

Название дисциплины    Номер РГР    Номер задачи    Номер варианта задания    См. указ. к задач. 3, 4.

ИГ.РГР 01.06.08.....

Проекционное черчение

Изм./лист	№ док-м.	Подп.	Дата
Разраб.			
Проб.			
Г. контр.			
Н. контр.			
Учб.			

Лист	Масштаб	Листов
У		1

МГТУ ГА М20365

Формат А3

Рис. 2

Обводить чертежи следует, принимая толщину основных линий  $S = 0,5 - 1,4$  мм. Осевые и центровые линии согласно ГОСТ 2.303-68 проводят штрих-пунктирными, а линии невидимого контура – штриховыми линиями толщиной  $S/2 \dots S/3$ .

Нанесения линий невидимого контура на чертежах по мере возможности следует избегать, делая этот контур видимым с помощью различного рода разрезов и сечений. Чертежи выполняются по заданным размерам, а изображения размещаются на формате так, чтобы они были равномерно распределены по полю чертежа. Все надписи, цифры и отдельные обозначения должны быть выполнены чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81 высотой 3,5 - 5,0 мм.

Не разрешается отсылать РГР на рецензирование по частям. Если чертеж выполнен на формате А3(297x240), то работу нужно сложить до формата А4(210x297) для удобства пересылки почтой.

Рецензирование РГР является основной формой руководства самостоятельной работой студента со стороны преподавателей. Рецензированную работу вместе с замечаниями возвращают студенту. Замечания рецензента на чертежах нельзя удалять. Они должны оставаться до предъявления контрольной работы на собеседование. Студент допускается к собеседованию только при правильном выполнении чертежей в заданном объеме (табл. 1) и при условии устранения ошибок в соответствии с замечаниями рецензента. На повторную рецензию (в случае необходимости исправления ошибок) нужно высылать всю работу полностью, включая уже подписанные чертежи, со всеми замечаниями и предыдущими рецензиями.

## 2.2. Содержание расчетно-графических работ

В процессе изучения дисциплины студент-заочник выполняет такое количество РГР, которое предусмотрено учебной программой для каждой специальности. Номера задач приведены в табл. 1.

Таблица 1

Специальность	Семестр	№ РГР	№№ задач	Форма контроля
162300	1	2	1,2	экзамен
162500	1	2	1,2	экзамен
190700	1	2	1,2	зачет
160905	1	2	1,2	экзамен

### 3. Задача № 1

Постройте три изображения (вида) детали. Деталь изобразите с двумя отверстиями – цилиндрическим, имеющим горизонтально-проецирующую ось, и сквозным призматическим или цилиндрическим. Ребра призмы или ось второго отверстия перпендикулярны фронтальной плоскости проекций. Выполните фронтальный, профильный и горизонтальный разрезы, соединив, где возможно, половину вида с половиной разреза. Чертеж детали к заданию должен соответствовать последней цифре учебного шифра (кода). (табл. 2). Описание фронтально-проецирующего сквозного отверстия с ребрами призмы или осью цилиндра должно соответствовать предпоследней цифре учебного шифра (кода студента) (табл. 3).

Для вариантов № 5, 6, 7, 9 вертикальное цилиндрическое отверстие ( $\varnothing 25$  или  $\varnothing 30$ ) проходит от основания детали до пересечения с отверстием, перпендикулярным фронтальной плоскости проекций.

Пример выполнения задачи приведен на рис. 3.

Таблица 2

## Описание предмета с цилиндрическим отверстием

№ варианта	Внешняя форма детали	№ варианта	Внешняя форма детали
0		1	
2		3	
4		5	



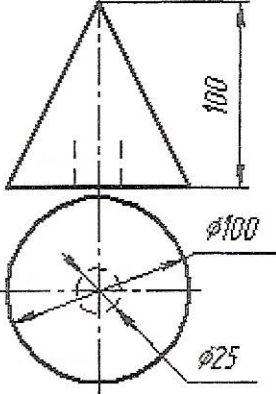
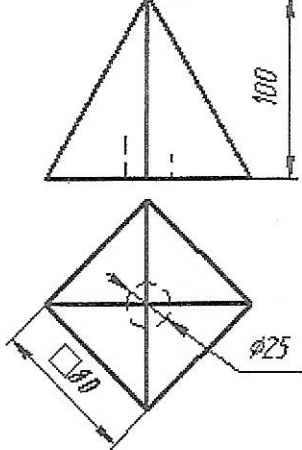
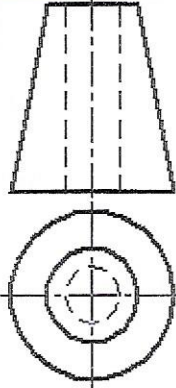
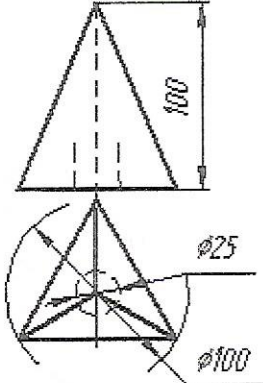
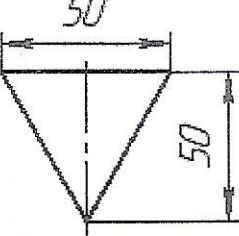
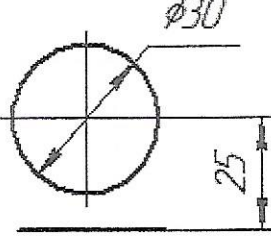
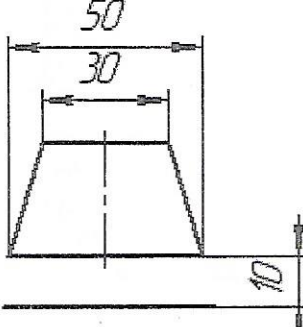
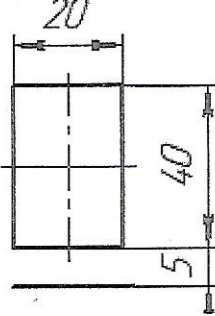
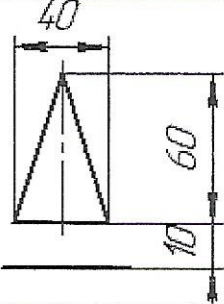
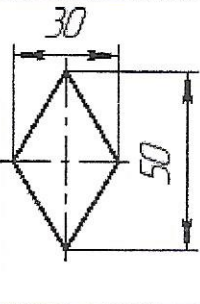
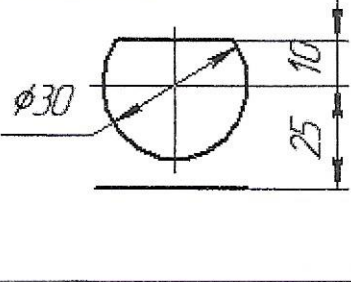
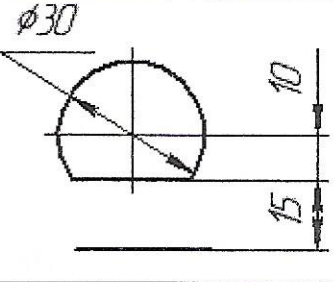
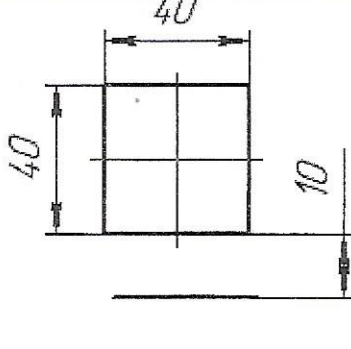
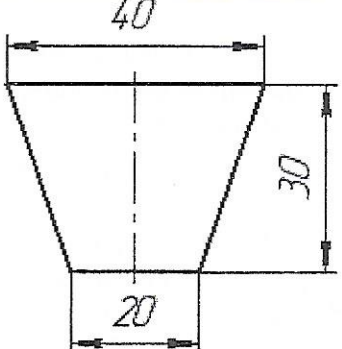
6		7	
8		9	

Таблица 3

## Форма отверстия, перпендикулярного фронтальной плоскости проекций

№№ варианта	Форма отверстия. Размеры отверстия. Расстояние отверстия от нижнего основания предмета	№№ варианта	Форма отверстия. Размеры отверстия. Расстояние отверстия от нижнего основания предмета
0		1	
11 2		3	

4		5	
6		7	
8		9	

### 3.1. Методические указания к выполнению задачи № 1

Перед выполнением чертежа необходимо изучить данные варианта, представить форму детали в пространстве и расположение двух взаимно перпендикулярных отверстий внутри нее.

Для выявления внешней и внутренней формы детали согласно ГОСТу 2.305-68 применяют их изображения – виды, разрезы, сечения, выполненные по методу ортогонального проецирования.

*В И Д* – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности детали. При построении изображения деталь всегда располагают между наблюдателем и плоскостью проекций.

Чтобы изобразить деталь со всех сторон, ее проецируют на шесть взаимно перпендикулярных плоскостей проекций. В качестве таких плоскостей берут грани куба, внутри которого располагают изображаемую деталь. ГОСТ определяет эти грани как основные плоскости проекций, а виды, построенные на этих гранях, называют основными. Названия видов определяют проекции на соответствующие грани куба, что показано на рис. 4, 5 [1 – 3; 6].

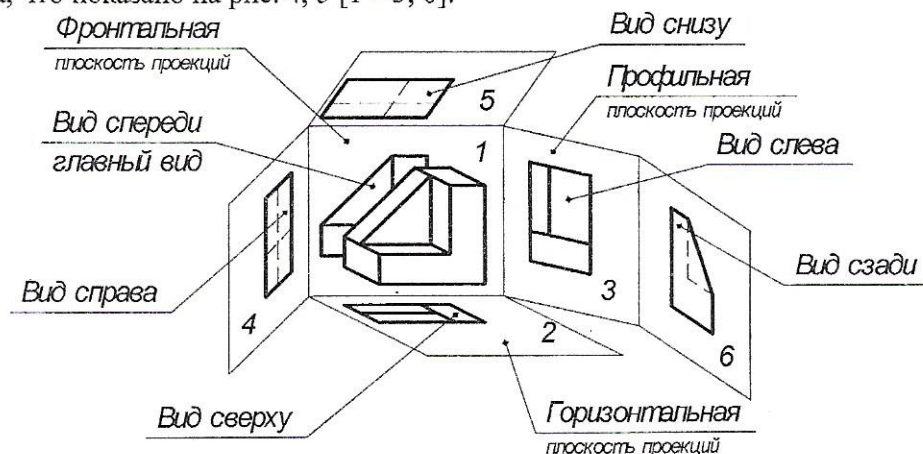


Рис. 4

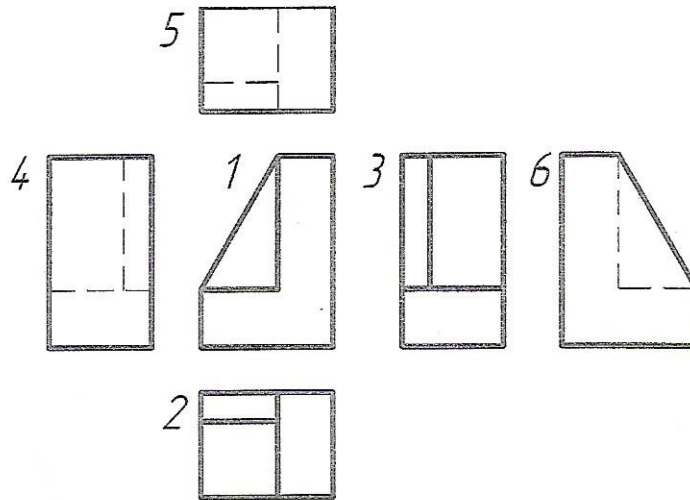


Рис. 5

### Последовательность выполнения задачи

1. Построить три вида внешней формы детали согласно табл. 2.
2. Построить на виде спереди проекции фронтально-проецирующего отверстия согласно табл. 3.
3. Построить проекции линии пересечения фронтально-проецирующего отверстия с заданной деталью.
4. Выполнить разрезы: фронтальный, профильный, горизонтальный. Совместить разрезы, где это возможно, с видами.
5. Проставить размеры.

Согласно правилам начертательной геометрии построение линии пересечения поверхностей сводится к построению ряда точек ее определяющих.

Находить недостающую проекцию точки на поверхности следует, исходя из свойства параллельного проецирования – точка принадлежит поверхности, если она принадлежит линии этой поверхности.

В трехмерном пространстве положение точки устанавливают с помощью прямоугольных координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Построение изображения самой точки и ее ортогональных проекций на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций, линии пересечения которых принимают за оси координат, показано на рис. 6 а. На комплексном чертеже (рис. 6 б) три плоскости проекций совмещены с плоскостью чертежа, при этом ось  $y$  изображена дважды: на плоскости  $\Pi_1$  и  $\Pi_3$ , также как и в курсе «Начертательная геометрия».

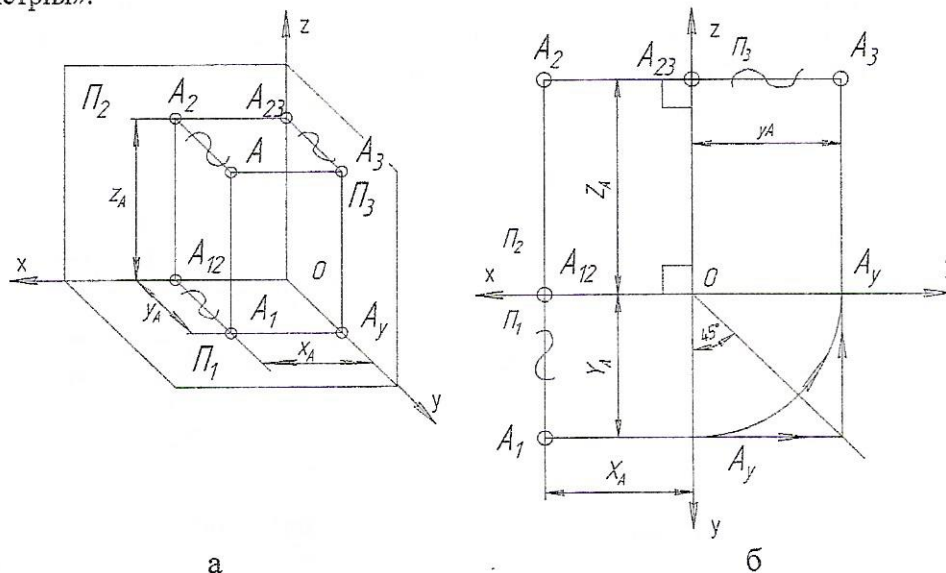


Рис. 6



Соответственно рассмотренным плоскостям проекций, вид сверху или снизу – проекция на горизонтальную плоскость, вид слева или справа – проекция на профильную плоскость.

Для успешного выполнения задачи № 1 рассмотрим примеры построения ортогональных проекций простейших геометрических фигур и точек на их поверхности. Как правило, подобные элементы включены в состав задачи № 1.

### 3.2. Построение ортогональных проекций простейших геометрических фигур и точек на их поверхности

#### 3.2.1. Пример 1. Построение призмы и точек на ее поверхности

При построении изображений прямой призмы, грани которой перпендикулярны плоскости  $\pi_1$  (рис. 7), отметим следующее. Вид спереди призмы – прямоугольник, а вид сверху – шестиугольник, каждая сторона которого является проекцией боковых граней призмы. Вершины шестигранника являются проекциями боковых ребер призмы.

По двум проекциям призмы строим ее вид слева, используя рассмотренный на рис. 6 механизм такого построения. Ориентиром для построений служит плоскость симметрии призмы  $\Omega \parallel \Pi_2$ , которая зафиксирована на виде сверху –  $\Omega_1$ . Проведем плоскость  $\Omega_3$  на некотором расстоянии от оси  $z$ . Она определит расположение вида слева и будет служить также его осью симметрии. Для построения любого элемента вида слева необходимо измерить координату  $y$  этого элемента от  $\Omega_1$  вниз и отложить этот отрезок от  $\Omega_3$  вправо, как показано на рис. 7. Высота элементов берется с вида спереди (рис. 6).

Из курса начертательной геометрии известно, что проекционный чертеж может быть безосным (не имеющим изображения осей проекции), если существенны лишь размеры самой детали, а не ее расположение относительно плоскостей проекций [1-4].

Именно безосные чертежи мы и будем использовать во всех приведенных ниже примерах.

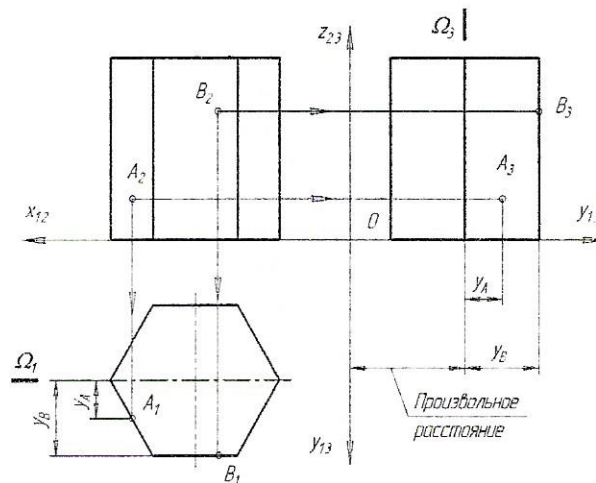


Рис. 7

#### 3.2.2. Пример 2. Построение цилиндра и точек на его поверхности

На рис. 8 дан чертеж прямого кругового цилиндра, ось которого перпендикулярна плоскости  $\Pi_1$ . На поверхности цилиндра задана фронтальная проекция точки  $A - A_2$ . Найти ее недостающие проекции легко, используя свойство горизонтально-проецирующей поверхности, которая вместе с точкой  $A$  проецируется на виде сверху в окружность. По найденной проекции  $A_1$  строим  $A_3$ , откладывая  $y_A$  вправо от оси симметрии цилиндра.

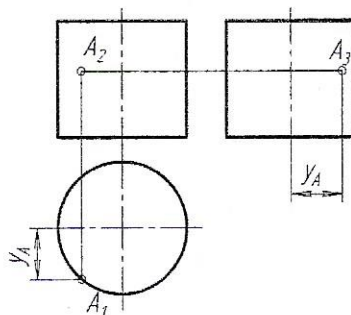


Рис. 8

### 3.2.3. Пример 3. Построение конуса и точек на его поверхности

На рис. 9 дан чертеж прямого круглого конуса, ось которого перпендикулярна плоскости  $\Pi_1$ . Даны фронтальные проекции точек  $A$  и  $B$  ( $A_2$  и  $B_2$ ), принадлежащие поверхности конуса.

Требуется найти недостающие проекции этих точек. Для их построения используем одну из двух простейших линий на поверхности конуса (образующую  $SK$  или окружность радиуса  $r$ ), проходящие через соответствующие точки. Построения ясны из чертежа.

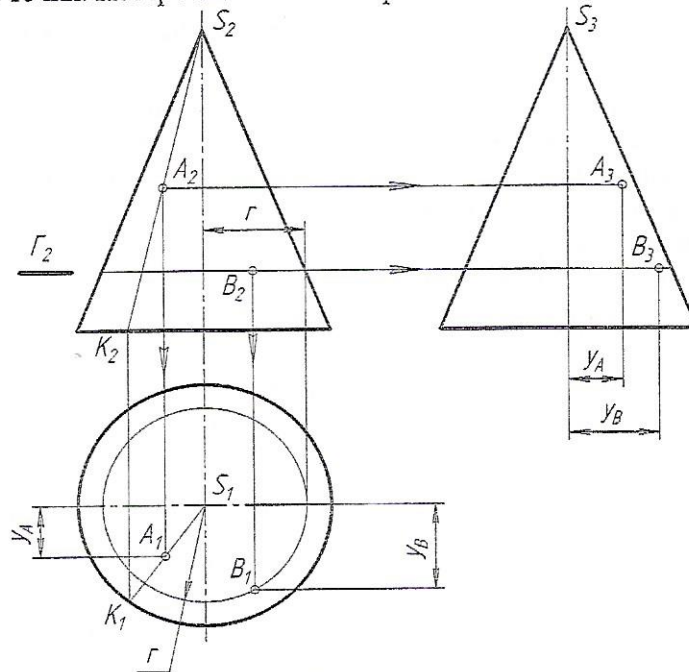


Рис. 9

### 3.2.4. Пример 4. Построение пирамиды и точек на ее поверхности

На рис. 10 дан чертеж в трех проекциях правильной шестиугольной пирамиды, основание которой параллельно плоскости  $\Pi_1$ . Две профильно-проецирующие грани пирамиды вырождены на плоскости  $\Pi_3$  в линии ( $LSM$  и  $ESF$ ).

Во всех остальных случаях грани пирамиды проецируются в виде треугольников. На поверхности пирамиды заданы фронтальные проекции точек  $A$  и  $B$ . Требуется построить их недостающие проекции. Точка  $A$  принадлежит грани, являющейся плоскостью общего положения. Поэтому проведем через точку  $A$  ( $A_2$ ) вспомогательную плоскость-посредник  $\Gamma \parallel \Pi_1$ , пересекающую пирамиду по шестиугольнику, подобному ее основанию. Поэтому все стороны у таких фигур взаимно параллельны и меньший шестиугольник проходит через точки 1 и 2 на соответствующих ребрах пирамиды  $SK$  и  $SN$ . Точка  $A$  принадлежит построенному шестиугольнику. Точка  $B$  принадлежит профильно-проецирующей плоскости, поэтому ее профильная проекция находится на вырожденной проекции этой плоскости — на прямой  $L_3S_3M_3$ . Положение горизонтальной проекции точки  $B$  находим по имеющимся ее фронтальной и профильной проекциям  $B_2$  и  $B_3$  (рис. 10).

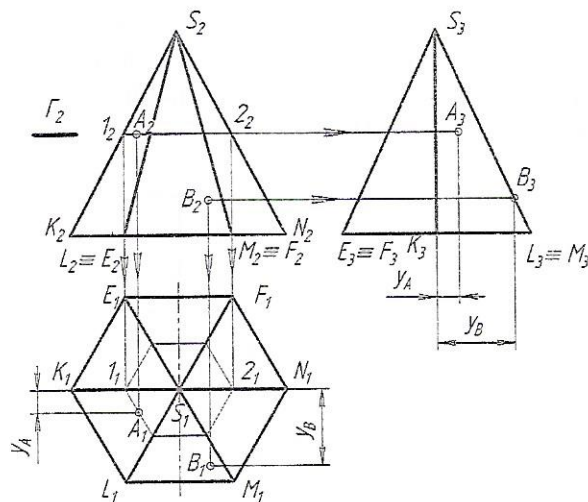


Рис. 10



### 3.3. Пересечение геометрических фигур призматическими и цилиндрическими отверстиями

Приступая к построению проекций отверстий, заданных в табл. 3, необходимо проанализировать, какими поверхностями образовано отверстие. Кроме того, следует уяснить, какими поверхностями ограничена заданная деталь и какого вида линии должны получиться в пересечении с каждой стенкой отверстия.

Исходя из такого анализа, выбирается метод построения проекций отверстий [3; 7]. Рассмотрим некоторые примеры.

#### 3.3.1. Пример 5

На рис. 11 *а* и *б* даны чертеж и модель прямого круглого цилиндра с четырехгранным призматическим отверстием, представленным гранями I - II - III - IV. Эти грани являются плоскостями уровня, а цилиндрическая поверхность — горизонтально-проецирующая. По двум имеющимся изображениям строят вид слева, по аналогии с рис. 8. Как в рассмотренном примере, так и в большинстве других представлены геометрические фигуры, имеющие плоскости симметрии. Поэтому описание построений и обозначения даются для половины каждого вида.

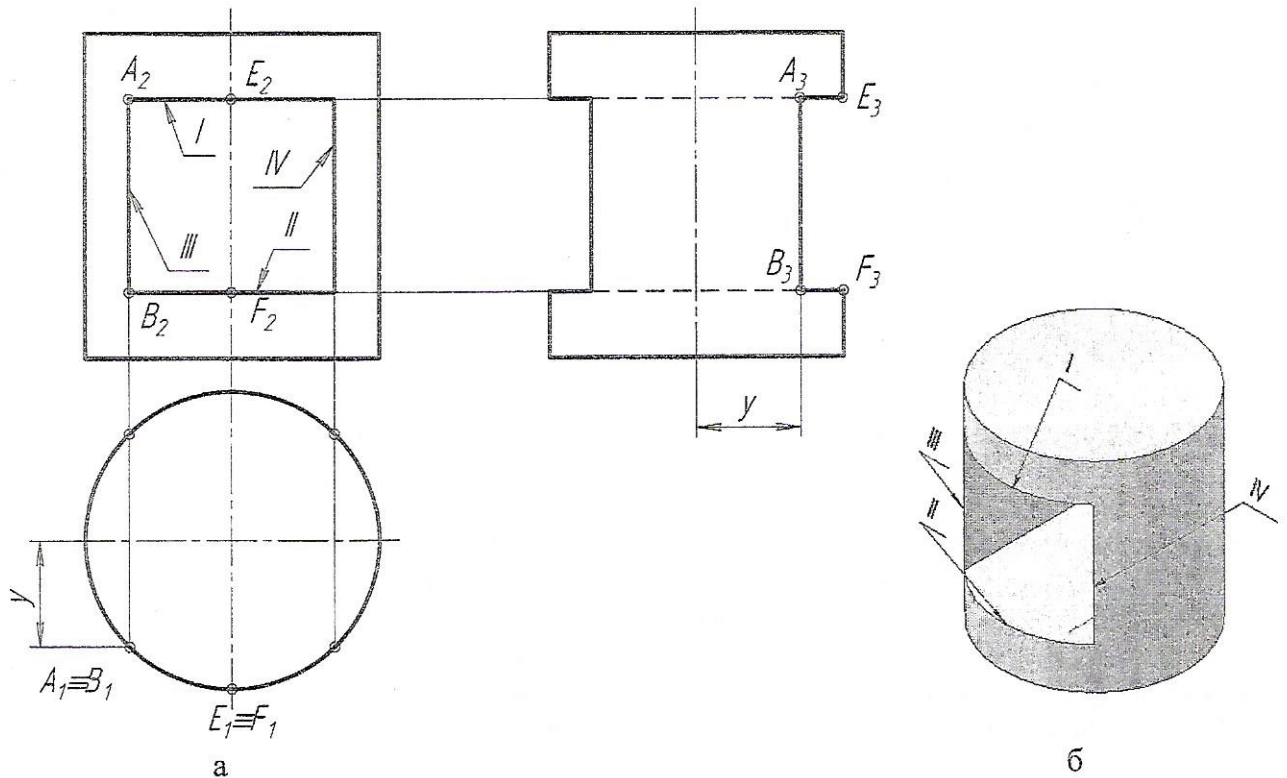


Рис. 11

#### 3.3.2. Пример 6

На рис. 12 *а, б* изображена правильная шестиугольная призма с трехгранным призматическим отверстием — грани I - II - III.

Плоскости I - II — фронтально-проецирующие, а III — плоскость параллельная  $\Pi_1$ . Грани призмы — горизонтально-проецирующие, поэтому главный вид и вид сверху заданы полностью. По двум изображениям строим вид слева, аналогично рис. 7.



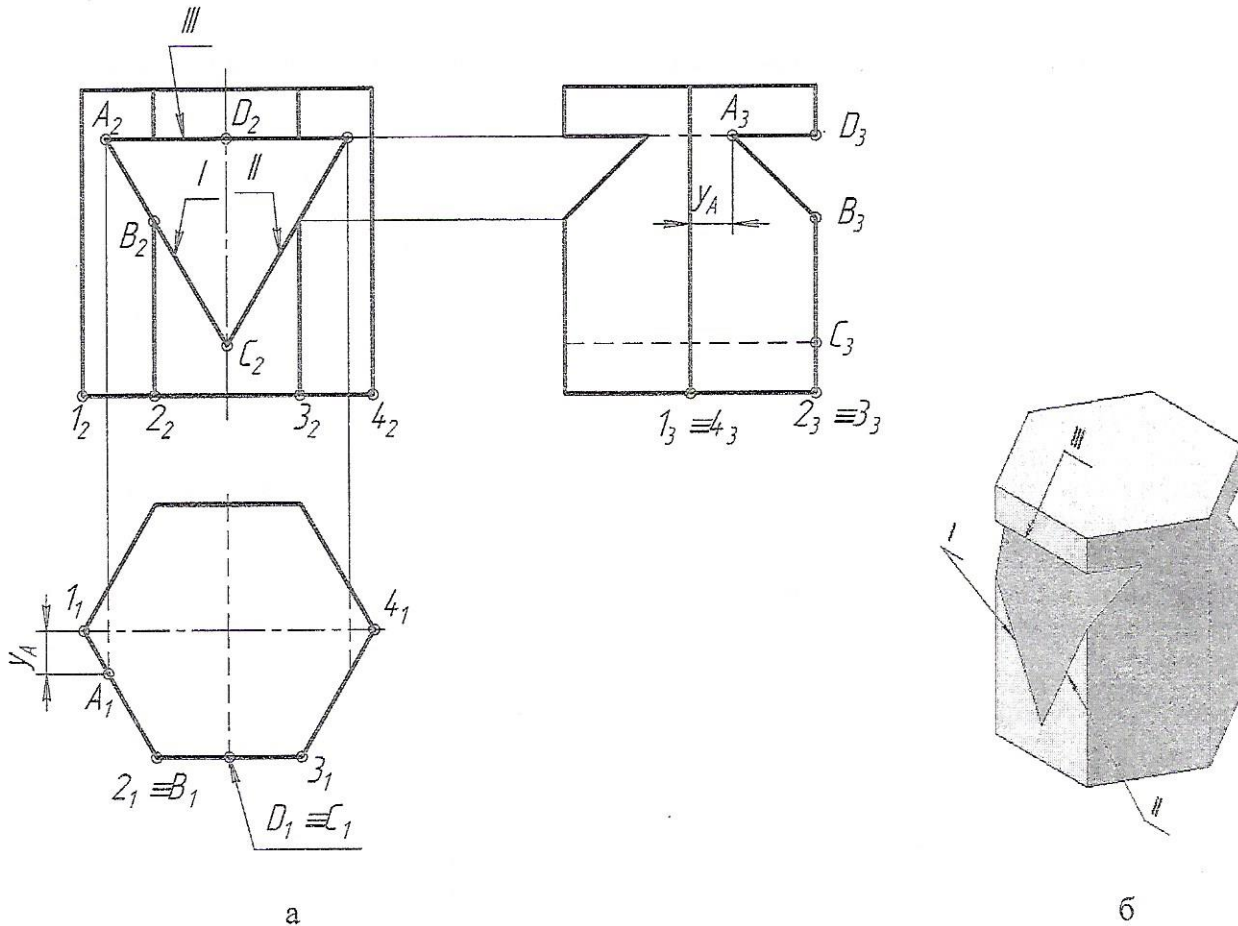


Рис. 12

### 3.3.3. Пример 7

На рис. 13 представлен чертеж конуса со сквозным призматическим отверстием, ограниченным гранями I - II - III - IV. Грани I и II являются горизонтальными плоскостями и ограничены отрезками прямых (ребрами призматического отверстия) и двумя дугами окружностей радиусов  $r$  и  $R$ , которые являются линиями пересечения плоскостей-посредников  $\Gamma$  и  $A$  с конической поверхностью.

Грани III и IV являются профильными плоскостями  $\Omega$  и  $\Omega^*$  и ограничены двумя параллельными отрезками прямых (ребрами призматического отверстия) и гиперболами — линиями пересечения плоскостей  $\Omega$  и  $\Omega^*$  с конической поверхностью. Главный вид фигуры задан полностью, так как плоскости всех четырех граней отверстия являются фронтально-проецирующими. Дуга  $AF$  принадлежит окружности радиуса  $r$ , построенной на виде сверху с помощью точки 1 ( $1_1$  и  $1_2$ ). Дуга  $BG$  принадлежит окружности радиуса  $R$ , построенной на виде сверху с помощью точки 2 ( $2_1$  и  $2_2$ ). Плоскости граней III и IV на виде сверху вырождаются в отрезки прямых, так как эти плоскости фронтально-проецирующие.

Построение отверстия на виде слева начнем с нахождения точек  $A_3$  и  $B_3$ , являющихся граничными точками гипербол, промежуточные точки которых —  $D_3$  и  $D_3^*$ , строят с помощью плоскости-посредника  $B$ , аналогично построению проекций точки  $B$  на рис. 9.

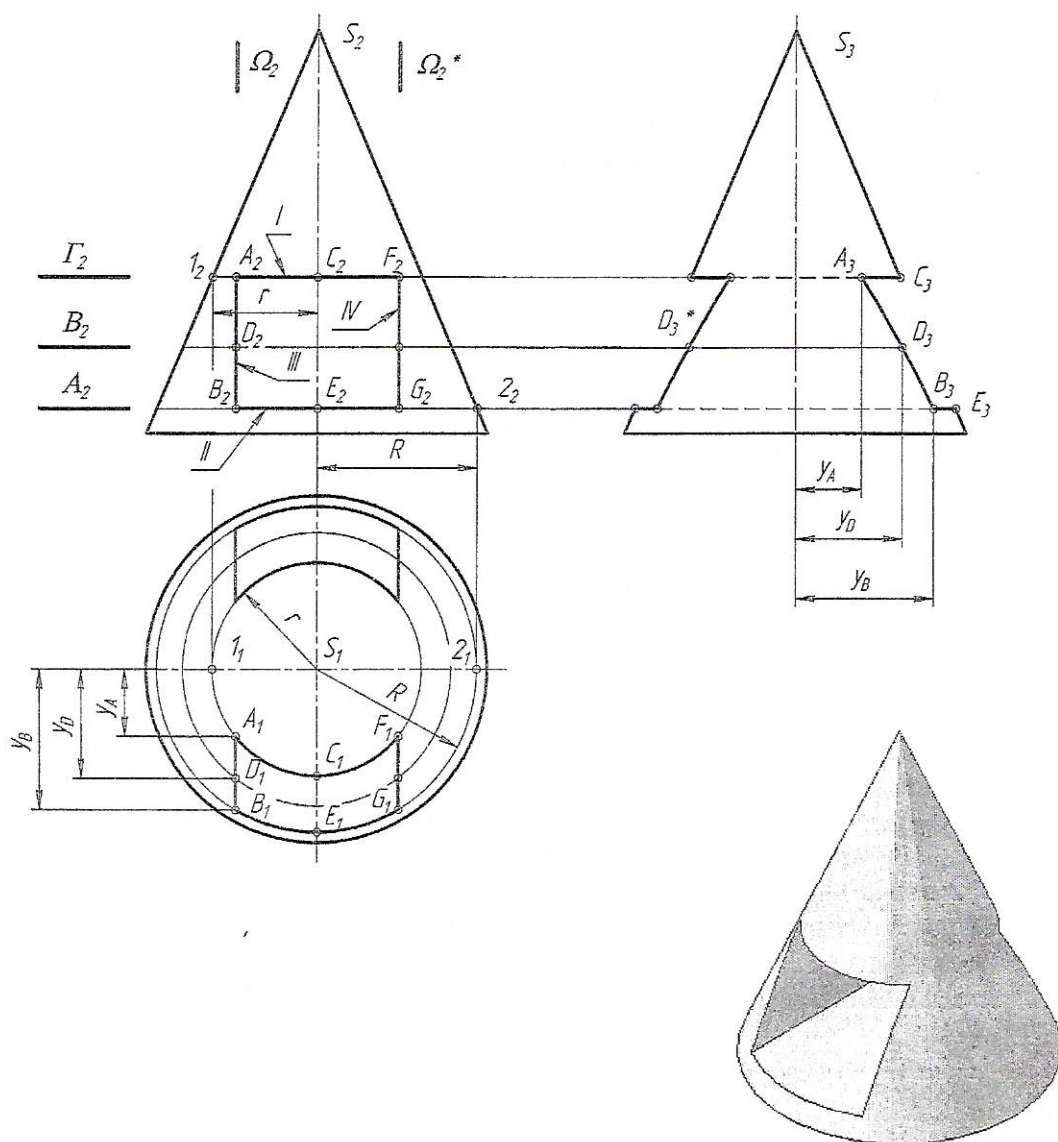


Рис. 13

### 3.3.4. Пример 8

На рис. 14 изображена трехгранная пирамида с четырехгранным призматическим отверстием, грани которого I - II - III - IV. Выполним построения недостающих проекций по виду спереди, который на чертеже показан полностью.

Грани I и II – горизонтальные плоскости, совпадающие соответственно с плоскостями  $A_2$  и  $L_2$ . Эти плоскости-посредники пересекают грани пирамиды по треугольникам, подобным ее треугольному основанию, которые на виде сверху построены с помощью точек 1, 2 и 3, 4, принадлежащих соответствующим ребрам пирамиды. По линиям связи на эти вспомогательные треугольники переносят искомые проекции точек, ограничивающих отверстие в пирамиде.

Грани III и IV – фронтально-проецирующие плоскости и поэтому на виде сверху вырождаются в отрезки прямых линий.

При построении вида слева отметим, что в случае несимметричной фигуры можно не использовать в качестве координатной плоскости плоскость симметрии  $\Omega$ , а «привязать» элемент фигуры размерами к любому ее элементу. На рис. 14 вид слева строят по двум имеющимся изображениям, «привязывая» размеры элементов пирамиды к ее основанию. Отметим, что одна из граней пирамиды ( $SAC$ ) является профильно-проецирующей плоскостью и, следовательно, профильная проекция вырождается в прямую.



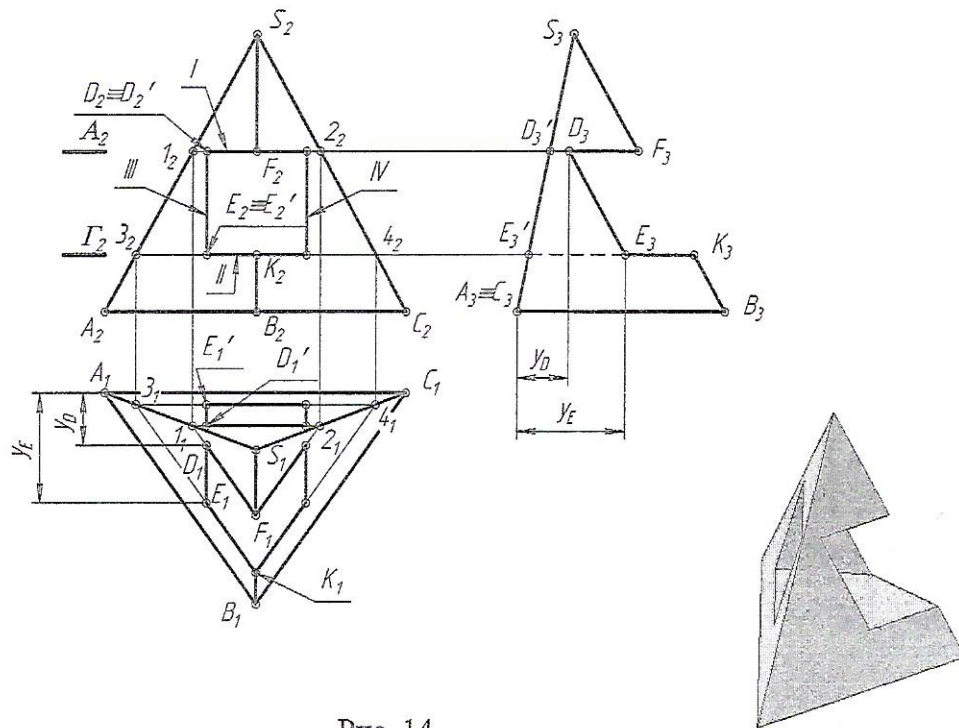


Рис. 14

### 3.3.5. Пример 9

На рис. 15 представлен чертеж правильного шестигранника со сквозным цилиндрическим отверстием. Точки 1, 2, 3 принадлежат как окружности ( $1_2, 2_2, 3_2$ ), в которую вырождается проекция цилиндрической поверхности сквозного отверстия, так и одной из граней шестигранника ( $1_1, 2_1, 3_1$ ). Используя две проекции каждой точки, строят их профильные проекции, откладывая координаты  $a, b, c$  от плоскости симметрии  $\Omega_3$  и координаты  $d, e$  – от оси отверстия. Точки 1 и 3 – экстремальные точки, точка 2 взята произвольно.

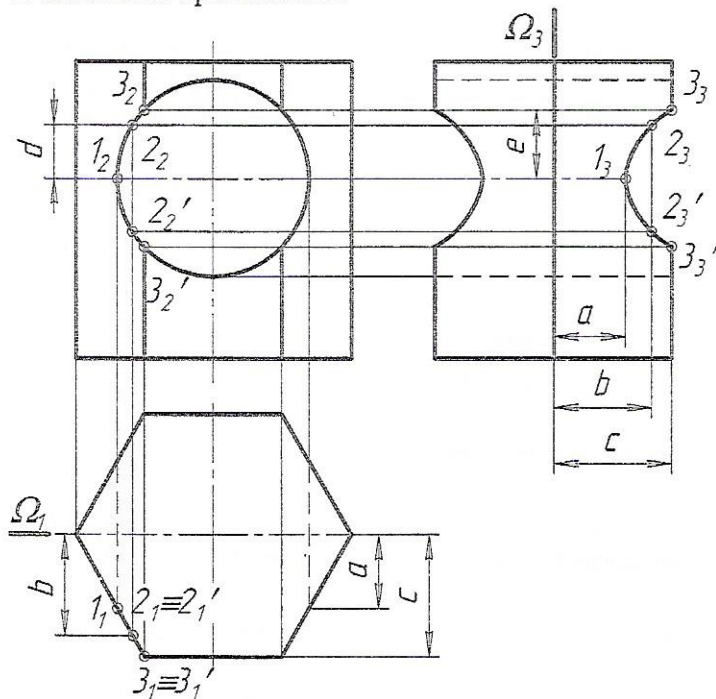


Рис. 15

## 3.4. Разрезы и сечения

После построения линий пересечения отверстий с поверхностью детали и отверстий между собой аналогично рассмотренным на рис. 11-15 примерам, следует выполнить по условиям задания необходимые разрезы.