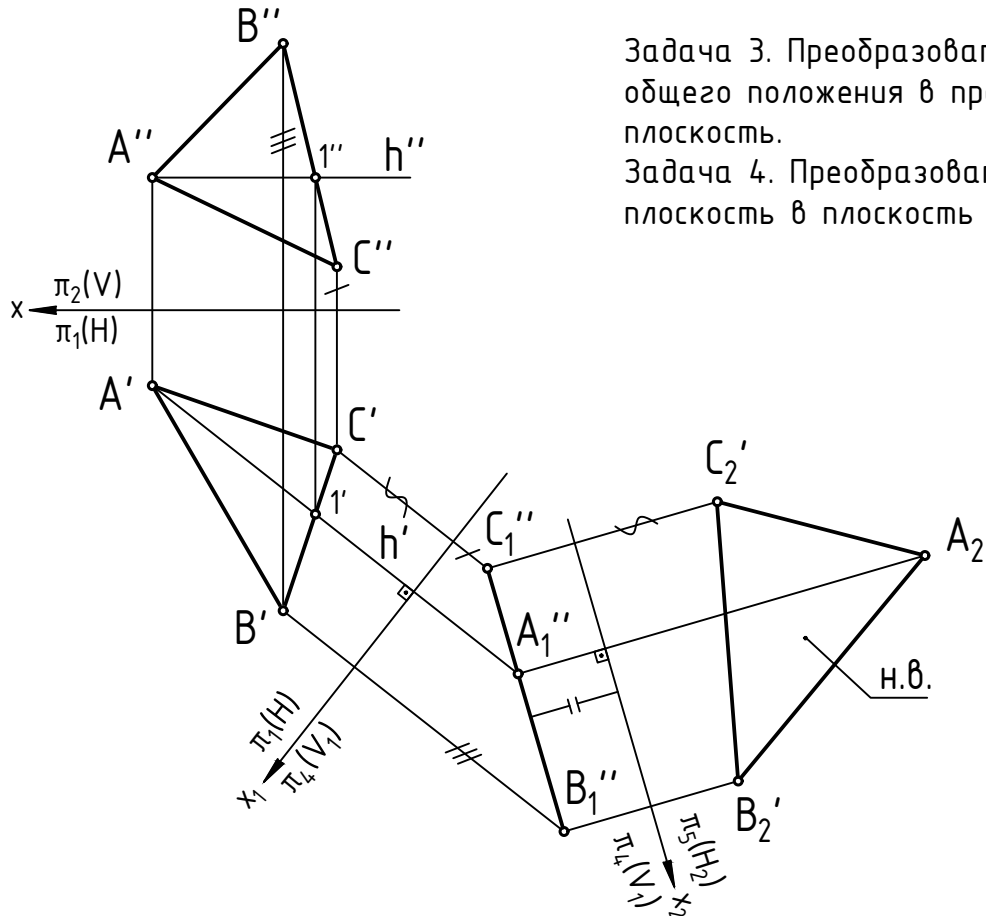
1. Заключить прямую l в проецирующую плоскость γ ($l \subset \gamma$);
2. $\gamma \cap \beta = \Delta A_2 B_2 C_2$;
3. $\Delta A_2 B_2 C_2 \cap l = [1,2]$;
4. Определить видимость прямой l .

Способы преобразования чертежа

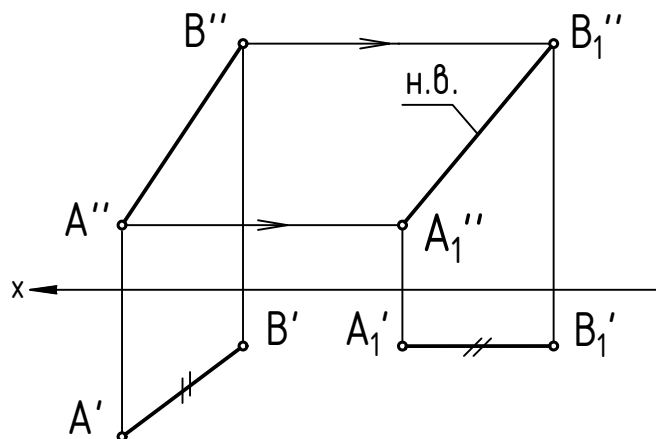


Замена плоскостей проекций

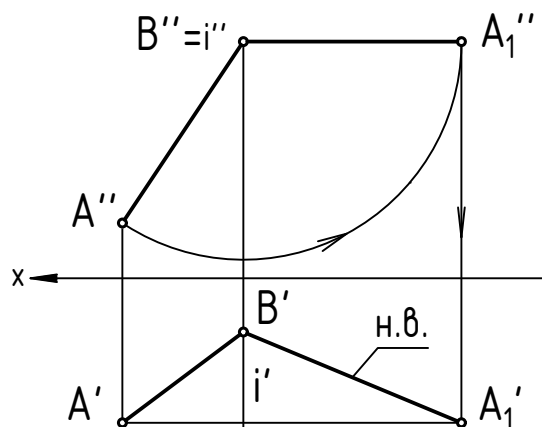
Четыре задачи преобразования чертежа:
 Задача 1. Преобразовать прямую общего положения в прямую уровня.
 Задача 2. Преобразовать прямую уровня в проецирующую прямую.



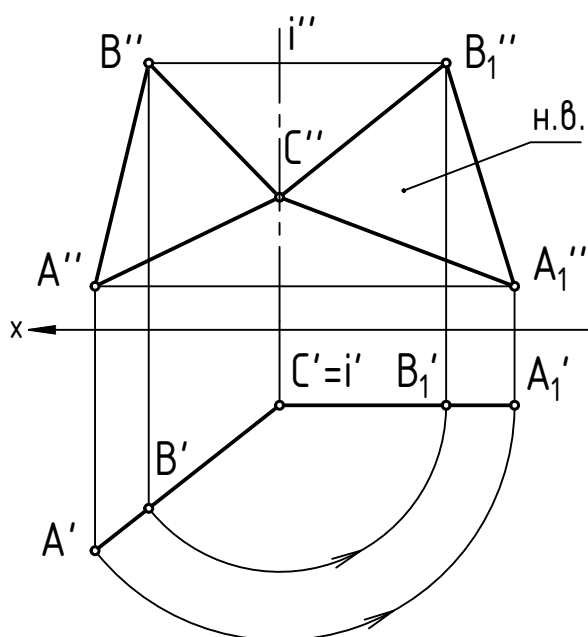
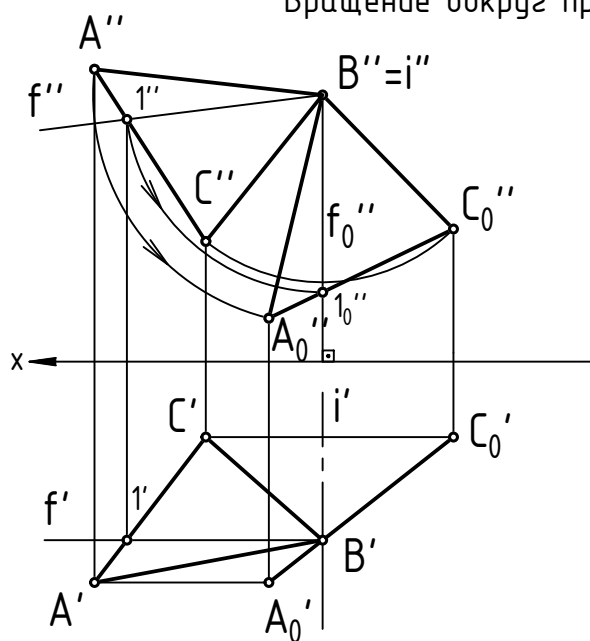
Плоскопараллельное перемещение



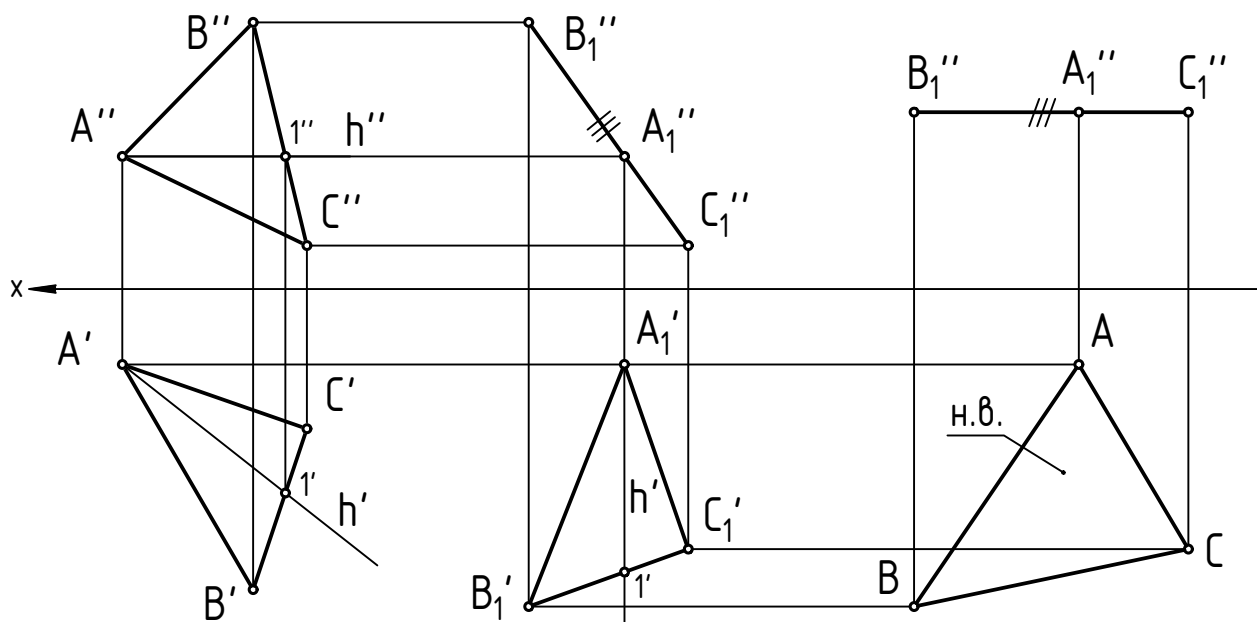
Вращение
вокруг проецирующей прямой



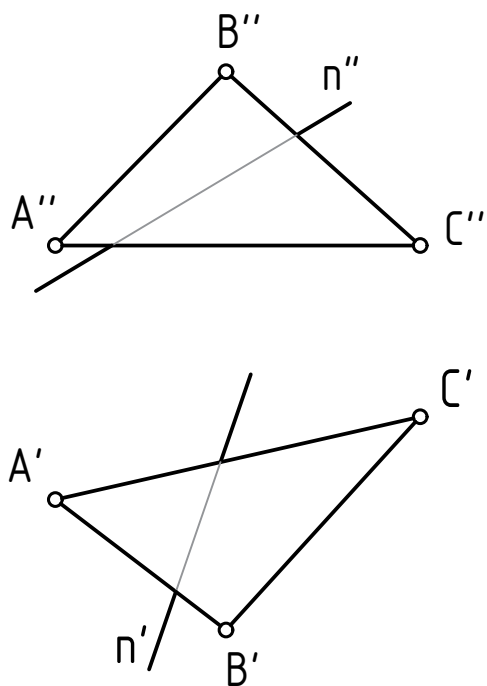
Вращение вокруг проецирующей прямой



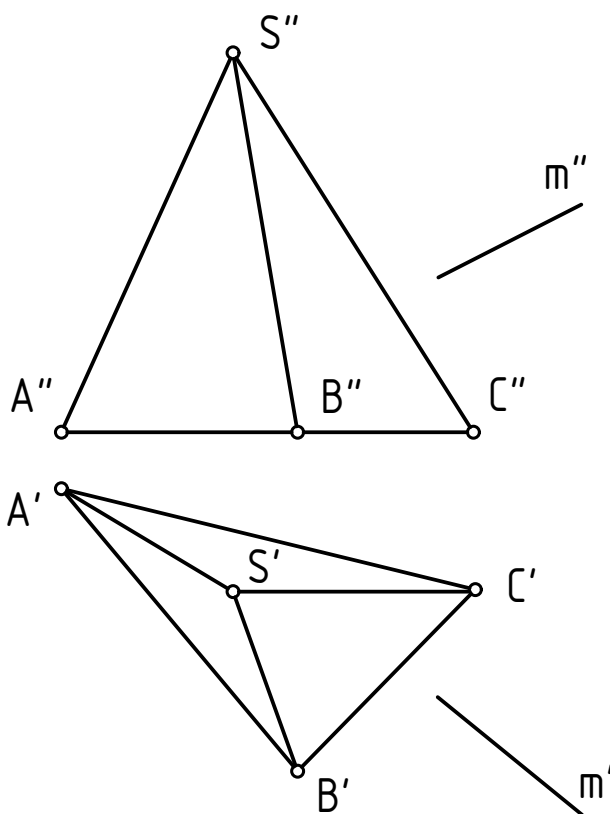
Плоскопараллельное перемещение



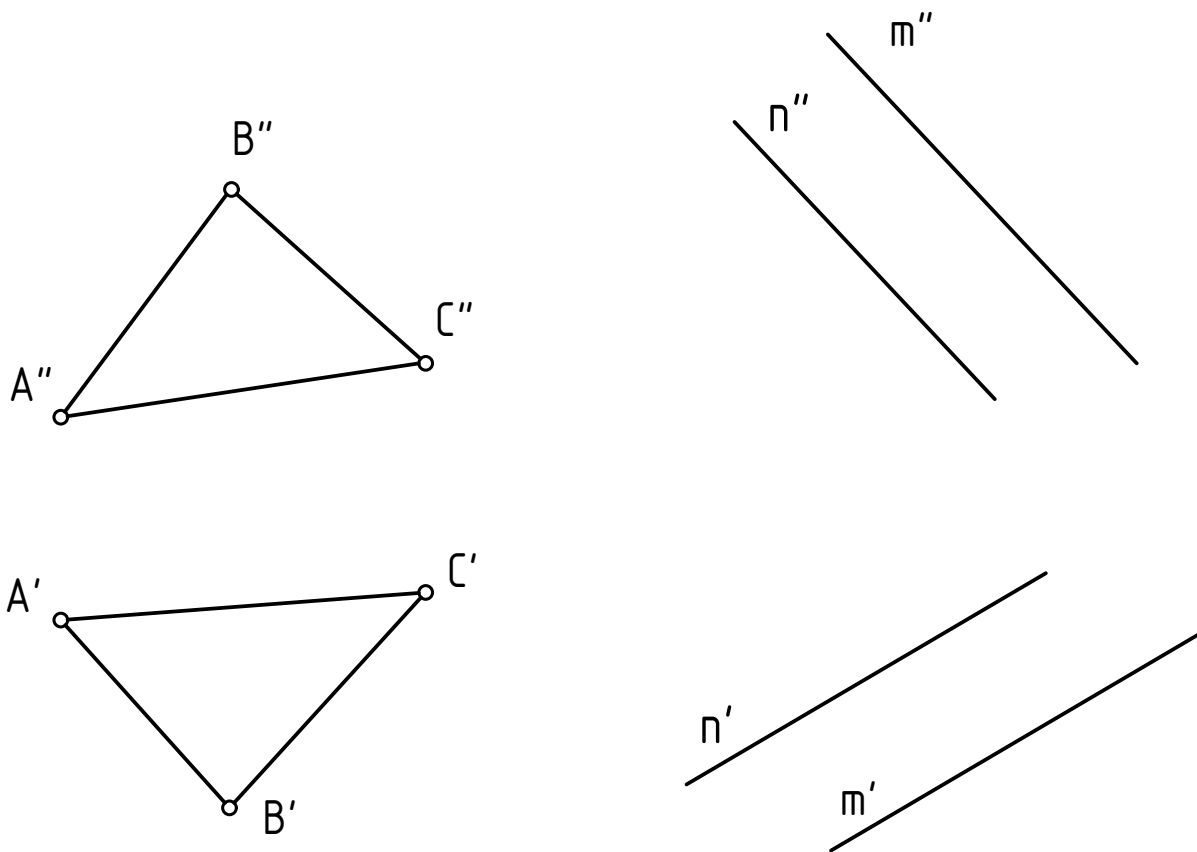
4.1. Построить точку пересечения прямой и плоскости. Определить их относительную видимость.



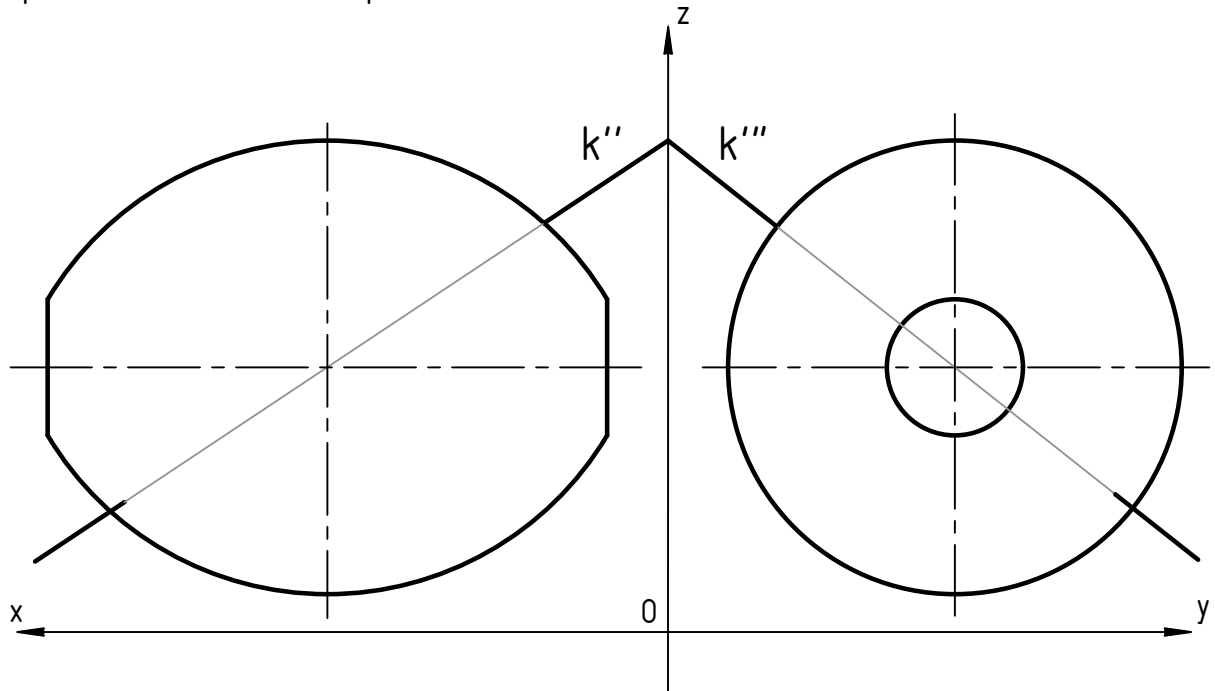
4.2. Найти точки пересечения прямой m с гранями пирамиды $SABC$.



4.3. Построить линию пересечения плоскостей.

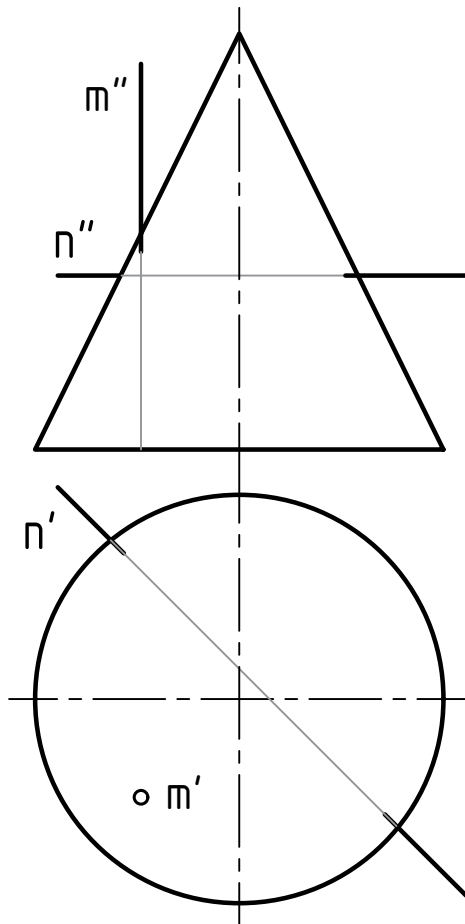


4.4. Построить проекции точек пересечения прямой k с торовой поверхностью. Определить видимость прямой.

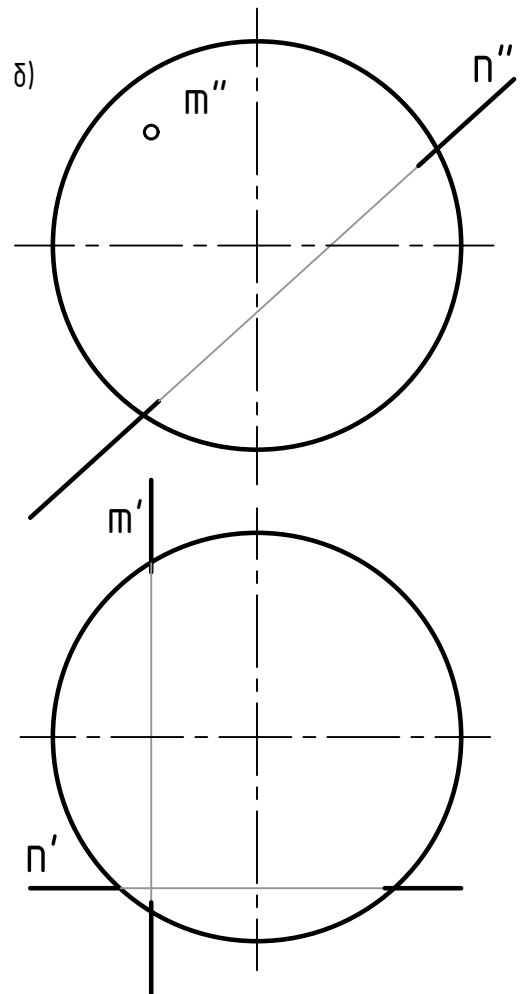


4.5. Построить проекции точек пересечения прямых с данными поверхностями. Определить видимость прямых m и n .

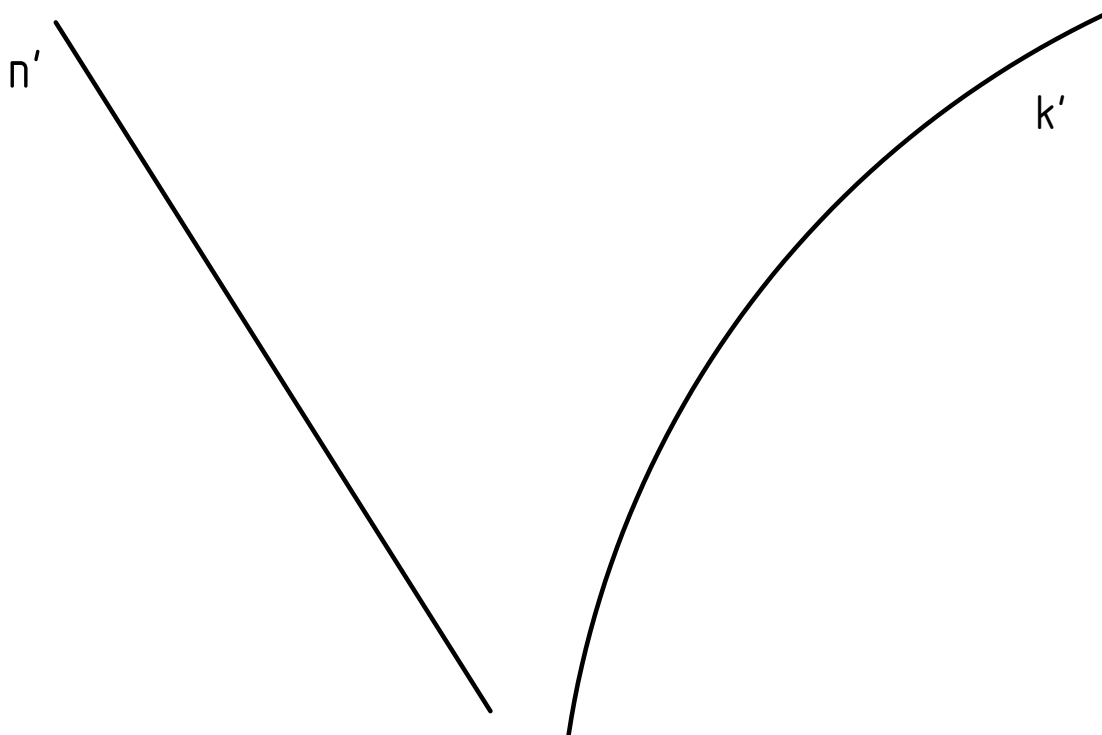
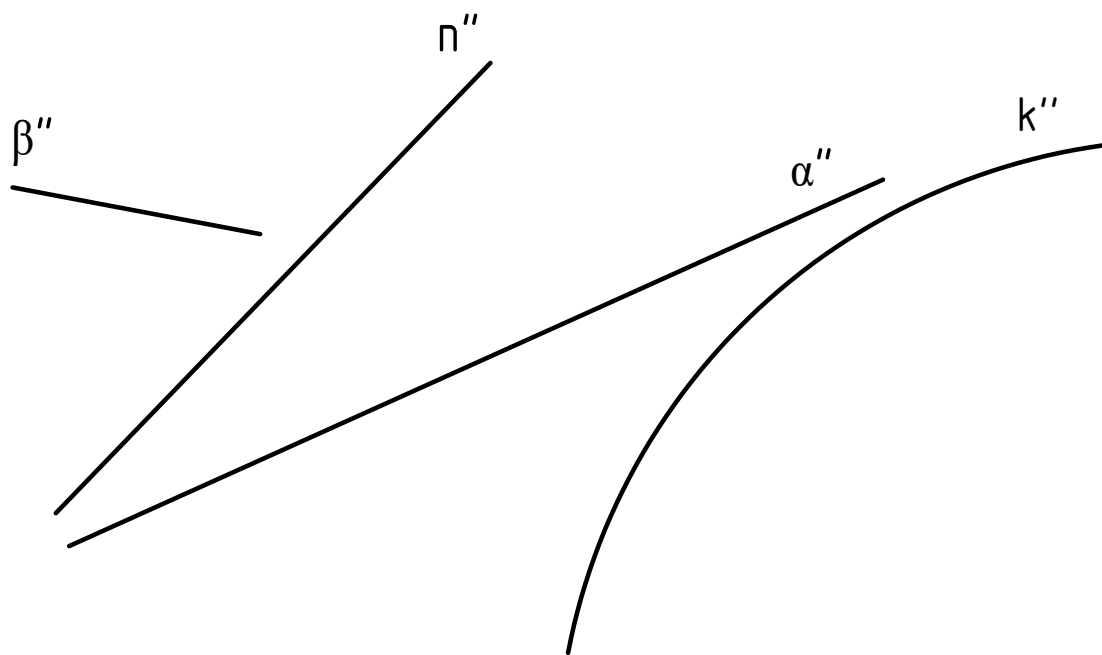
а)



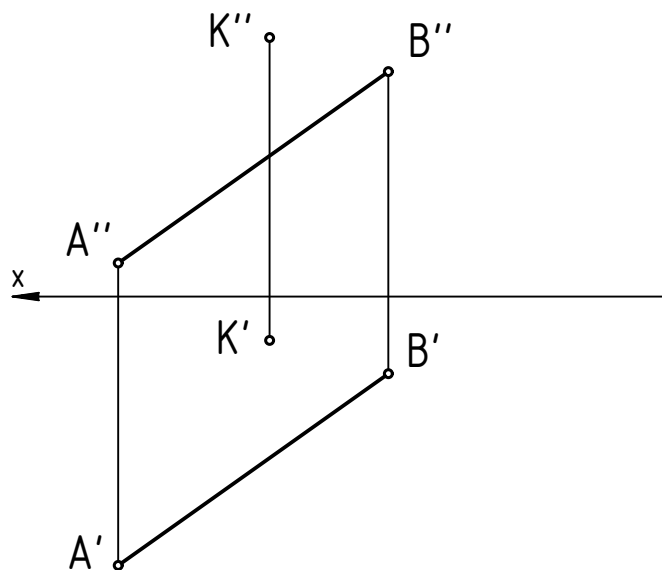
б)



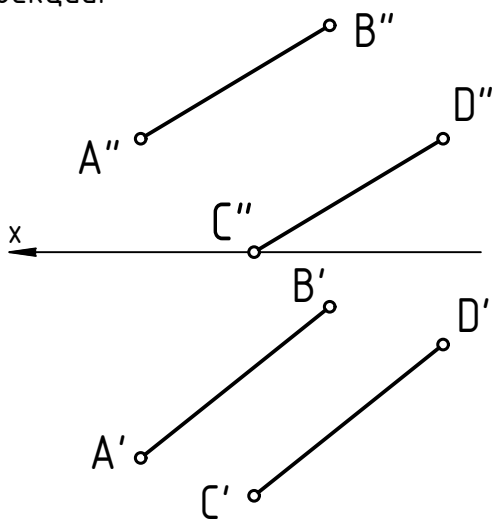
4.6. Построить горизонтальную проекцию линии пересечения поверхности коноида, заданного направляющими p , k и плоскостью параллелизма β , с плоскостью α .



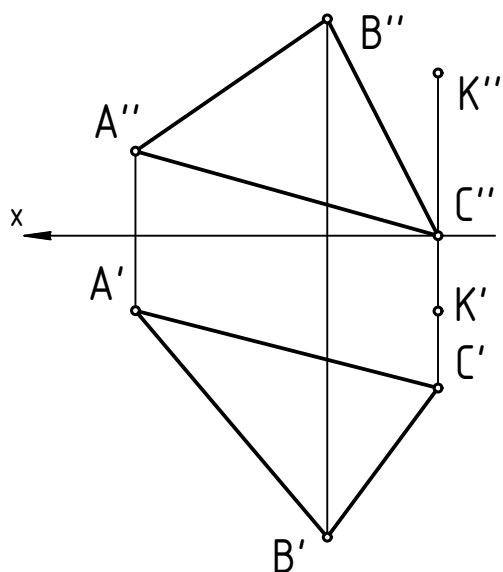
4.7. Определить натуральную величину отрезка AB . Определить расстояние от точки K до отрезка AB . Задачу решить способом замены плоскостей проекций.



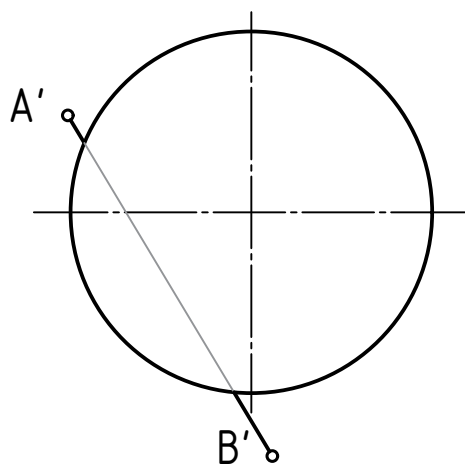
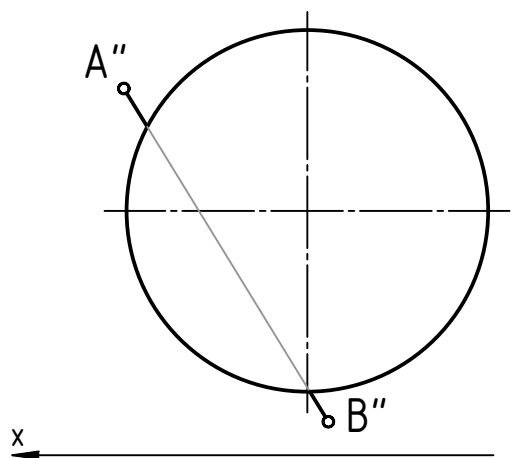
4.8. Определить натуральную величину отрезков AB и CD . Определить расстояние между этими отрезками. Задачу решить способом замены плоскостей проекций.



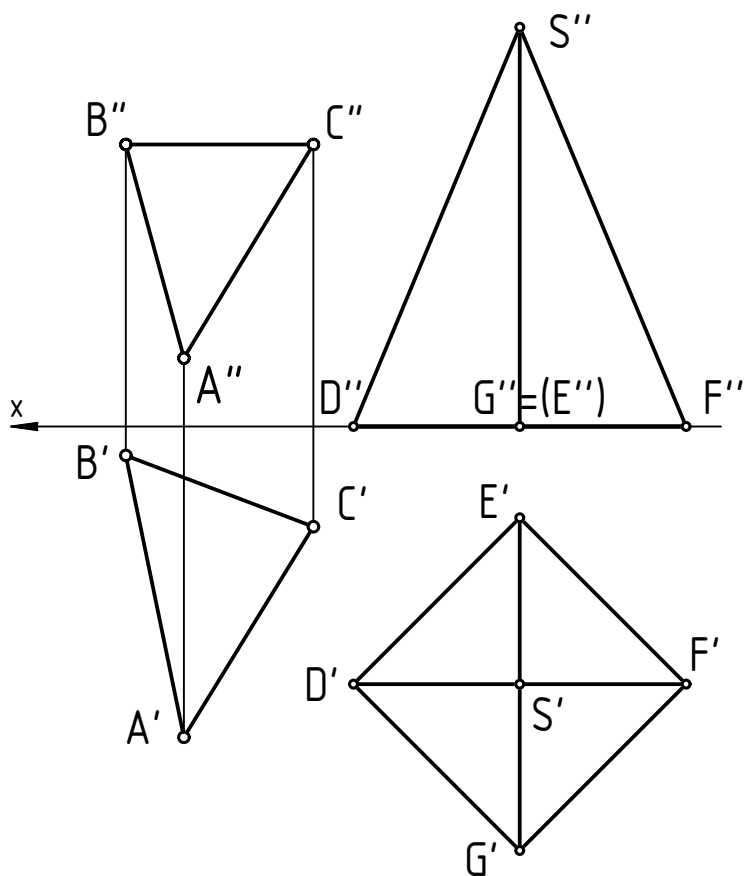
4.9. Определить расстояние от точки K до плоскости $\triangle ABC$. Определить натуральную величину $\triangle ABC$.



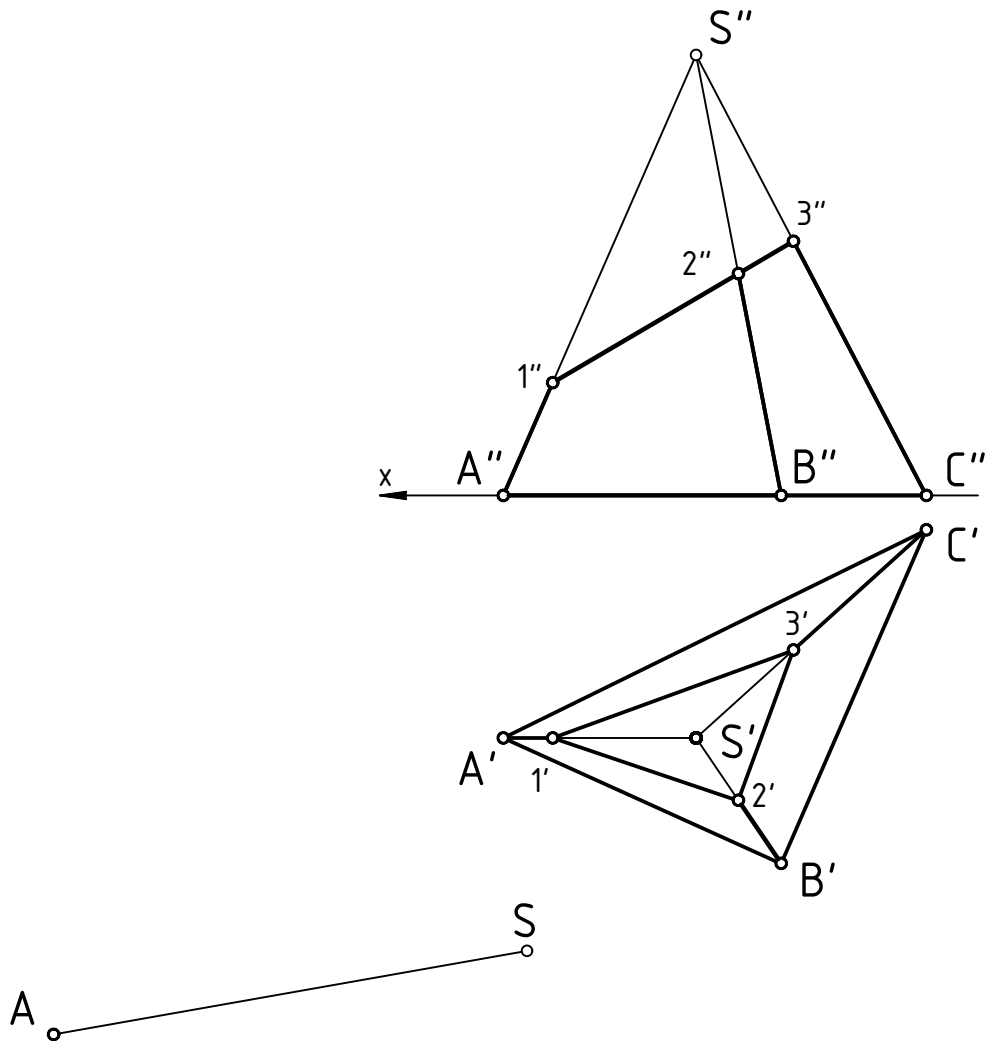
4.10. Определить проекции точек пересечения отрезка AB с поверхностью шара. Определить относительную видимость. Задачу решить способом замены плоскостей проекций.



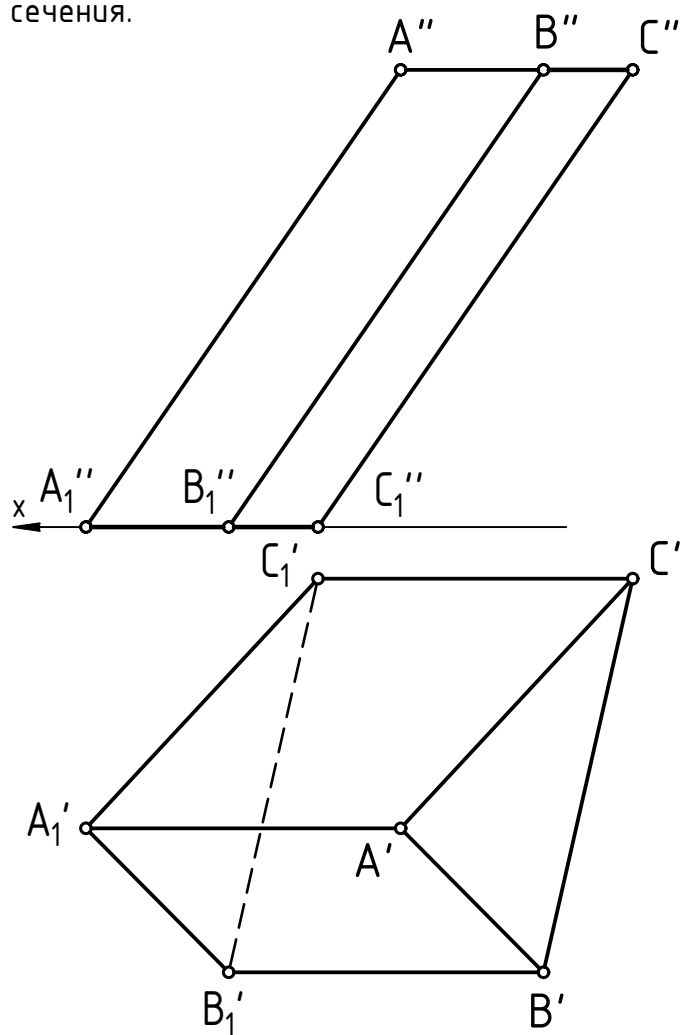
4.11. Построить сечение пирамиды плоскостью ABC и определить натуральную величину полученного сечения. Задачу решить способом замены плоскостей проекций.



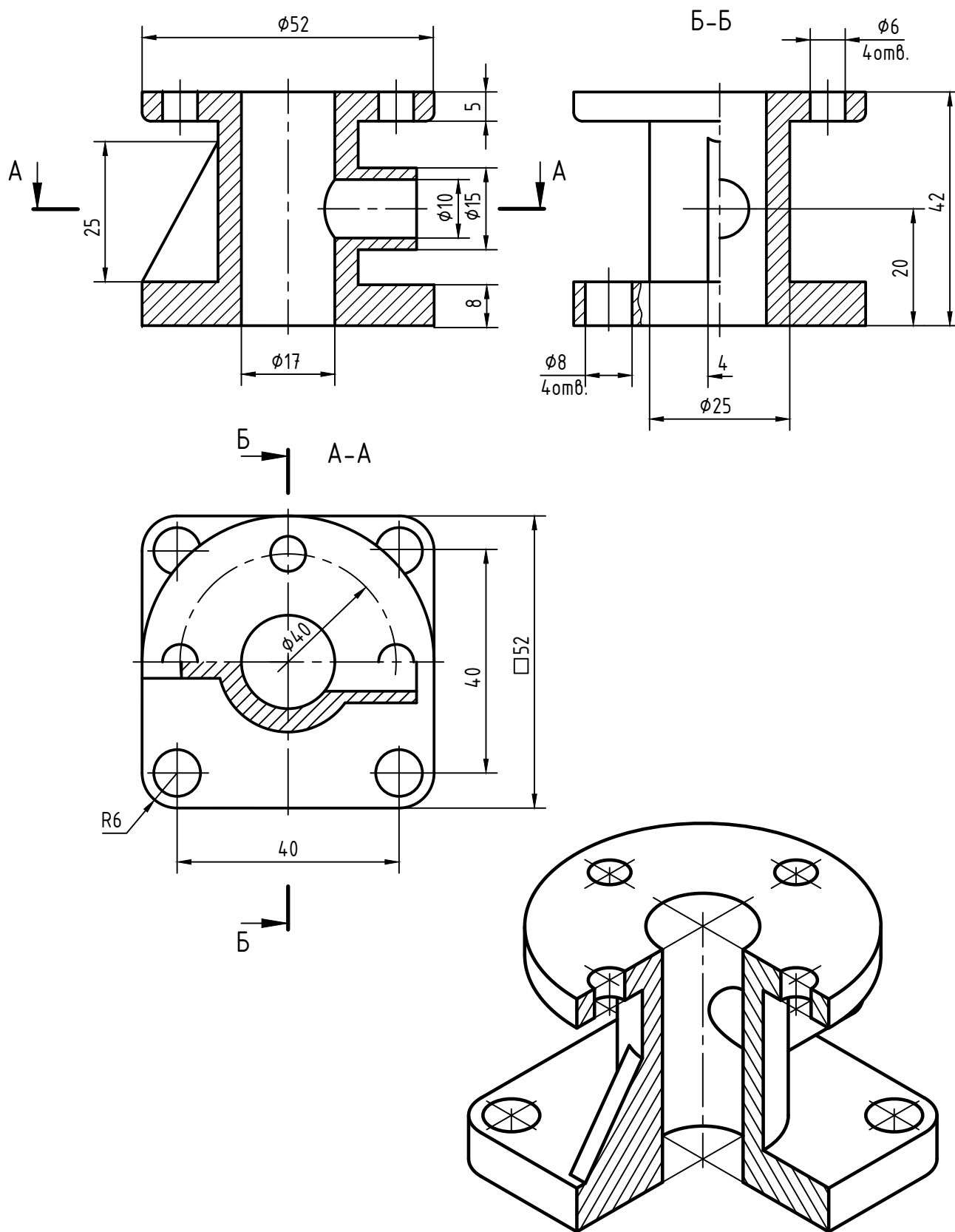
4.12. Построить полную развертку усеченной пирамиды.



4.13. Построить полную развертку поверхности призмы способом нормального сечения.

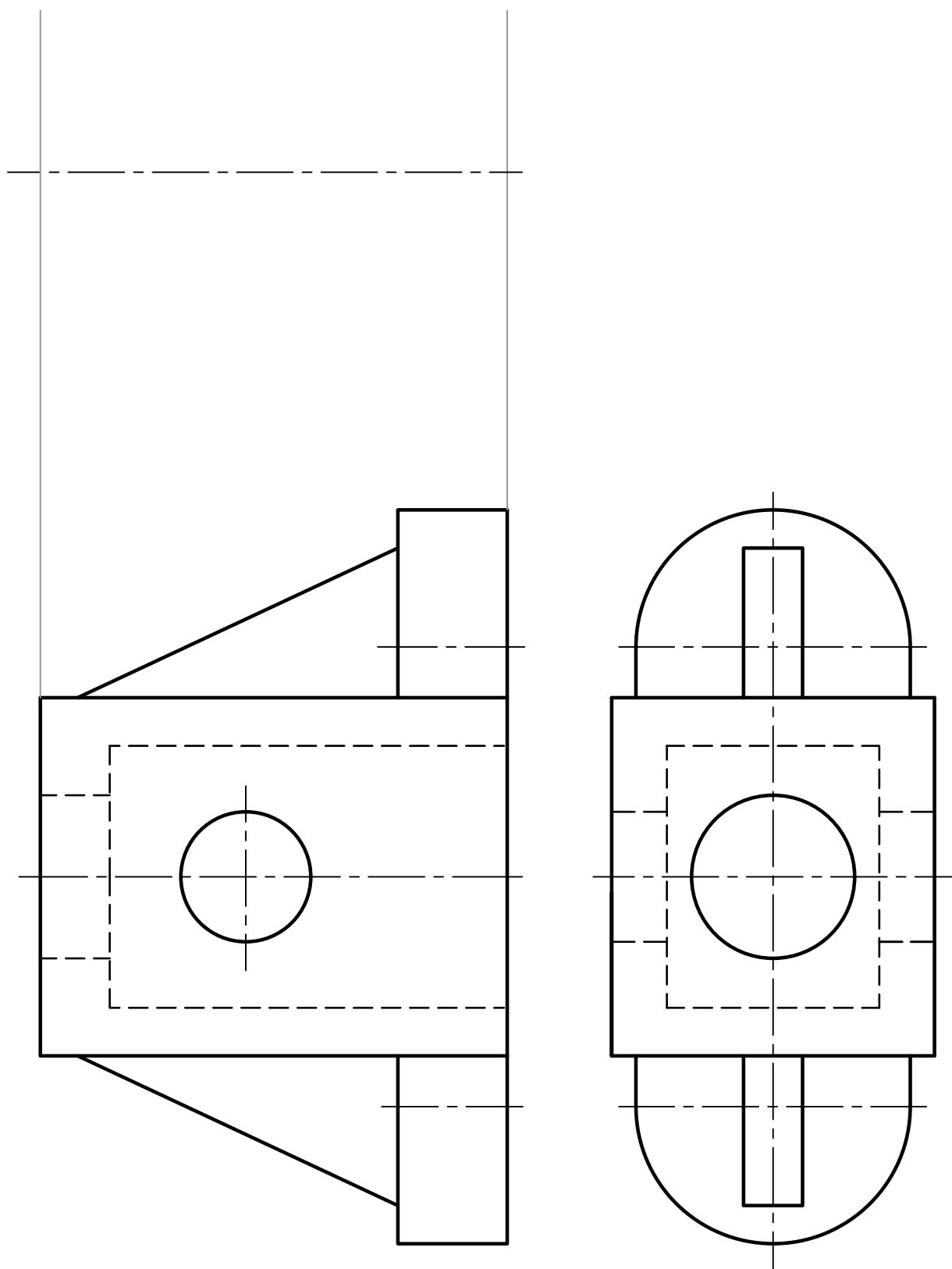


РАЗДЕЛ 5
ИЗОБРАЖЕНИЯ – ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ

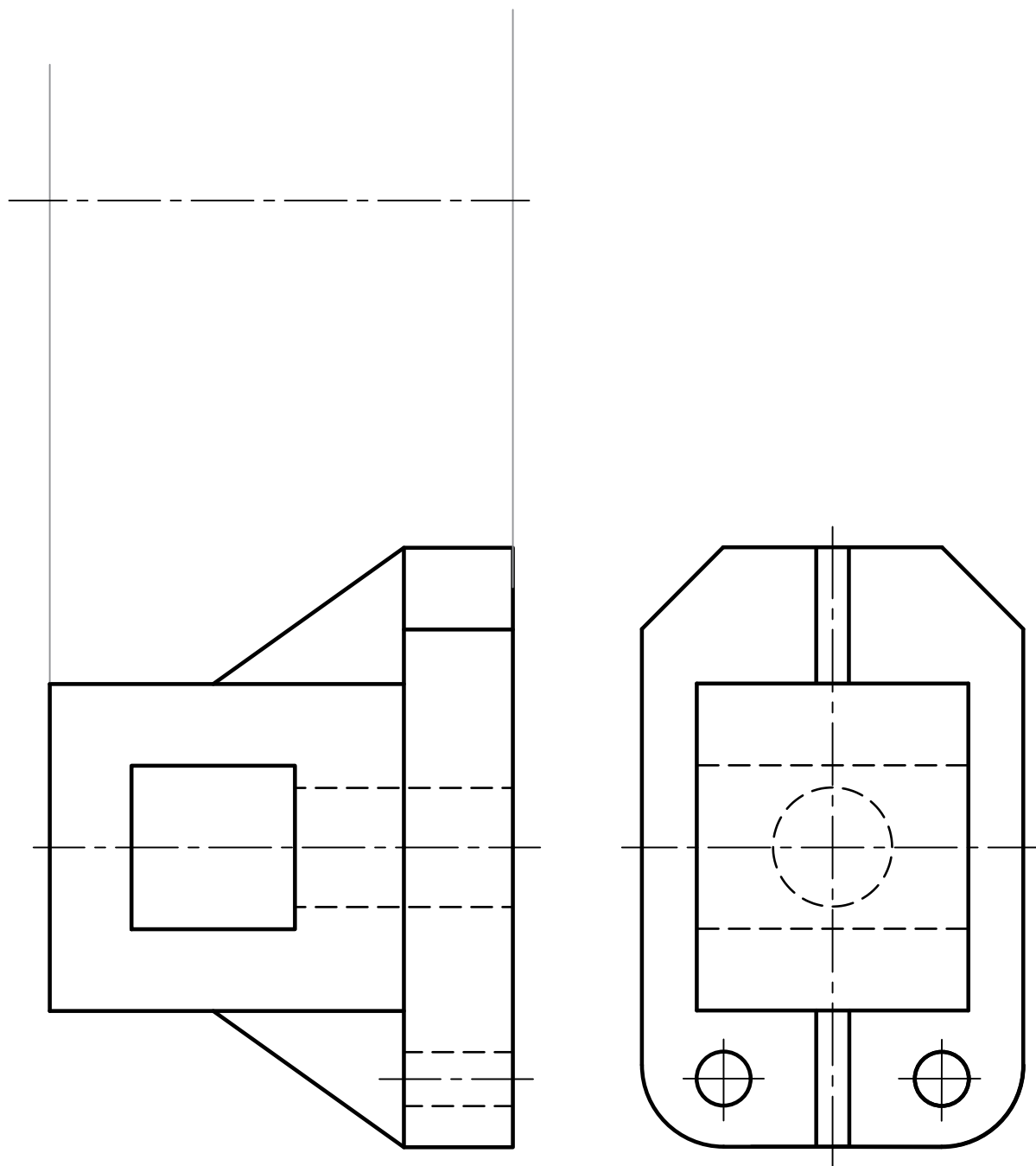


Прямоугольная изометрия $K_x=K_y=K_z=1$

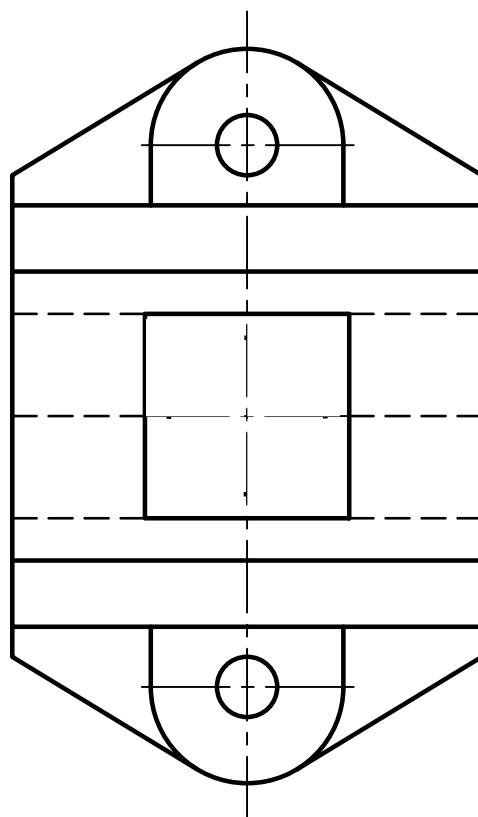
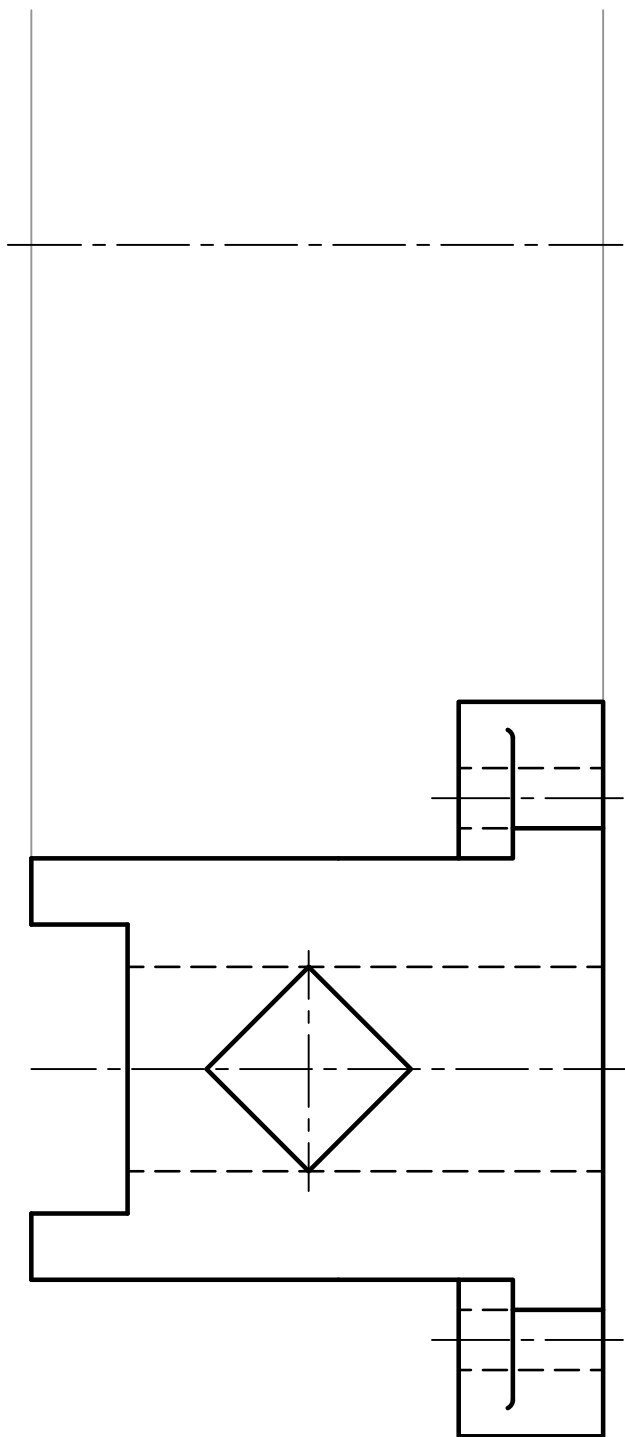
5.1. Выполнить на месте соответствующих основных видов фронтальный, горизонтальный и профильный разрезы.



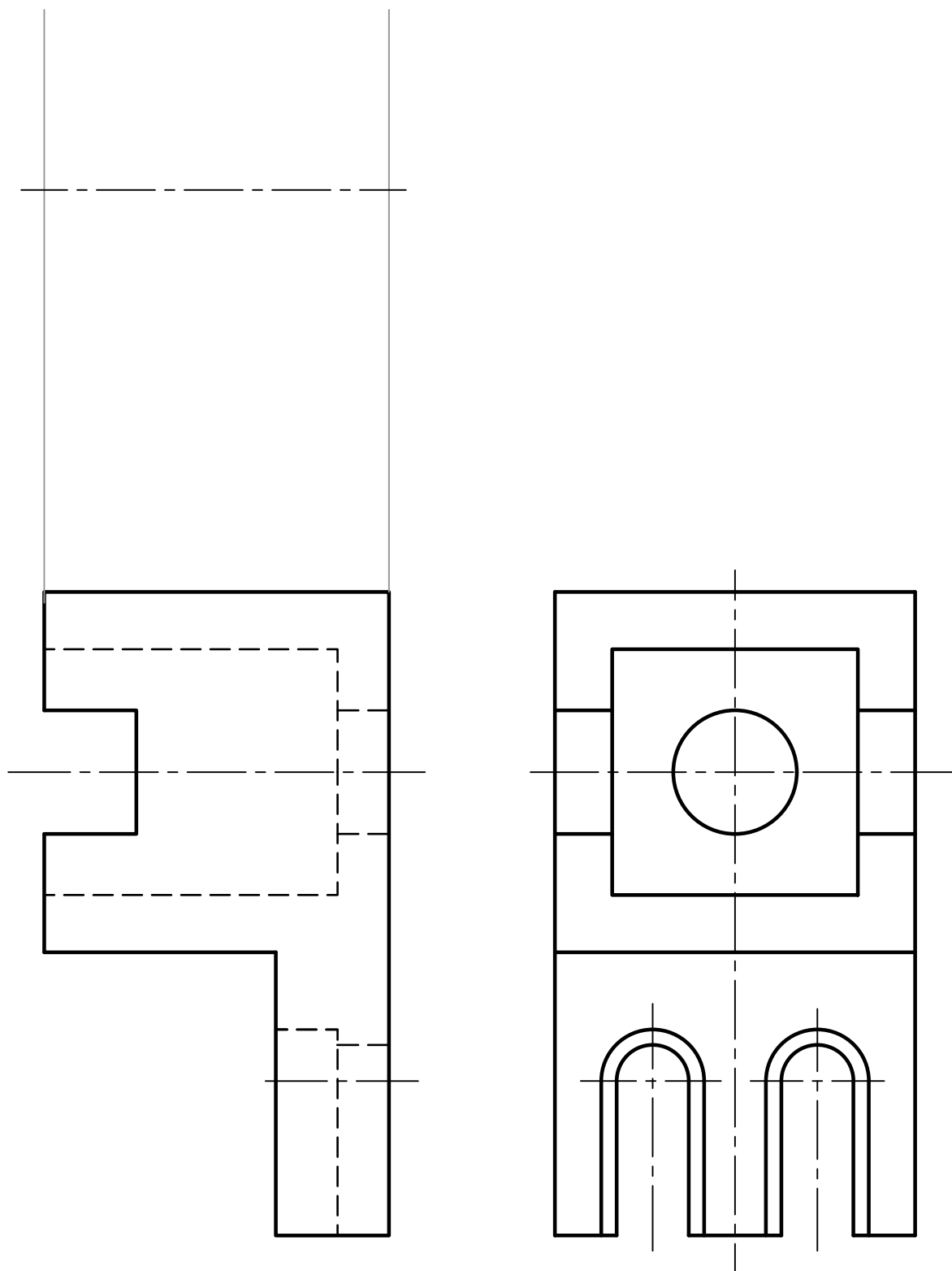
5.2. Выполнить на месте соответствующих основных видов фронтальный, горизонтальный и профильный разрезы. Для выявления глубины 2-х цилиндрических отверстий выполнить местный разрез.



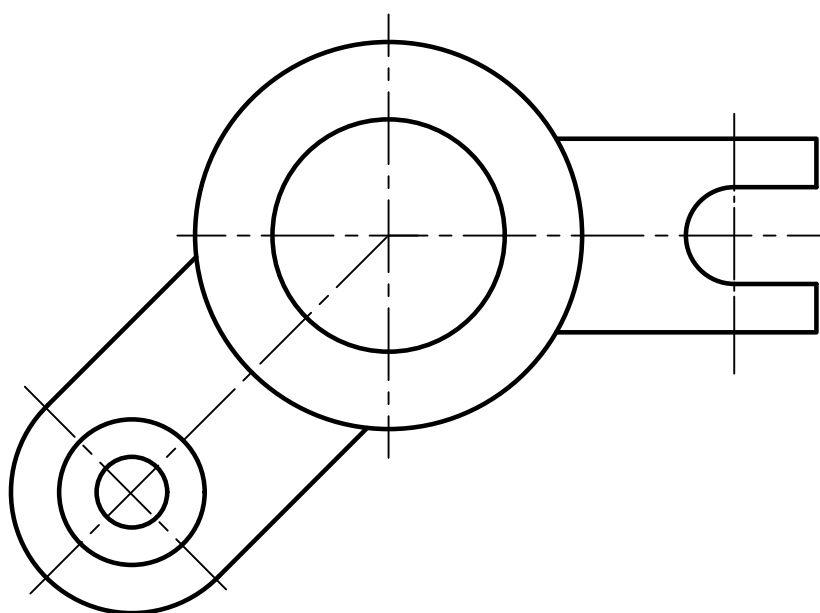
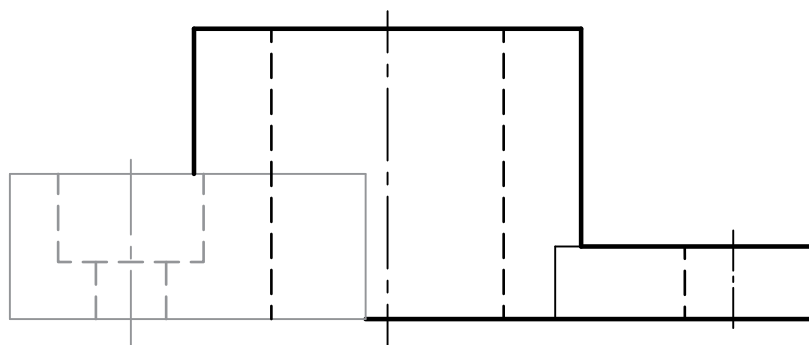
5.3. Выполнить на месте соответствующих основных видов фронтальный, горизонтальный и профильный разрезы.



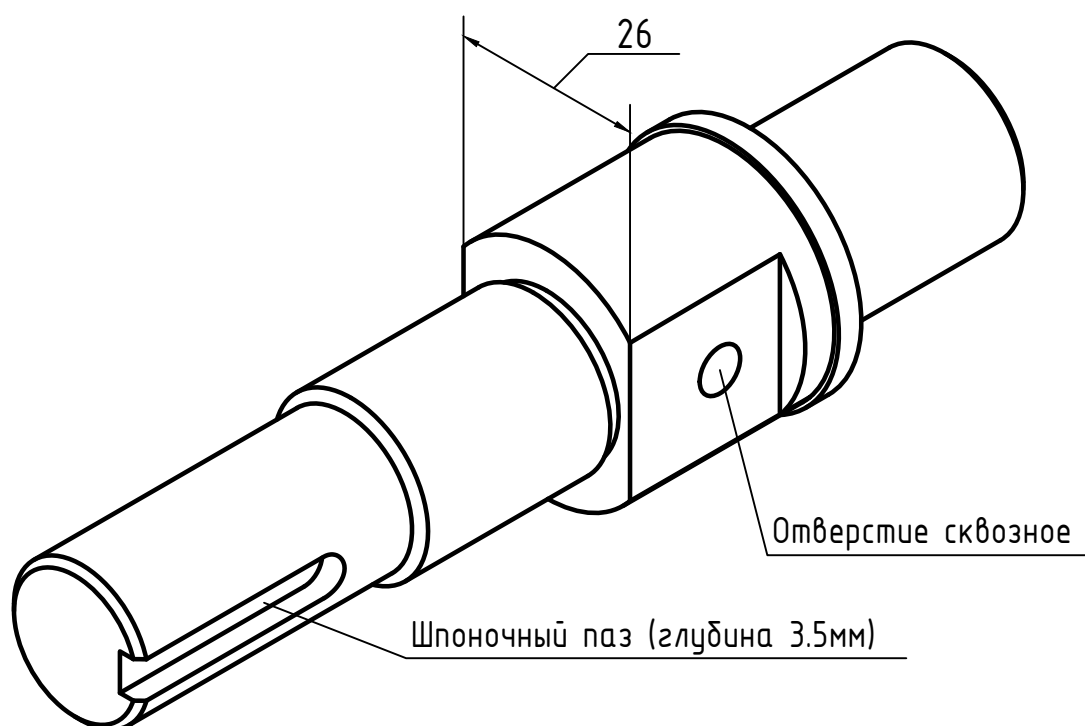
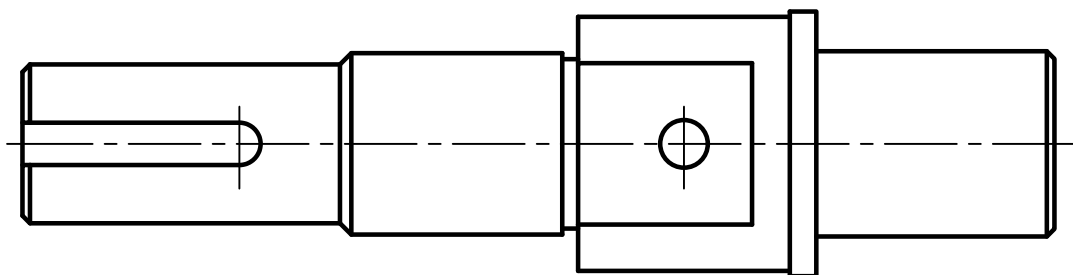
5.4. Выполнить на месте соответствующих основных видов сложный ступенчатый фронтальный и простой профильный разрез.



5.5. Выполнить на месте главного вида сложный ломаный фронтальный разрез.



5.6. Выполнить два сечения: по шпоночному пазу и сквозному отверстию.



Наглядное изображение вала