

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

---

# **НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ**

Методические указания и условия  
к решению задач

Санкт-Петербург  
2005

Составитель Т. А. Лексаченко

Рецензент кандидат технических наук В. А. Голубков

Методические указания являются расширенным и дополненным изложением указаний, прилагаемых к методической разработке «Задачи начертательной геометрии. Методические указания с условиями задач» (ГУАП, 2002). Но, в отличие от них, содержат более подробные пояснения к решению каждой из задач. Указания дополнены перечнем обозначений и словарем основных терминов, принятых в курсе начертательной геометрии и упомянутых в методической разработке. Приведены условия каждой из восьми задач, а также правила оформления задач в виде конструкторских документов, с перечислением номеров и наименований необходимых государственных стандартов.

Методические указания предназначены для студентов всех специальностей направления 654600 «Информатика и вычислительная техника», но могут быть рекомендованы студентам и другим специальностям вуза при решении ими задач по другим задачкам. Методические указания могут быть полезны и при проработке материалов лекций по курсу начертательной геометрии, так как содержат описания алгоритмов решения основных позиционных и комплексных задач.

Подготовлены кафедрой механики и рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения.

Редактор *Г. Д. Бакастова*  
Компьютерный набор и верстка *О. И. Бурдиной*

---

Сдано в набор 02.09.05. Подписано к печати 08.12.05. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 3,25. Тираж 250 экз. Заказ №

---

Редакционно-издательский отдел  
Отдел электронных публикаций и библиографии библиотеки  
Отдел оперативной полиграфии  
ГУАП

190000, Санкт-Петербург, ул. В. Морская, 67

© ГОУ ВПО «СПбГУАП», 2005

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В соответствии с новой редакцией Государственного образовательного стандарта (ГОС-2) для направления 654600 «Информатика и вычислительная техника» в рамках дисциплины «Инженерная графика» предусмотрено изучение основных положений начертательной геометрии – теоретической базы как инженерной графики, так и компьютерной геометрии.

Способом закрепления теоретического материала курса является умение решать разнообразные графические задачи, позволяющие определять положение геометрических объектов в пространстве, их размеры и взаимное расположение. Результатом приобретенных знаний и навыков являются, в конечном итоге, четкие пространственные представления, позволяющие не только понимать, но и создавать компьютерные изображения сложных объектов.

Методические указания содержат подробные текстовые условия восьми задач. Графические условия задач, каждая из которых представлена двадцатью четырьмя вариантами, приведены в методической разработке «Задачи начертательной геометрии. Методические указания с условиями задач» (ГУАП, 2002).

Решение этих задач позволяет в целом освоить основные темы начертательной геометрии:

- комплексный чертеж точки, прямой, плоскости, поверхности;
- взаимное расположение точек, прямых, плоскостей и поверхностей;
- определение размеров, расстояний и углов, характеризующих геометрические фигуры и их взаимное положение;
- построение разверток поверхностей;
- построение аксонометрических изображений геометрических тел.

К каждой из восьми задач имеются общие методические указания, содержащие алгоритм графических построений, приводящих к решению. Обращается внимание на особенности решения, связанные с частными случаями расположения геометрических фигур. Приводится перечень обозначений и словарь основных терминов, применяемых в курсе лекций по начертательной геометрии (см. Приложения 1 и 2).

Решение каждой задачи оформляется в виде конструкторского документа на листах ватмана (см. Приложение 4), имеющих рамку и основную надпись по форме 1 ГОСТ 2.104–68. ЕСКД. Основная надпись. Задачи 4 и 5 выполняются на форматах А3, остальные – на А4 (ГОСТ 2.304–68. ЕСКД. Форматы). Текстовое условие, все обозначения, приводимые на чертеже (буквы греческого и латинского алфави-

та, цифры), выполняются шрифтом 5 по ГОСТ 2.304–81.ЕСКД. Шрифты чертежные (см. Приложение 3).

Современный уровень компьютерной обеспеченности позволяет выполнять графические работы, используя графику и оформительские атрибуты (шрифты, основную надпись) разнообразных графических пакетов. До 50 % графического материала (4 задачи) могут быть выполнены на компьютере с распечаткой решения на листах потребительской бумаги соответствующего формата.

## ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### К задаче № 1

*Условие задачи.* По заданным координатам точек  $A$  и  $B$  построить три проекции отрезка  $AB$ . Определить натуральную величину отрезка  $[AB]$  и углы его наклона к плоскостям проекций  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ . Построить точку  $C$ , делящую отрезок  $AB$  в отношении 2:5.

Для построения проекций точек по заданным координатам необходимо выбрать и указать в верхнем углу листа отрезок установленной длины с указанием его меры по типу:  $\text{---}10\text{---}$

Две проекции отрезка на  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  строят по координатам точек  $A$  и  $B$ . Третью проекцию отрезка на  $\Pi_3$  строят по линиям связи, проведенным из указанных проекций.

При ортогональном проецировании проекции точек располагаются на линиях связи, перпендикулярных осям, разделяющим эти плоскости проекций.

Длину отрезка (его натуральную величину) определяют способом прямоугольного треугольника. Гипотенуза треугольника – длина отрезка, один из катетов – проекция отрезка на плоскости проекций, другой – разность удалений точек концов отрезка от этой плоскости проекций. Другими словами, если одним из катетов прямоугольного треугольника является проекция отрезка на какую-либо плоскость проекций, другой катет – разность координат точек отрезка вдоль оси, не принадлежащей этой плоскости проекций.

Угол между прямой и плоскостью проекций находят в прямоугольном треугольнике как угол между натуральной величиной отрезка прямой и его проекцией на плоскости проекций:  $\angle \alpha = (AB \wedge \Pi_1)$ ,  $\angle \beta = (AB \wedge \Pi_2)$ ,  $\angle \gamma = (AB \wedge \Pi_3)$ .

**Внимание!** Для прямых уровня углы наклона к плоскостям проекций определяются непосредственно (без дополнительных построений).

Деление отрезка в заданном отношении базируется на свойстве пропорциональности для параллельного и, в частности, ортогонального проецирования: проекция точки делит проекцию отрезка в том же отношении, в котором точка делит сам отрезок. Поэтому разделить отрезок  $AB$  в заданном отношении возможно как делением натуральной величины отрезка, так и любой из его проекций, с построением точки  $C$  на  $AB$  и  $C_1, C_2, C_3$  на проекциях отрезка.

Графическое деление отрезка производится с помощью построения из любого конца отрезка прямой под острым углом, на котором циркулем откладывают единичные мерные отрезки в количестве частей, на которое необходимо разделить данный отрезок. Соединив второй конец отрезка с концом последнего единичного отрезка, параллельными прямыми делят отрезок в заданном отношении.

## К задаче № 2

*Условие задачи.* Через точку  $L$  построить перпендикуляр  $n$  к плоскости  $\Sigma$ . Найти точку  $K$  – точку пересечения перпендикуляра  $n$  с плоскостью  $\Sigma$ . Построить точку  $M$ , симметричную точке  $L$  относительно плоскости  $\Sigma$ . Указать видимость точек  $L$  и  $M$  и перпендикуляра  $n$  на плоскостях проекций.

**Алгоритм решения задачи по построению перпендикуляра к плоскости:**

1. Построить проекции любой горизонтали  $h$  и проекции любой фронтальной  $f$ , принадлежащих заданной плоскости.

2. Через точку  $L$  построить перпендикуляр  $n$  к плоскости  $\Sigma$ , проведя на плоскостях проекций:  $n_1 \perp h_1$  и  $n_2 \perp f_2$ .

3. С помощью построения прямой, конкурирующей с перпендикуляром  $n$  на одной из плоскостей проекций, найти точку пересечения перпендикуляра  $n$  с плоскостью  $\Sigma$ .

4. Указать видимость перпендикуляра  $n$  на плоскостях проекций.

Условия построения на комплексном чертеже проекций перпендикуляра, проведенного к плоскости из произвольной точки пространства, базируются на теореме о проецировании прямого угла и том обстоятельстве, что одноименные прямые уровня данной плоскости (все горизонтальные либо все фронтальные) параллельны между собой. Поэтому, построив в заданной плоскости любую горизонталь и любую фронталь (обязательно отметив точки привязки прямой уровня к элементам, задающим плоскость), проводим проекции перпендикуляра  $n$  следующим образом:  $n_1 \perp h_1$ ,  $n \perp f_2$ , т. е. горизонтальная проекция перпендикуляра  $n_1$  строится перпендикулярно горизонтальной проекции горизонтали плоскости ( $h_1$ ), фронтальная проекция  $n_2$  – перпендикулярно фронтальной проекции фронтальной плоскости ( $f_2$ ).

**Внимание!** В проецирующих плоскостях одна из прямых уровня является проецирующей прямой.

Построение на перпендикуляре точек  $L$  и  $M$ , симметрично расположенных относительно плоскости  $\Sigma$ , возможно лишь при нахождении точки  $K$  – точки пересечения перпендикуляра  $n$  с заданной плоскостью  $\Sigma$ .

Относительно этой точки по разные стороны на перпендикуляре откладывают равные отрезки  $LK = KM$ . Соответственно этому равенству на плоскостях проекций строят проекции точки  $M$ :  $L_1K_1 = K_1M_1$ ,  $L_2K_2 = K_2M_2$ .

Точка пересечения перпендикуляра с плоскостью определяется по правилам нахождения точки пересечения прямой с плоскостью, а именно, искомая точка  $K$  определяется с помощью вспомогательной прямой, заведомо принадлежащей плоскости (что обязательно отмечается точками ее привязки к плоскости), и конкурирующей с заданной прямой на одной из плоскостей проекций. Если в качестве такой прямой взять прямую  $i$ , то строим либо  $i_1 \equiv n_1$  либо  $i_2 \equiv n_2$ . Проекция точки пересечения находится в пересечении проекций указанных прямых на другой плоскости проекций и на совпадающих проекциях этих прямых.

**Внимание!** Точка пересечения прямой с проецирующей плоскостью определяется непосредственно, без дополнительных построений, в точке пересечения проекции прямой с вырожденной проекцией плоскости.

**Видимость объектов** на плоскостях проекций определяют по конкурирующим точкам: точкам, принадлежащим различным объектам (в данной задаче – перпендикуляру  $n$  и плоскости  $\Sigma$ ).

Для определения видимости на плоскости  $\Pi_1$  необходимо на этой же плоскости взять конкурирующие точки, принадлежащие перпендикуляру и плоскости и совпадающие на плоскости  $\Pi_1$ . Обычно такие точки выбирают в местах наложения проекций перпендикуляра и прямых, задающих плоскость. Выбрав, например, в качестве конкурирующих точек точки  $10_1 \equiv 11_1$ , если  $10 \in n$ , а  $11 \in \Sigma$ , по проекциям точек  $10_2$  и  $11_2$  определим, точка какого объекта выше. Этот объект и будет видимым на плоскости  $\Pi_1$ .

Для определения видимости на плоскости  $\Pi_2$  необходимо взять точки, принадлежащие перпендикуляру  $n$  и плоскости  $\Sigma$  и совпадающие на этой же плоскости проекций. По горизонтальным проекциям конкурирующих точек определим, какая точка ближе к наблюдателю (имеет большую глубину), и, следовательно, объект, видимый на плоскости  $\Pi_2$ .

Проекции объекта, невидимого на плоскости проекций, показывают штриховыми линиями (линиями невидимого контура).

### К задаче № 3

*Условие задачи.* Построить линию пересечения двух плоскостей. Определить их видимость на плоскостях проекций.

### **Алгоритм построения линии пересечения плоскостей:**

1. Выбрать одну из плоскостей в качестве основной плоскости, а во второй плоскости – две прямые, ей принадлежащие.
2. Построить точки пересечения первой и второй прямой с основной плоскостью.
3. Построить линию пересечения плоскостей, соединяя полученные точки пересечения.
4. Определить видимость заданных плоскостей на плоскостях проекций.

Линией пересечения двух плоскостей является прямая. Проекция этой прямой определяются проекциями двух точек, принадлежащих одновременно обеим плоскостям.

**Внимание!** В случае если одна из заданных плоскостей является проецирующей, одна из проекций линии пересечения плоскостей определяется сразу же, без дополнительных построений, так как она расположена на вырожденной проекции проецирующей плоскости.

Линия пересечения двух плоскостей общего положения может быть построена двумя способами:

– построив точки пересечения двух прямых одной плоскости с другой плоскостью, т. е. дважды применив решение задачи на пересечение прямой с плоскостью. Этот способ применяют, как правило, для построения линии пересечения плоскостей в случае их совмещенного расположения;

– вводя две вспомогательные проецирующие плоскости, построить линии их пересечения с заданными плоскостями (как указано выше, обе легко определяются на чертеже). Две соответственные точки пересечения этих линий определяют искомую линию пересечения плоскостей.

Способ введения двух вспомогательных проецирующих плоскостей применяют и для построения линии пересечения разнесенных плоскостей.

Отметим, что при решении задачи первым способом точка пересечения прямой с плоскостью также может быть определена двумя способами:

– *с помощью вспомогательной прямой, конкурирующей с рассматриваемой прямой (см. указания к задаче № 2);*

– *с помощью вспомогательной проецирующей плоскости, проведенной через рассматриваемую прямую.*

Нахождение точки пересечения прямой с плоскостью посредством проведения через данную прямую *вспомогательной проецирующей плоскости* часто применяется при решении задач и базируются на «собирательном» свойстве проецирующей плоскости. А именно всё, что



находится в этой плоскости (точки, прямые и в том числе, точка пересечения этой плоскости с заданной прямой) располагаются на «вырожденной» (в виде прямой) проекции проецирующей плоскости. Например, определяем точку пересечения  $M$  прямой  $m$  с плоскостью  $\Sigma$ , проводя через прямую  $m$  плоскость  $\Delta \perp \Pi_2$ , что соответствует записи  $m_2 \equiv \Delta_2$ , определив затем линию пересечения  $(12) = \Sigma \cap \Delta$  сразу же на проекции  $\Delta_2$  в точках  $1_2 2_2$  наложения ее вырожденной проекции на проекции прямых, задающих  $\Sigma_2$ . Точка  $M_1$  определится в пересечении  $(1_1 2_1)$  с  $m_1$ , а  $M_2$  соответственно на  $m_2$ .

Для наглядности чертежа линия пересечения совмещено расположенных плоскостей должна быть отмечена в пределах наложения проекций, задающих плоскости, а их видимость на плоскостях проекций определена посредством конкурирующих точек этих плоскостей. Понятно, что в случае, если плоскости разнесены и не заслоняют одна другую на плоскостях проекций, их видимость не изменяется.

#### К задаче № 4

*Условие задачи.* Определить величины геометрических фигур, величины углов  $\alpha$  и  $\beta$ , характеризующие положение фигур по отношению к плоскостям проекций, величины (расстояния, углы), характеризующие взаимное расположение фигур.

Возможность изменения расположения плоскостей проекций по отношению к объектам, ориентация которых в пространстве остается неизменной, позволяет решать *метрические задачи*: определять натуральные величины геометрических фигур, их расположение по отношению к плоскостям проекций (углы  $\alpha$ ,  $\beta$ ), а также расстояния и углы, характеризующие взаимное расположение двух геометрических фигур.

Выбор новых плоскостей проекций отражается в соблюдении следующих условий при построении на комплексном чертеже проекции любой точки объекта в новой плоскости проекции:

1. Линии связи между проекциями точки в двух плоскостях проекций всегда строятся перпендикулярно оси, разделяющей эти плоскости (в силу условия взаимной перпендикулярности плоскостей проекций).
2. Координата каждой точки в новой плоскости проекций равна координате этой точки в заменяемой плоскости проекций.

При применении способа замены плоскостей проекций целесообразно присваивать новым фронтальным плоскостям проекций четные номера ( $\Pi_4$ ,  $\Pi_6$ ,  $\Pi_8$  и т. д.), а новым горизонтальным плоскостям – нечетные ( $\Pi_5$ ,  $\Pi_7$  и т. д., резервируя номер 3 за профильной плоскостью проекций  $\Pi_3$ ).

Для решения метрических задач применяют четыре преобразования комплексного чертежа: преобразования ① и ② – для прямых, преобразования 3 и 4 – для плоскостей.

Суть этих преобразований такова:

① Преобразование, при котором прямая общего положения становится прямой уровня. Так, для отрезка  $AB$  при замене фронтальной плоскости проекций  $\Pi_2$  на  $\Pi_4$  при условии  $AB \parallel \Pi_4$  (на комплексном чертеже новая ось  $x_{14} \parallel A_1B_1$ ), отрезок  $AB$  становится фронталью, поэтому на плоскости  $\Pi_4$  выявляется его натуральная величина  $[AB]$  и угол  $\angle \alpha$ , отмечаемый между  $[AB]$  и  $x_{14}$ . Аналогичным образом, при замене  $\Pi_1$  на  $\Pi_5$  при  $AB \parallel \Pi_5$  отрезок  $AB$  становится горизонталью, а угол  $\angle \beta$  отмечается между  $[AB]$  и  $x_{25}$ .

② Преобразование, при котором прямая уровня становится проецирующей прямой. В этом случае новая плоскость проекций располагается перпендикулярно прямой, что на комплексном чертеже отражено в построении новой оси перпендикулярно натуральной величине отрезка (например,  $x_{56} \perp [AB]$  либо  $x_{47} \perp [AB]$ ).

③ Преобразование, при котором плоскость общего положения становится проецирующей плоскостью. Для осуществления такого преобразования в рассматриваемой плоскости необходимо построить прямую уровня: горизонталь либо фронталь. Выбор вида прямой уровня обусловлен следующими соображениями: если необходимо плоскость общего положения преобразовать в горизонтально проецирующую плоскость, новую горизонтальную плоскость проекций  $\Pi_5$  располагают перпендикулярно фронтали плоскости (на комплексном чертеже это соответствует построению  $x_{25} \perp f_2$ ). Результатом преобразования является определение угла  $\beta$ , фиксируемого между «вырожденной» проекцией плоскости и новой осью  $x_{25}$ . Аналогичным образом определяется угол  $\alpha$  при расположении новой фронтальной плоскости проекции  $\Pi_4$  перпендикулярно горизонтали  $h$  плоскости:  $x_{14} \perp h_1$ .

④ Преобразование, при котором проецирующая плоскость становится плоскостью уровня. При таком преобразовании новая плоскость проекций располагается параллельно вырожденной проекции плоскости. Результатом является определение натуральной величины плоской фигуры, а также углов между пересекающимися прямыми в такой геометрической фигуре.

Рассмотрим систему преобразований, которые необходимо осуществить для определения величин геометрических фигур, расстояний и углов между объектами, если заданные прямые и плоскости занимают общее положение (для вариантов геометрических фигур задачи № 4).

## Система преобразований

*Определение величины геометрической фигуры*      *Преобразования*

- |                            |       |
|----------------------------|-------|
| 1. Длина отрезка           | ①     |
| 2. Величина плоской фигуры | ③ + ④ |

*Определение расстояний*

- |                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 1. Между скрещивающимися прямыми | ① + ② |
|----------------------------------|-------|

*Определение углов*

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Между прямой и плоскостью проекций                      | ①         |
| 2. Между плоской фигурой и плоскостью проекций             | ③         |
| 3. Между пересекающимися прямыми                           | ③ + ④     |
| 4. Между скрещивающимися прямыми                           | ① + ② + ① |
| 5. Между отрезком и плоской фигурой, имеющими общую точку  | ③ + ④ + ① |
| 6. Двугранный угол между плоскостями, имеющими общее ребро | ① + ②     |

**Внимание!** Если геометрическая фигура занимает частное положение, количество преобразований уменьшается.

### *Пояснения к таблице преобразований*

*Для определения расстояния между скрещивающимися прямыми необходимо одну из прямых сделать проецирующей, а вторую просто перестроить в новые плоскости проекций. Перпендикуляр к проецирующей прямой является прямой уровня. В то же время прямой угол, образованный прямой уровня со второй прямой, проецируется в натуральную величину на последней из введенных плоскостей проекций. Поэтому проекция перпендикуляра на последней из введенных плоскостей проекций и является натуральной величиной пространственного перпендикуляра.*

*Для определения угла между скрещивающимися прямыми необходимо увидеть обе эти прямые в натуральную величину. Прямая, которая при определении расстояния между заданными прямыми, была преобразована в проецирующую, будет на любой новой плоскости проекций видна в натуральную величину, поэтому угол между прямыми*

выявится на плоскости проекций, расположенной параллельно второй прямой.

*Для определения угла между прямой и плоскостью*, имеющими общую точку, необходимо выполнить два условия: прямая должна быть видна в натуральную величину, в то же время плоскость должна занимать проецирующее положение. Таким образом, сначала необходимо преобразовать плоскость в плоскость уровня, перестроив во введенные плоскости проекций также и прямую, а затем расположить еще одну новую плоскость проекций параллельно прямой. В этой последней плоскости проекций и определится угол между заданной прямой и плоскостью в натуральную величину.

*Для определения двугранного угла между плоскостями, имеющими общее ребро*, необходимо применить преобразования лишь к прямой, являющейся общим ребром, а именно, если это прямая общего положения, сделать ее проецирующей прямой. В этом случае заданные плоскости также будут проецирующими, а двугранный угол определится в натуральную величину между вырожденными проекциями этих плоскостей.

## **К задаче № 5**

*Условие задачи.* Построить линию пересечения поверхности плоскостью  $\Sigma$ . Определить натуральный вид и видимость линии пересечения и видимость самой поверхности на плоскостях проекций. Построить развертку усеченной части (любой).

В вариантах условий задач плоскость  $\Sigma$ , пересекающая поверхность, задана как проецирующая, поэтому линия ее пересечения с поверхностью определяется непосредственно на «вырожденной» проекции этой плоскости в пределах ее пересечения с очерком поверхности. Важно проанализировать вид линии пересечения с тем, чтобы определить необходимое, но достаточное для ее построения количество точек. Анализ базируется на знании перечня возможных плоских сечений основных поверхностей (гранных поверхностей, поверхностей второго порядка и, в частности, поверхностей вращения).

При пересечении гранной поверхности плоскостью получается плоская ломаная линия. При задании многогранника для ее построения достаточно построить точки пересечения ребер и линий, задающих основание. Помеченные точки соединяют в линию пересечения в порядке обхода по граням поверхности, с учетом видимости точек на плоскостях проекций.

При пересечении плоскостью цилиндрической поверхности вращения могут быть получены:

1. *Окружность* – в случае, если секущая плоскость перпендикулярна оси вращения.

2. *Две образующие* – если секущая плоскости параллельна оси вращения.

3. *Эллипс* – если секущая плоскость не параллельна и не перпендикулярна оси вращения и пересекает все образующие.

В случае пересечения с *ф е р ы* любой плоскостью линией пересечения всегда является *окружность*. Однако если плоскость является плоскостью уровня, то на параллельную ей плоскость проекций эта окружность проецируется без искажения. Если окружность, являющаяся линией пересечения, располагается под углом к плоскости проекций, то она проецируется на нее в виде *эллипса*.

При пересечении *к о н и ч е с к о й* поверхности вращения плоскостью могут быть получены следующие линии пересечения:

1. *Окружность* – в случае, если секущая плоскость перпендикулярна оси вращения.

2. *Эллипс* – если секущая плоскость пересекает все образующие.

3. *Две образующие* (прямые) – если секущая плоскость проходит через вершину поверхности.

4. *Гипербола* – если секущая плоскость параллельна двум образующим поверхности.

5. *Парабола* – если секущая плоскость параллельна только одной образующей поверхности.

Важно помнить, что при ортогональном проецировании кривые второго порядка проецируются в соответствующие им кривые второго порядка: парабола – в виде параболы, гипербола – в виде гиперболы, окружность – в виде окружности либо эллипса, эллипс – в виде эллипса либо окружности.

Проекции кривых линий сечений строятся по отдельным точкам. Следует помнить, что плоские кривые второго порядка (окружность, эллипс, гипербола и парабола) являются симметричными кривыми и при их построении обязательно следует находить точки осей этих кривых. В частности точки осей эллипса, как правило, являются опорными точками. Ряд опорных точек определяется на очерковых образующих рассматриваемой поверхности.

Так как в вариантах заданий приведены поверхности, ограниченные основаниями (конусы, цилиндры), то отмечаются точки и на основании(ях). Промежуточные точки, необходимые для построения линии пересечения, строят с помощью графически простых линий, принадлежащих поверхности (окружностей либо прямых, являющихся образующими).

**Внимание!** Вид плоской кривой не меняется при ее усечении основанием (либо основаниями). В этом случае просто отсекается часть плоской кривой.

Натуральный вид линии пересечения определяется на плоскости, параллельной секущей плоскости, как правило, с применением способа замены плоскостей проекций.

*Разверткой* поверхности называется плоская фигура, полученная при совмещении поверхности с плоскостью без разрывов и складок.

*Построение разверток пирамиды и конуса* осуществляется методом триангуляции (треугольников). Для развертки боковых поверхностей этих фигур необходимо определить натуральные величины ребер заданной пирамиды и ребер восьми- либо двенадцатигранной пирамиды, которой заменяют развертываемую коническую поверхность. К развертке боковой поверхности пристраивают основание, затем наносят точки линии пересечения поверхности плоскостью. Обводят контурной линией развертку любой усеченной части поверхности, для пирамиды наносят линии сгиба (штрих-пунктирной линией с двумя пунктирами).

**Внимание!** Над разверткой необходимо проставить условный знак  $\bigcirc \rightarrow$ .

*Развертку призмы и наклонного цилиндра* можно построить методом раскатки. В этом случае ребра призмы либо образующие цилиндра (в который вписывают восьми- либо двенадцатигранную призму) должны занимать положение линий уровня в видны в натуральную величину. Вращение плоскостей призмы при раскатке осуществляется вокруг ребер призмы. Концы ребер призмы будут перемещаться в плоскостях, перпендикулярных ребрам, как осям вращения. Расстояния между ними – натуральные отрезки между соответствующими ребрами основания призмы.

## К задаче № 6

*Условие задачи.* Построить точки пересечения прямой с поверхностью. Определить видимость прямой и поверхности на плоскостях проекций.

**Алгоритм построения точек пересечения прямой с поверхностью:**

1. Провести анализ вида прямой и вида поверхности.
2. Через данную прямую провести вспомогательную секущую плоскость, дающую простую линию пересечения с поверхностью.
3. Построить линию пересечения поверхности этой вспомогательной плоскостью.
4. Найти точки пересечения рассматриваемой прямой с построенной линией пересечения.

5. Определить видимость точек пересечения и самой прямой на плоскостях проекций.

Целью анализа вида прямой и вида поверхности является определение возможного их частного расположения. В этом случае решение задачи упрощается. Так, если поверхность занимает проецирующее положение либо может быть преобразована в проецирующую поверхность путем замены плоскостей проекции, точки пересечения прямой с поверхностью определяют сразу же в точках пересечения прямой с вырожденной проекцией поверхности.

**Внимание!** Проецирующее положение могут занимать лишь призматические либо цилиндрические поверхности.

*Для многогранников и сфер* вспомогательные секущие плоскости выбираются проецирующими.

*Для многогранников* линия их пересечения вспомогательной плоскостью строится по точкам ее пересечения с ребрами и с основанием (в случае, если плоскость его пересекает) поверхности непосредственно на заданных плоскостях проекций. Там же находят и точки пересечения прямой с поверхностью.

*Для сфер* линию пересечения со вспомогательной секущей плоскостью в большинстве случаев приходится строить на новой плоскости проекций, расположенной параллельной секущей плоскости, перестроив туда же и рассматриваемую прямую. В этой новой плоскости проекций и определяются искомые точки пересечения. Затем эти точки должны быть перестроены в исходные плоскости проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ .

*Для конусов и наклонных цилиндров* вспомогательные секущие плоскости выбираются как плоскости общего положения. Такие плоскости рассекают указанные поверхности по образующим (прямым линиям).

*В случае конуса* вспомогательную плоскость образуют двумя пересекающимися прямыми: заданной прямой и прямой, построенной через вершину конуса.

*В случае цилиндра* такая плоскость образуется пересечением рассматриваемой прямой с прямой, параллельной образующим цилиндра.

Видимость точек пересечения прямой с поверхностью определяется по их принадлежности видимым (ближним к наблюдателю) частям поверхности.

## К задаче № 7

*Условие задачи.* Построить линию пересечения двух поверхностей. Определить видимость линии пересечения и поверхностей на плоскостях проекций.

### **Алгоритм построения линии пересечения поверхностей:**

1. Провести анализ вида поверхностей и их взаимного расположения.
2. Провести анализ вида линии пересечения поверхностей.
3. Найти точки линии пересечения, определяемые непосредственным образом.
4. Выбрать вспомогательные плоскости – посредники для построения промежуточных точек.
5. Объединить полученные точки в линию пересечения.
6. Определить видимость линии пересечения и видимость поверхностей на плоскостях проекций.

Линия пересечения поверхностей представляет собой совокупность точек обеих поверхностей. Ее построению должен предшествовать анализ вида поверхностей и их взаимного расположения.

Необходимо выяснить, не участвуют ли в пересечении проецирующие поверхности: проецирующие призмы либо проецирующие цилиндры? В этом случае построение линии пересечения значительно упрощается – она расположена на вырожденной проекции проецирующей поверхности в пределах проекционного наложения рассматриваемых поверхностей.

**Внимание!** Если ребро призмы либо образующая цилиндра является прямой уровня, необходимо, расположив новую плоскость проекций перпендикулярно натуральной величине образующей, преобразовать заданную поверхность в проецирующую.

Анализ взаимного расположения поверхностей позволяет сделать вывод о количестве замкнутых контуров в линии пересечения. В случае *проницания*, когда одна из поверхностей полностью пересекается второй, линия пересечения состоит из двух контуров. Если пересечение частичное (случай *врезки*), линия пересечения представляет собой один пространственный контур. При *касании* поверхностей два контура линии пересечения имеют общую точку.

Необходимо проанализировать и возможный вид линии пересечения (ее контура): пространственный либо плоский, гладкий либо с изломами, симметричный либо несимметричный.

*Линия пересечения многогранников* в общем случае представляет собой пространственную замкнутую ломаную, в частных – пространственные либо плоские многоугольные контура.

*Линия пересечения поверхностей второго порядка* в общем случае – пространственная гладкая кривая четвертого порядка. Если такие поверхности имеют общую плоскость симметрии, то и линия пересечения будет симметричной кривой.



*Линия пересечения поверхности вращения либо поверхности второго порядка с многогранником* в общей случае – пространственная кривая с точками излома в точках пересечения ребер с поверхностью второго порядка.

Линия пересечения многогранников может быть построена несколькими способами, например определением точек пересечения ребер одного многогранника с гранями другого и наоборот. Если точки не определяются непосредственно, для их построения выбираются вспомогательные секущие плоскости-посредники – проецирующие плоскости либо плоскости уровня. Искомые точки определяются как общие точки линии пересечения секущих плоскостей с заданными многогранниками.

Объединение найденных точек в линию пересечения производится путем обхода по граням одного из многогранников.

Линия пересечения двух поверхностей в общем случае имеет характерные (*опорные*) точки, с которых и следует начинать построение линии пересечения. Такими точками являются крайние точки (высшая, низшая, ближняя, дальняя) и точки перехода видимости. Вспомогательные секущие плоскости-посредники выбирают так, чтобы они, пересекаясь с каждой поверхностью, давали простые для построения линия (прямые либо окружности).

Для наглядности чертежа на плоскостях проекций определяют видимость линии пересечения и самих поверхностей. При этом видимой точкой пересечения является точка, принадлежащая видимым частям обеих поверхностей.

## **К задаче № 8**

*Условие задачи.* Достроить вид сверху и построить вид слева. Построить аксонометрическое изображение геометрического тела со срезами.

Построение линий срезов геометрических тел плоскостями не отличается от построения линий пересечения поверхностей проецирующими плоскостями (см. указания к задаче № 5). Целью построения линий срезов тел является выявление особенностей, существующих при сечении поверхностей и тел. Если поверхность можно трактовать как пленку, то геометрическое тело – как пленку, заполненную материалом. Особенность построения проекций (видов) геометрических тел со срезами заключается в изъятии изображений частей геометрического тела, заключенных между плоскостями, образующими срезы.

Согласно ГОСТ 2.305–68. ЕСКД «Изображения: виды, разрезы, сечения» видом называется изображение обращенных к наблюдателю

видимых частей поверхности предмета. Построение видов производится по методу ортогонального проецирования. Изображение геометрического тела или предмета, состоящего из нескольких геометрических тел, на фронтальной плоскости проекций ( $\Pi_2$ ) называют **видом спереди (главным видом)**; изображение на горизонтальной плоскости проекции ( $\Pi_1$ ) – **видом сверху**; изображение на профильной плоскости проекций ( $\Pi_3$ ) – **видом слева**.

В данной задаче при построении видов геометрического тела со срезами необходимо обозначить точки на линиях сечений (опорные, промежуточные), а также оси плоских кривых второго порядка для построений с их помощью аксонометрической проекции (аксонометрии) геометрического тела.

Наглядное изображение предмета – его аксонометрический чертёж может быть построен по его комплексному чертежу с помощью *вторичной* проекции – одной из ортогональных проекций, перестроенной в систему аксонометрических осей. Характеристики прямоугольной изометрии: оси  $x'$ ,  $y'$ ,  $z'$  – под углами в  $120^\circ$ ,  $U = V = W = I$ , масштаб 1,22:1. Над аксонометрическим изображением следует сделать надпись: Изометрия 1,22:1.

## УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

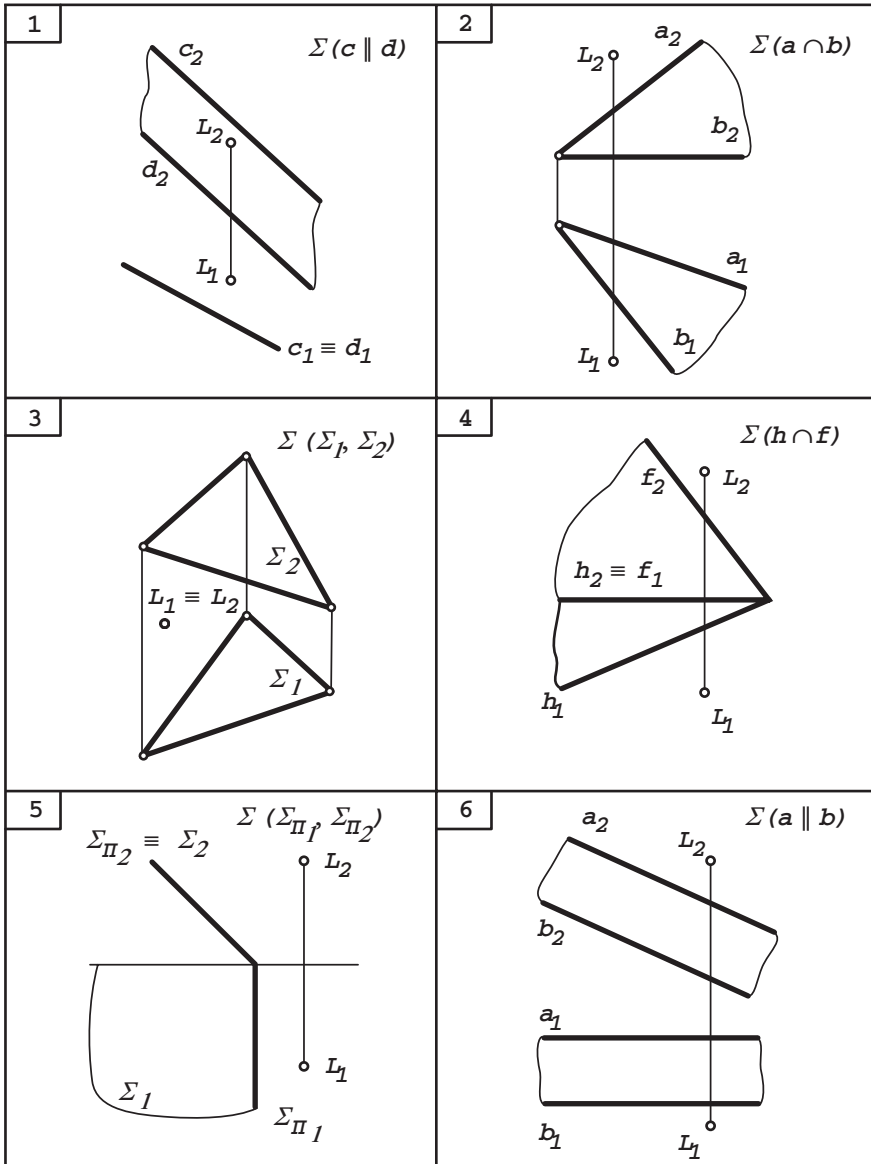
### Задача 1.

По заданным координатам точек  $A$  и  $B$  построить три проекции отрезка  $AB$ . Определить натуральную величину отрезка  $[AB]$  и углы его наклона к плоскостям проекций  $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$ . Построить точку  $C$ , делящую отрезок  $AB$  в отношении 2:5.

Номер варианта	A			B		
	X	Y	Z	X	Y	Z
01	10	50	30	40	20	15
02	60	15	10	20	0	45
03	25	55	50	60	40	20
04	70	40	15	0	10	40
05	15	15	60	40	40	0
06	40	25	0	10	50	50
07	30	60	5	0	25	60
08	0	40	20	70	10	50
09	55	10	30	15	50	5
10	30	70	50	5	30	15
11	10	15	30	40	40	55
12	25	0	70	50	30	10
13	40	15	5	10	25	45
14	15	30	45	70	50	15
15	50	10	25	30	0	55
16	5	45	35	55	20	10
17	35	15	70	35	55	5
18	70	50	15	20	20	0
19	60	30	10	15	30	55
20	35	5	20	50	40	35
21	10	10	40	45	55	40
22	25	0	30	50	40	60
23	0	40	40	35	60	10
24	25	30	5	70	10	45

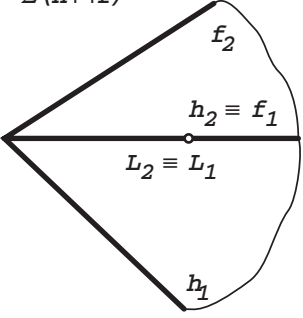
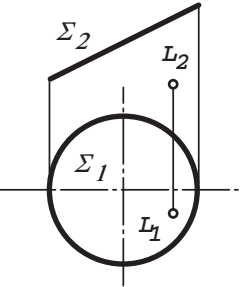
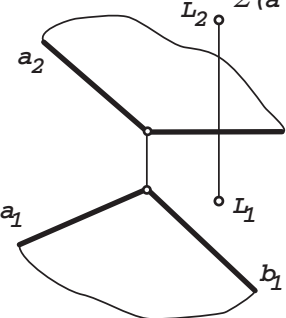
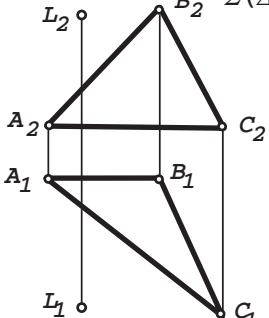
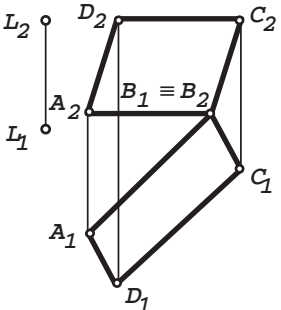
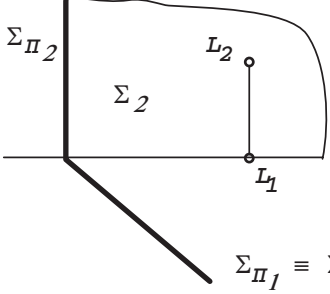
**Задача 2.**

Через точку  $L$  построить перпендикуляр  $n$  к плоскости  $\Sigma$ . Построить точку  $M$ , симметричную точке  $L$  относительно плоскости  $\Sigma$ . Указать видимость точек  $L$  и  $M$  и перпендикуляра  $n$ .



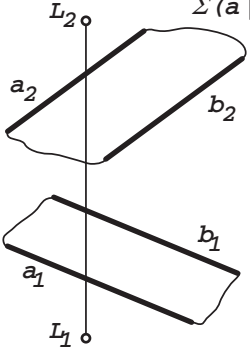
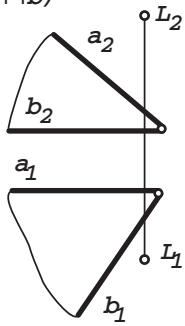
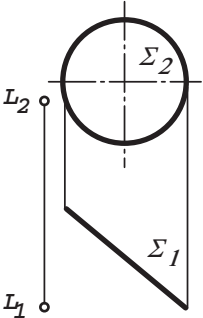
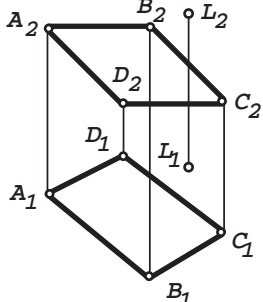
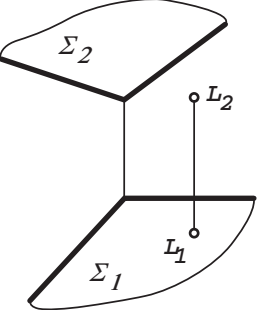
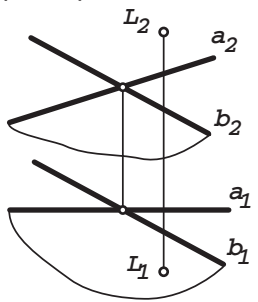
**Задача 2** (продолжение).

Через точку  $L$  построить перпендикуляр  $n$  к плоскости  $\Sigma$ . Построить точку  $M$ , симметричную точке  $L$  относительно плоскости  $\Sigma$ . Указать видимость точек  $L$  и  $M$  и перпендикуляра  $n$ .

<p>7 <math>\Sigma(h \cap f)</math></p> 	<p>8 <math>\Sigma(\Sigma_1, \Sigma_2)</math></p> 
<p>9 <math>\Sigma(a \cap b)</math></p> 	<p>10 <math>\Sigma(\triangle ABC)</math></p> 
<p>11 <math>\Sigma(ABCD)</math></p> 	<p>12 <math>\Sigma(\Sigma_{\Pi 1}, \Sigma_{\Pi 2})</math></p> 

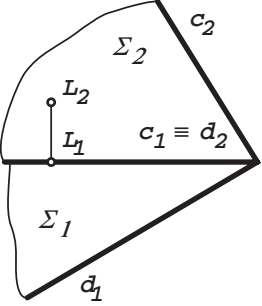
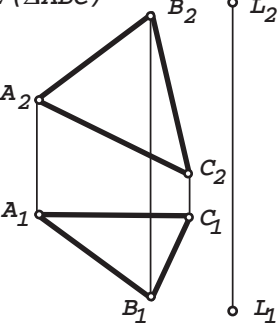
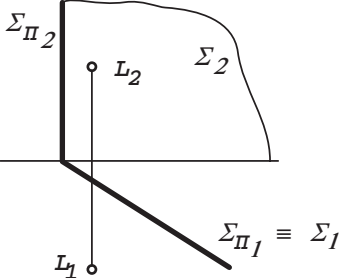
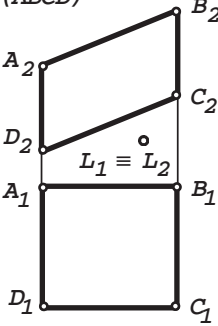
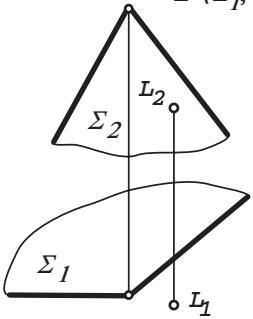
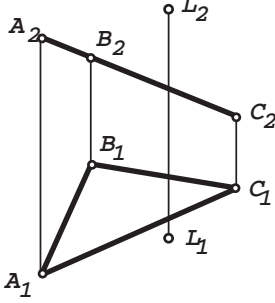
**Задача 2** (продолжение).

Через точку  $L$  построить перпендикуляр  $n$  к плоскости  $\Sigma$ . Построить точку  $M$ , симметричную точке  $L$  относительно плоскости  $\Sigma$ . Указать видимость точек  $L$  и  $M$  и перпендикуляра  $n$ .

<p>13</p> <p><math>\Sigma (a \parallel b)</math></p> 	<p>14</p> <p><math>\Sigma (a \cap b)</math></p> 
<p>15</p> <p><math>\Sigma (\Sigma_1, \Sigma_2)</math></p> 	<p>16</p> <p><math>\Sigma (ABCD)</math></p> 
<p>17</p> <p><math>\Sigma (\Sigma_1, \Sigma_2)</math></p> 	<p>18</p> <p><math>\Sigma (a \cap b)</math></p> 

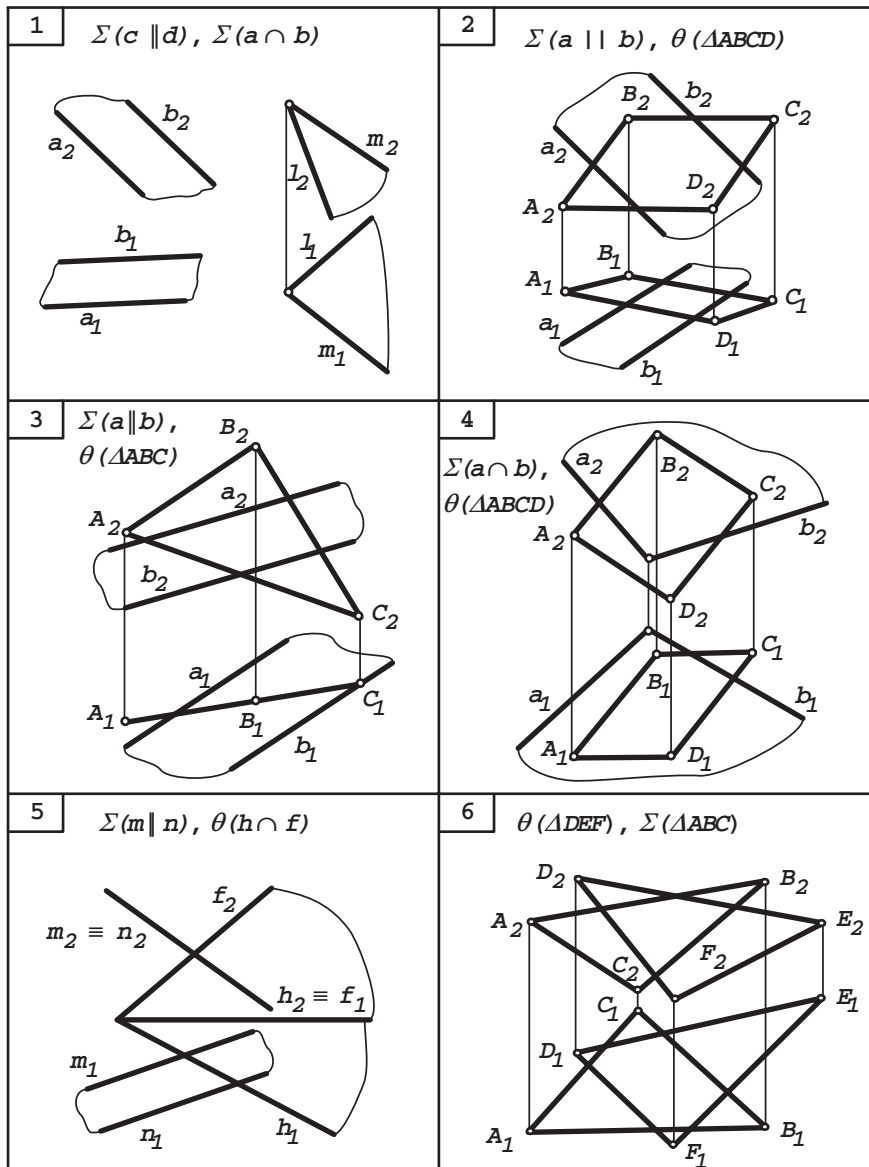
**Задача 2 (окончание).**

Через точку  $L$  построить перпендикуляр  $n$  к плоскости  $\Sigma$ . Построить точку  $M$ , симметричную точке  $L$  относительно плоскости  $\Sigma$ . Указать видимость точек  $L$  и  $M$  и перпендикуляра  $n$ .

19	$\Sigma (a \cap b)$	20	$\Sigma (\triangle ABC)$
			
21	$\Sigma (\Sigma_{\Pi 1}, \Sigma_{\Pi 2})$	22	$\Sigma (ABCD)$
			
23	$\Sigma (\Sigma_1, \Sigma_2)$	24	$\Sigma (\triangle ABC)$
			

### Задача 3.

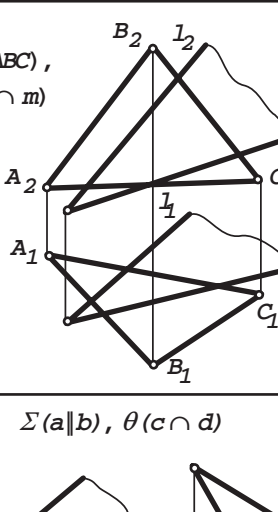
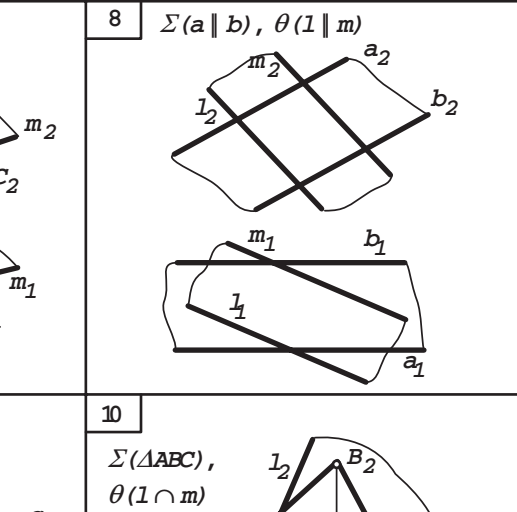
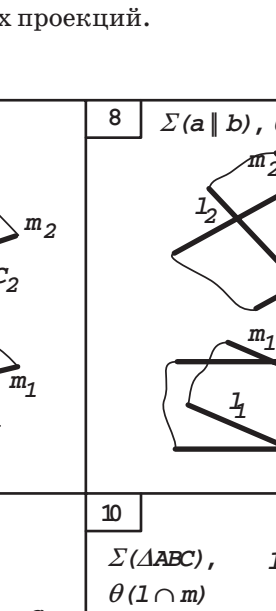
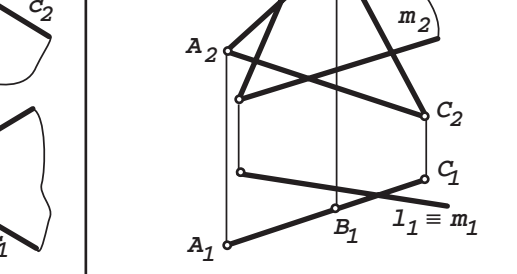
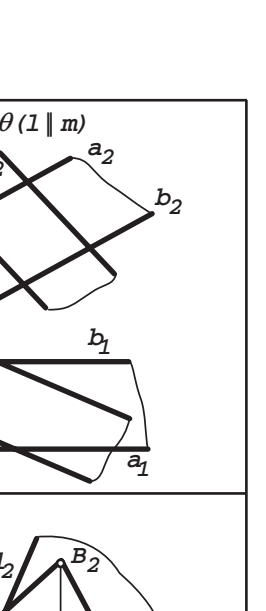
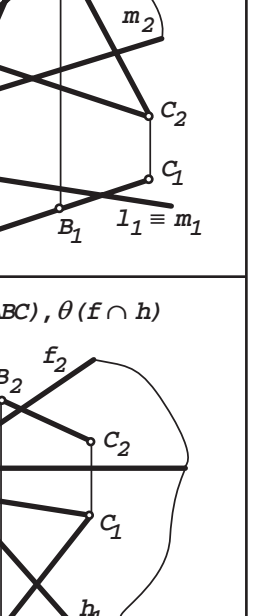
Построить линию пересечения двух плоскостей  $\Sigma$  и  $\theta$ . Определить их видимость на плоскостях проекций.





**Задача 3 (продолжение).**

Построить линию пересечения двух плоскостей  $\Sigma$  и  $\theta$ . Определить их видимость на плоскостях проекций.

<p>7</p> <p><math>\Sigma(\triangle ABC)</math>, <math>\theta(l \cap m)</math></p> 	<p>8</p> <p><math>\Sigma(a \parallel b)</math>, <math>\theta(l \parallel m)</math></p> 
<p>9</p> <p><math>\Sigma(a \parallel b)</math>, <math>\theta(c \cap d)</math></p> 	<p>10</p> <p><math>\Sigma(\triangle ABC)</math>, <math>\theta(l \cap m)</math></p> 
<p>11</p> <p><math>\Sigma(\Sigma_{\Pi 1} \Sigma_{\Pi 2})</math>, <math>\theta(h \cap f)</math></p> 	<p>12</p> <p><math>\Sigma(\triangle ABC)</math>, <math>\theta(f \cap h)</math></p> 

**Задача 3 (продолжение).**

Построить линию пересечения двух плоскостей  $\Sigma$  и  $\theta$ . Определить их видимость на плоскостях проекций.

<p>13</p> <p><math>\Sigma(\triangle ABC),</math> <math>\theta(\triangle DEF)</math></p>	<p>14</p> <p><math>\Sigma(f \cap h), \theta(a \parallel b)</math></p>
<p>15</p> <p><math>\Sigma(a \cap b), \theta(c \cap d)</math></p>	<p>16</p> <p><math>\Sigma(\Sigma_1, \Sigma_2), \theta(a \parallel b)</math></p>
<p>17</p> <p><math>\Sigma(ABC), \theta(a \parallel b)</math></p>	<p>18</p> <p><math>\Sigma(h \cap f), \theta(a \cap b)</math></p>

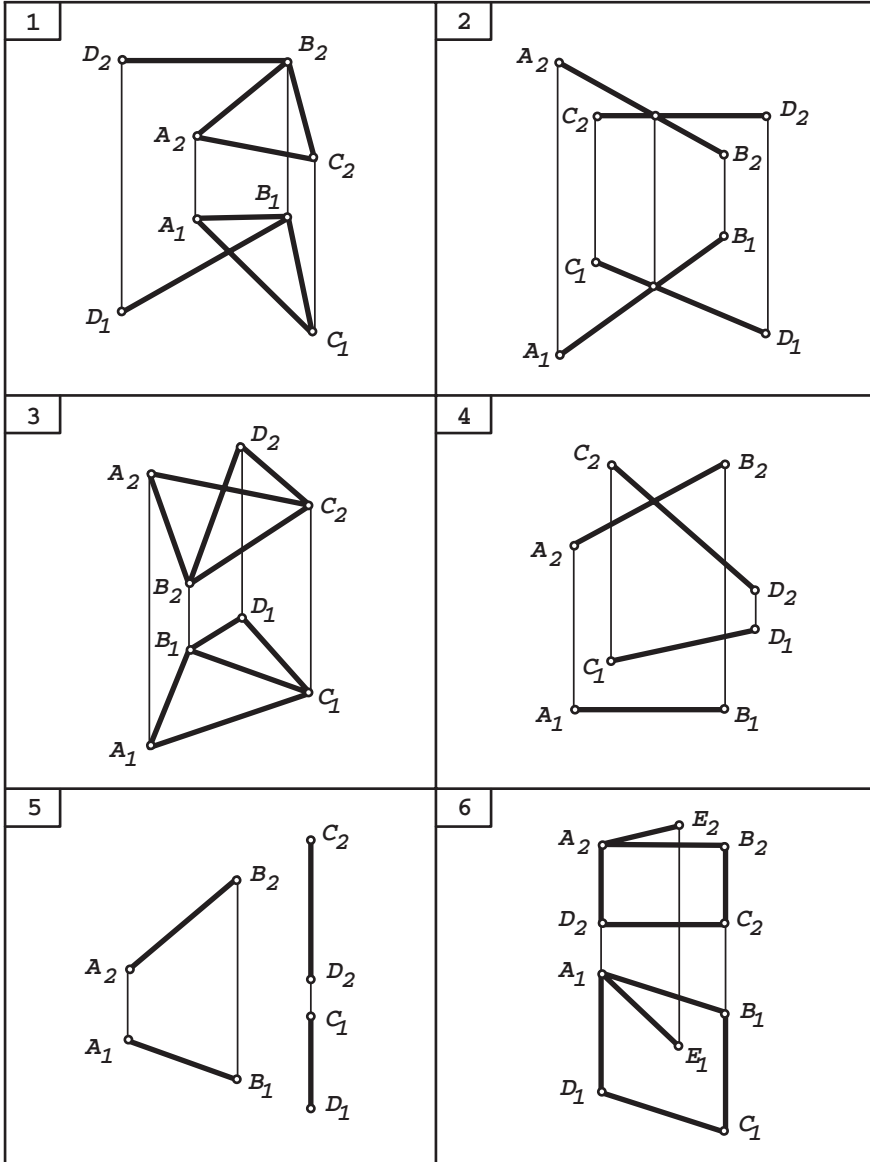
**Задача 3 (окончание).**

Построить линию пересечения двух плоскостей  $\Sigma$  и  $\theta$ . Определить их видимость на плоскостях проекций.

<p>19</p> <p><math>\Sigma(c \parallel d),</math> <math>\theta(a \cap b)</math></p>	<p>20</p> <p><math>\Sigma(\Sigma_1, \Sigma_2),</math> <math>\theta(a \parallel b)</math></p>
<p>21</p> <p><math>\Sigma(a \cap b), \theta(l \parallel m)</math></p>	<p>22</p> <p><math>\Sigma(a \cap b),</math> <math>\theta(\triangle ABC)</math></p>
<p>23</p> <p><math>\Sigma(a \cap b), \theta(f \cap h)</math></p>	<p>24</p> <p><math>\Sigma(\triangle ABC), \theta(a \parallel b)</math></p>

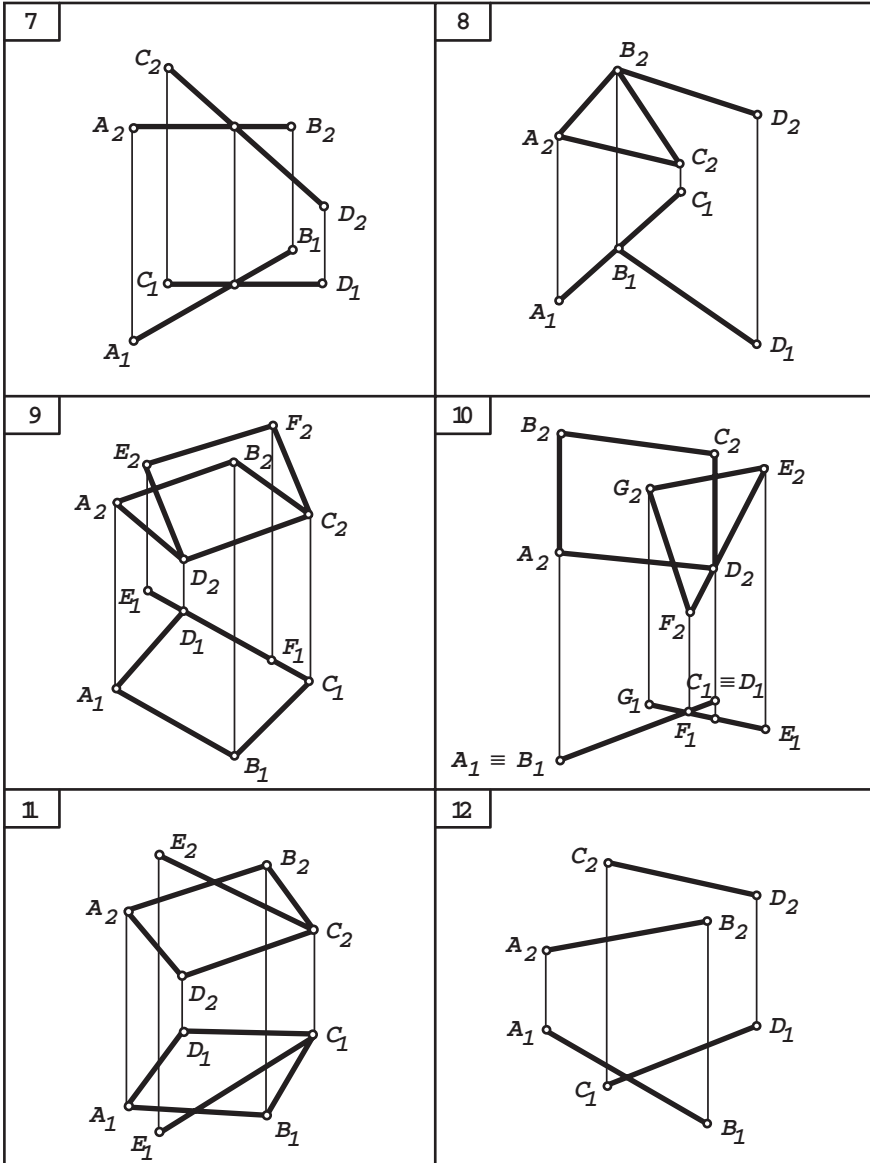
### Задача 4.

Определить величины геометрических фигур; величины, характеризующие их положение по отношению к плоскостям проекций, их взаимное расположение.



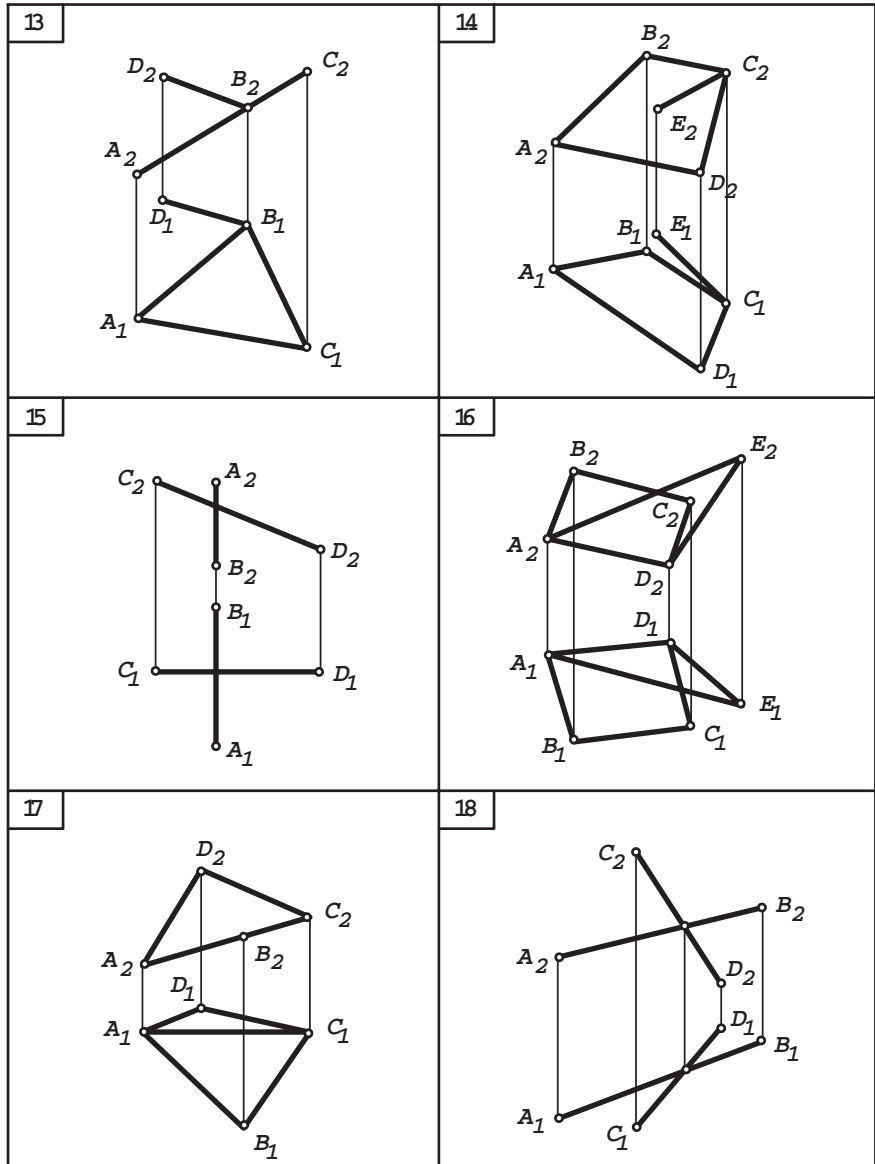
**Задача 4 (продолжение).**

Определить величины геометрических фигур; величины, характеризующие их положение по отношению к плоскостям проекций, их взаимное расположение.



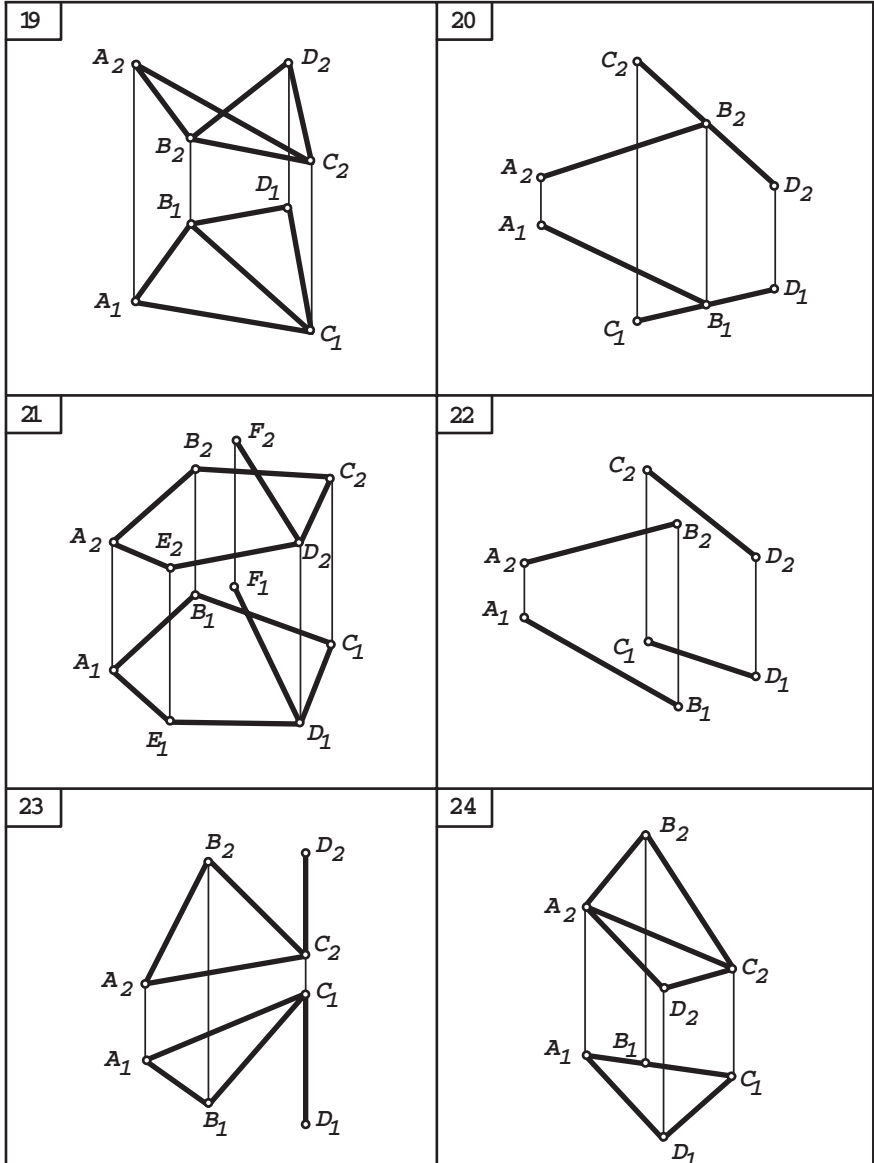
**Задача 4 (продолжение).**

Определить величины геометрических фигур; величины, характеризующие их положение по отношению к плоскостям проекций, их взаимное расположение.



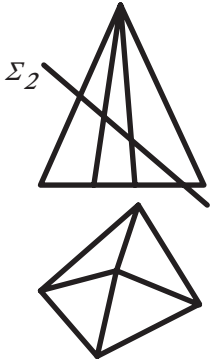
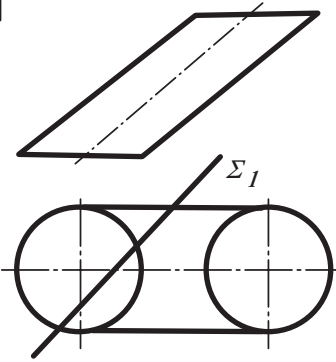
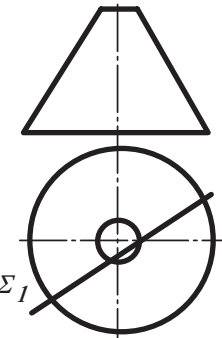
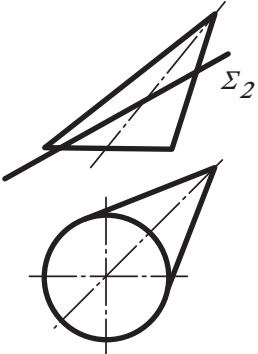
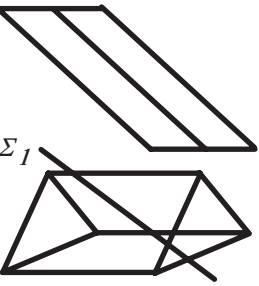
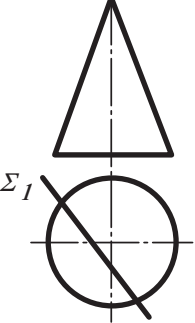
**Задача 4 (окончание).**

Определить величины геометрических фигур; величины, характеризующие их положение по отношению к плоскостям проекций, их взаимное расположение.



### Задача 5.

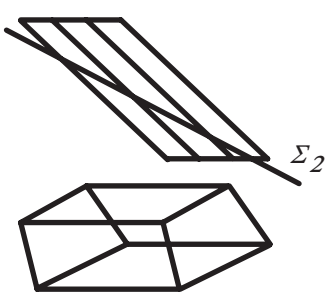
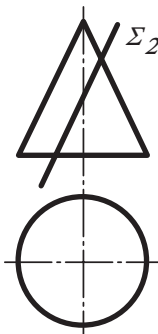
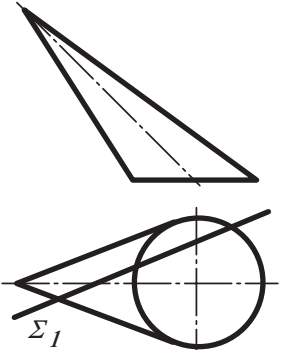
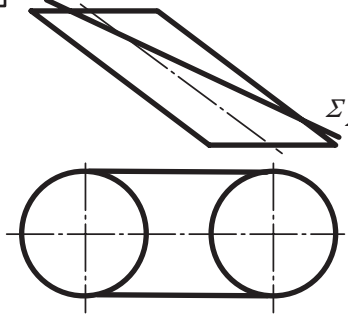
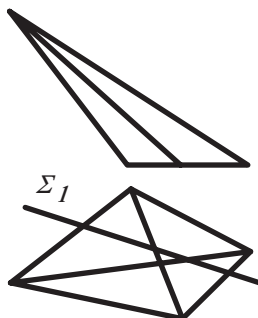
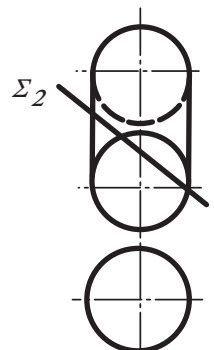
Построить линию пересечения поверхности плоскостью  $\Sigma$ . Определить натуральный вид и видимость линии пересечения, видимость поверхности на плоскостях проекций. Построить развертку усеченной части (любой).

<p>1</p> 	<p>2</p> 
<p>3</p> 	<p>4</p> 
<p>5</p> 	<p>6</p> 



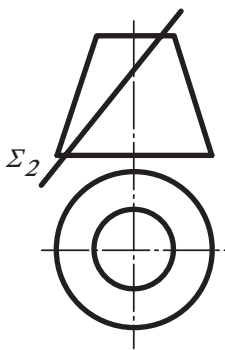
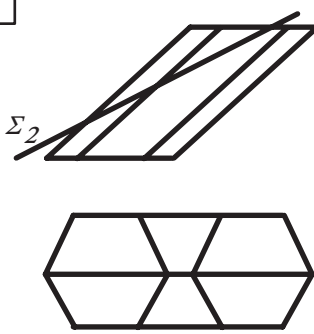
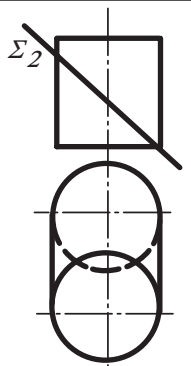
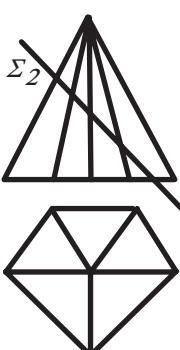
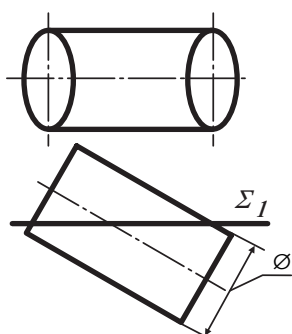
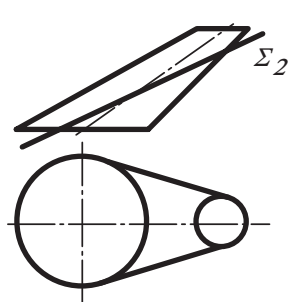
**Задача 5 (продолжение).**

Построить линию пересечения поверхности плоскостью  $\Sigma$ . Определить натуральный вид и видимость линии пересечения, видимость поверхности на плоскостях проекций. Построить развертку усеченной части (любой).

<p>7</p> 	<p>8</p> 
<p>9</p> 	<p>10</p> 
<p>11</p> 	<p>12</p> 

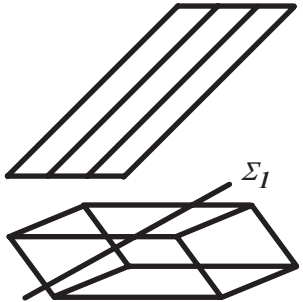
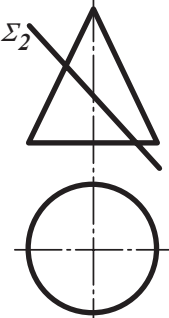
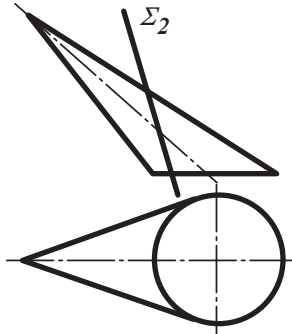
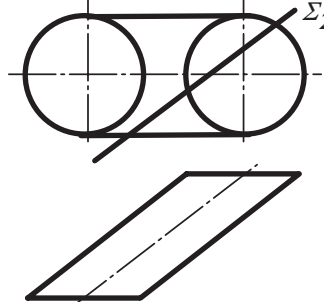
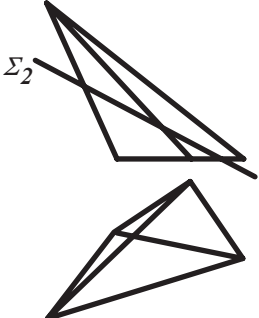
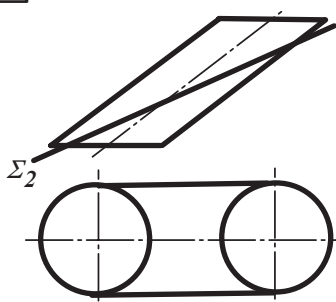
**Задача 5 (продолжение).**

Построить линию пересечения поверхности плоскостью  $\Sigma$ . Определить натуральный вид и видимость линии пересечения, видимость поверхности на плоскостях проекций. Построить развертку усеченной части (любой).

<p>13</p> 	<p>14</p> 
<p>15</p> 	<p>16</p> 
<p>17</p> 	<p>18</p> 

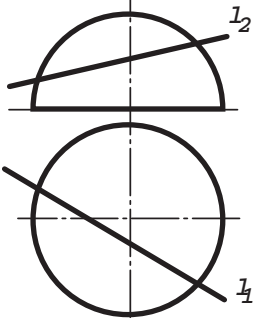
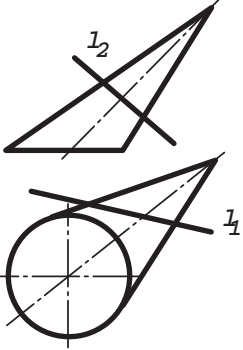
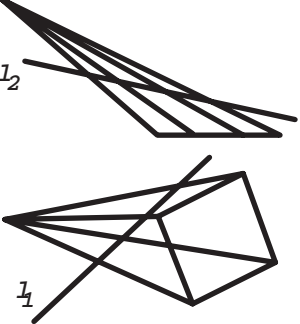
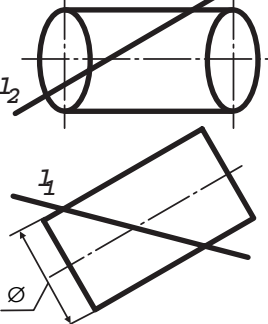
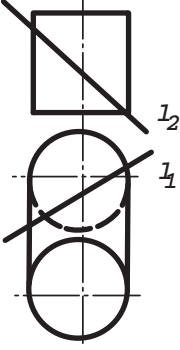
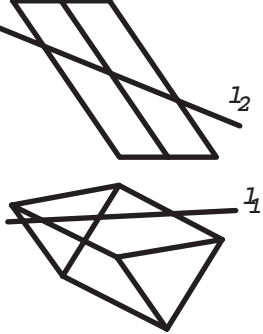
**Задача 5 (окончание).**

Построить линию пересечения поверхности плоскостью  $\Sigma$ . Определить натуральный вид и видимость линии пересечения, видимость поверхности на плоскостях проекций. Построить развертку усеченной части (любой).

<p>19</p> 	<p>20</p> 
<p>21</p> 	<p>22</p> 
<p>23</p> 	<p>24</p> 

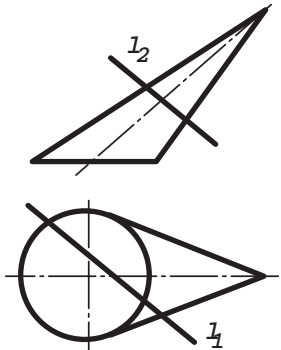
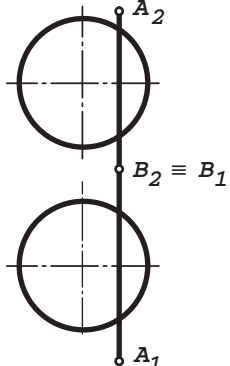
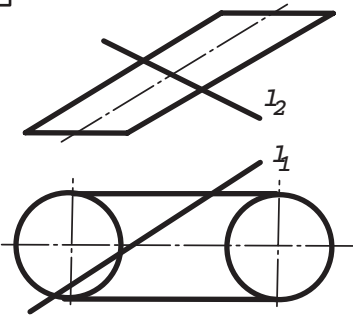
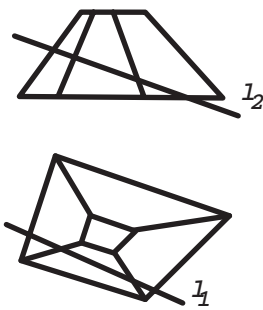
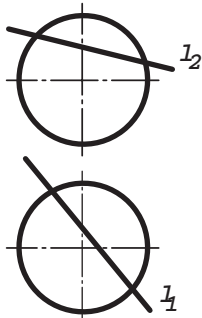
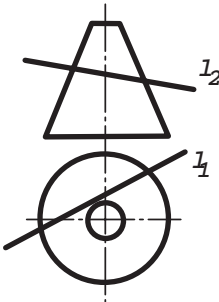
### Задача 6.

Построить точки пересечения прямой с поверхностью. Определить видимость прямой и поверхности на плоскостях проекций.

<p>1</p> 	<p>2</p> 
<p>3</p> 	<p>4</p> 
<p>5</p> 	<p>6</p> 

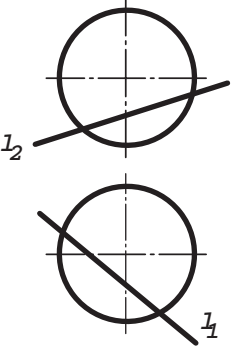
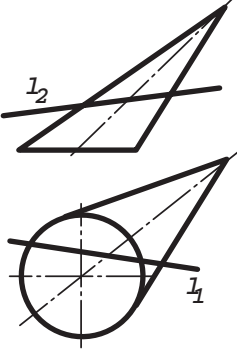
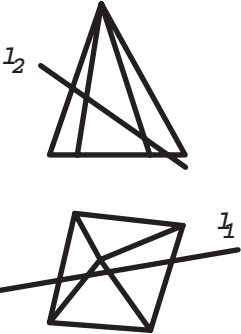
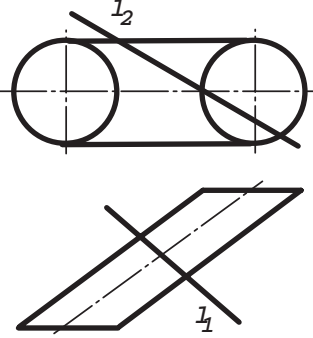
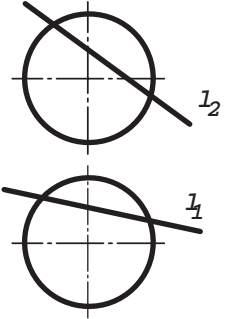
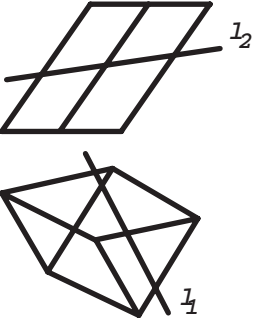
**Задача 6 (продолжение).**

Построить точки пересечения прямой с поверхностью. Определить видимость прямой и поверхности на плоскостях проекций.

<p>7</p> 	<p>8</p> 
<p>9</p> 	<p>10</p> 
<p>11</p> 	<p>12</p> 

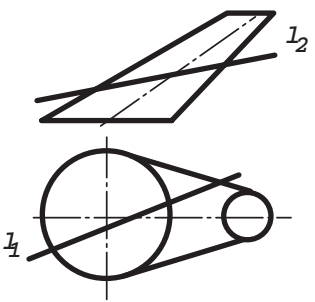
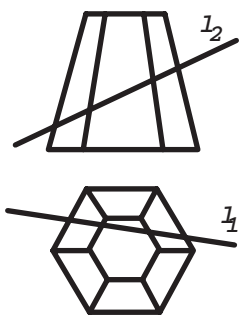
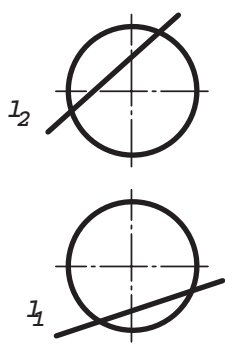
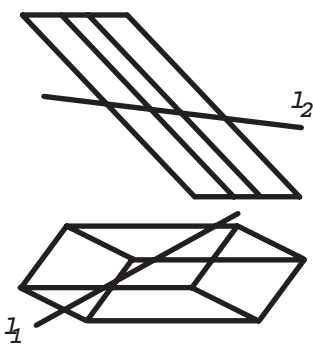
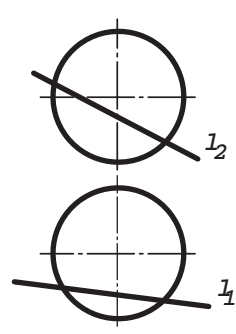
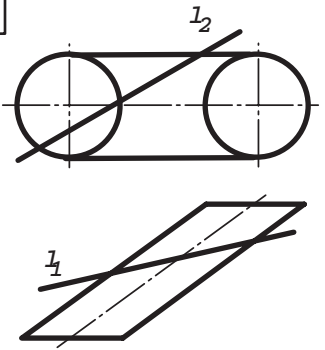
**Задача 6 (продолжение).**

Построить точки пересечения прямой с поверхностью. Определить видимость прямой и поверхности на плоскостях проекций.

<p>13</p> 	<p>14</p> 
<p>15</p> 	<p>16</p> 
<p>17</p> 	<p>18</p> 

**Задача 6 (окончание).**

Построить точки пересечения прямой с поверхностью. Определить видимость прямой и поверхности на плоскостях проекций.

<p>19</p> 	<p>20</p> 
<p>21</p> 	<p>22</p> 
<p>23</p> 	<p>24</p> 

### Задача 7.

Построить линию пересечения двух плоскостей. Определить видимость линии пересечения и поверхностей на плоскостях проекций.

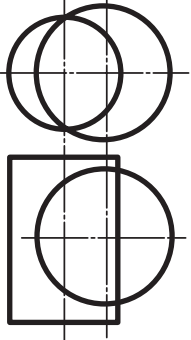
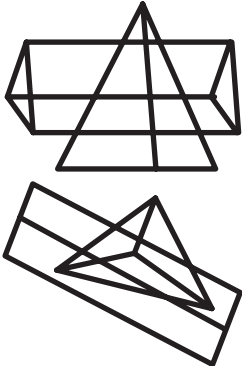
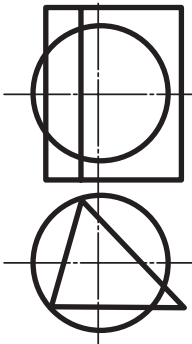
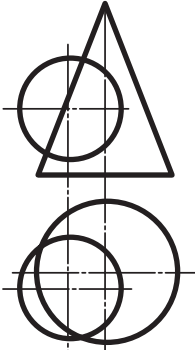
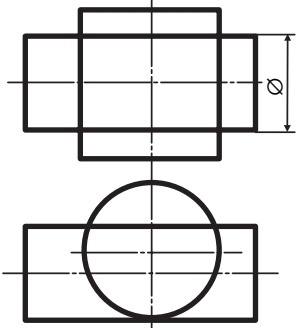
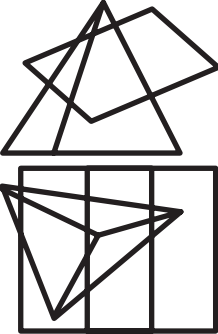
1	2
3	4
5	6

The image contains six numbered boxes, each showing two orthographic projections of geometric objects. Box 1 shows a rectangle and a semi-circle in the front view, and a circle and a smaller circle in the top view. Box 2 shows two overlapping triangles in the front view and a circle and a rectangle in the top view. Box 3 shows two overlapping triangles in the front view and a rectangle and a triangle in the top view. Box 4 shows two overlapping triangles in the front view and a rectangle and a triangle in the top view. Box 5 shows a triangle and a circle in the front view and two circles in the top view. Box 6 shows a rectangle and a tilted rectangle in the front view and a 3D wireframe of a rectangular prism in the top view.



**Задача 7 (продолжение).**

Построить линию пересечения двух плоскостей. Определить видимость линии пересечения и поверхностей на плоскостях проекций.

7 	8 
9 	10 
11 	12 

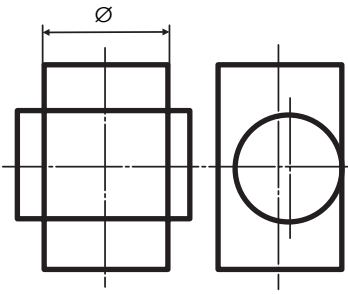
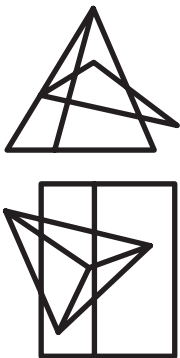
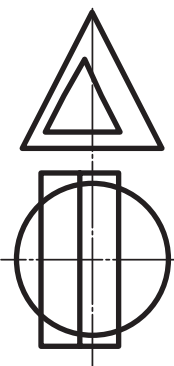
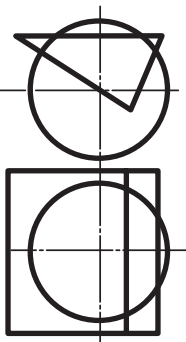
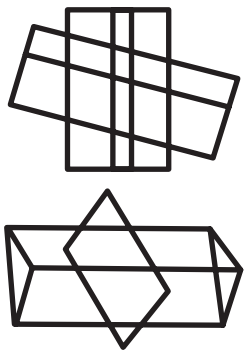
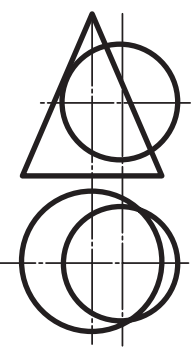
**Задача 7 (продолжение).**

Построить линию пересечения двух плоскостей. Определить видимость линии пересечения и поверхностей на плоскостях проекций.

<p>13</p>	<p>14</p>
<p>15</p>	<p>16</p>
<p>17</p>	<p>18</p>

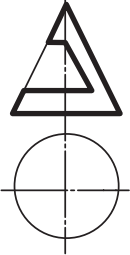
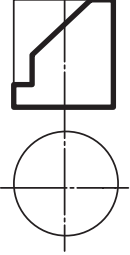
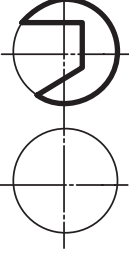
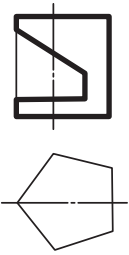
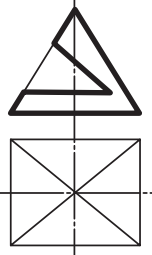
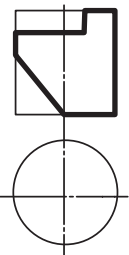
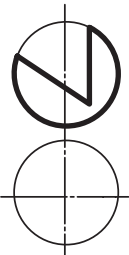
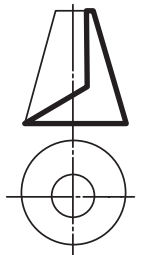
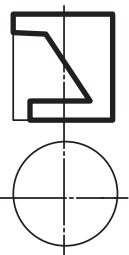
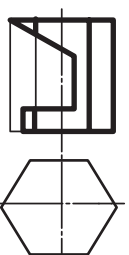
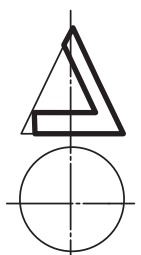
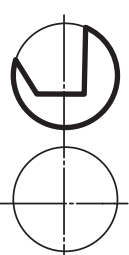
**Задача 7 (окончание).**

Построить линию пересечения двух плоскостей. Определить видимость линии пересечения и поверхностей на плоскостях проекций.

<p>19</p> 	<p>20</p> 
<p>21</p> 	<p>22</p> 
<p>23</p> 	<p>24</p> 

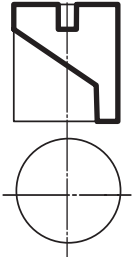


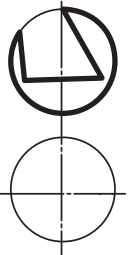
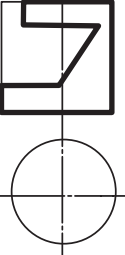

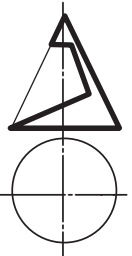


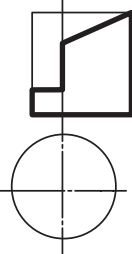
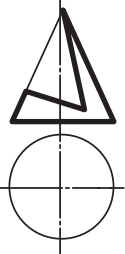

**Задача 8.**

Достроить вид сверху и построить вид слева. Построить аксонометрию геометрического тела со срезами.

<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 
<p>7</p> 	<p>8</p> 	<p>9</p> 
<p>10</p> 	<p>11</p> 	<p>12</p> 

**Задача 8 (окончание).**

Достроить вид сверху и построить вид слева. Построить аксонометрию геометрического тела со срезами.

<p>13</p> 	<p>14</p> 	<p>15</p> 
<p>16</p> 	<p>17</p> 	<p>18</p> 
<p>19</p> 	<p>20</p> 	<p>21</p> 
<p>22</p> 	<p>23</p> 	<p>24</p> 

**Обозначения, применяемые в курсе  
«Начертательная геометрия»**

Точки обозначают прописными буквами латинского алфавита:  
 $A, B, C \dots$

Вспомогательные точки обозначают арабскими цифрами: 1, 2, 3...

Линии (прямые и кривые) – строчные буквы латинского алфавита:  
 $a, b, c \dots$

Прямые, имеющие специальные обозначения: горизонталь –  $h$ ,  
фронталь –  $f$ .

Углы в пространстве – строчные буквы греческого алфавита:  $\alpha, \beta, \gamma \dots$

Плоскости и поверхности в пространстве – прописные буквы греческого алфавита:  $\Delta, \Sigma, \Psi \dots$

Плоскости проекций: горизонтальная плоскость проекций –  $\Pi_1$  (пи), фронтальная плоскость проекций –  $\Pi_2$ , профильная плоскость проекций –  $\Pi_3$ .

Дополнительные плоскости проекций:  $\Pi_4, \Pi_5, \Pi_6 \dots$

Проекции точек, прямых и плоскостей: на  $\Pi_1$  –  $A_1, p_1, \Psi_1 \dots$ ,  
на  $\Pi_2$  –  $A_2, p_2, \Psi_2$ .

Следы прямой: горизонтальный след –  $H$ , фронтальный след –  $F$ .

Следы плоскости: горизонтальный след плоскости  $\Psi$  –  $\Psi_{\Pi_1}$ , фронтальный след плоскости  $\Psi$  –  $\Psi_{\Pi_2}$ .

Способ задания геометрической фигуры:  $m(AB)$  – прямая  $m$  задана ее точками  $A$  и  $B$ ,  $l(HF)$  – прямая  $l$  задана ее следами.  $\Omega(c \cap d)$  – плоскость  $\Omega$  задана пересекающимися прямыми  $c$  и  $d$ ,  $\Sigma(\Sigma_1, \Sigma_2)$  – плоскость  $\Sigma$  задана своими проекциями,  $\Gamma(\Gamma_{\Pi_1}, \Gamma_{\Pi_2})$  – плоскость  $\Gamma$  задана следами.  $[AB]$  – длина отрезка  $AB$ .

Аксонметрическая плоскость проекций обозначается как  $\Pi'$  – буква  $\Pi$  греческого алфавита с добавлением значка «штрих».

Аксонметрические оси:  $x', y', z'$ .

Коэффициенты искажения:  $u$  – по оси  $x$ ,  $v$  – по оси  $y$ ,  $w$  – по оси  $z$ .

Соответствующие приведенные коэффициенты:  $U, V, W$ .

## Словарь терминов

*Ортогональное (прямоугольное) проецирование* – проецирование параллельными лучами из бесконечности под прямым углом к плоскости проекций.

*Ось проекций* – линия пересечения плоскостей проекций. Ось  $x_{12}$  разделяет плоскости  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , ось  $y_{13}$  разделяет плоскости  $\Pi_1$  и  $\Pi_3$ , ось  $z_{23}$  разделяет плоскости  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$ . Часто ось проекций на чертеже не проводится, но ее расположение всегда известно. Так, ось  $x_{12}$  всегда горизонтальна.

*Линия проекционной связи (линия связи)* – линия, перпендикулярная к оси проекций. На линии связи расположена пара проекций точки.

*Геометрическая фигура* – любое множество точек. К фигурам относятся точка (множество, состоящее из одного элемента), прямая либо кривая линия, плоскость, поверхность, тело.

*Конкурирующие точки* – точки, проекционно совпадающие на одной из плоскостей проекций. *Горизонтально конкурирующие точки* имеют совпадающие проекции на горизонтальной плоскости проекций; *фронтально конкурирующие точки* имеют совпадающие проекции на фронтальной плоскости проекций.

*Опорные точки* – крайние точки (верхняя, нижняя, левая, правая, дальняя, ближняя) и точки перехода видимости.

*Прямая общего положения* – прямая, не параллельная и не перпендикулярная ни одной из плоскостей проекций.

*Прямая уровня* – прямая, параллельная одной из плоскостей проекций. *Горизонталь* (горизонтальная прямая уровня) параллельна плоскости  $\Pi_1$ . *Фронталь* плоскости параллельна плоскости  $\Pi_2$ . *Профильная прямая* – параллельна плоскости  $\Pi_3$ .

*Проецирующая прямая* – прямая, перпендикулярная одной из плоскостей проекций. Например, фронтально проецирующая прямая перпендикулярна фронтальной плоскости проекций. На эту плоскость прямая проецируется в виде точки.

*Следы прямой* – точки пересечения прямой с плоскостями проекций.

*Плоскость общего положения* – плоскость, не параллельная и не перпендикулярная ни одной из плоскостей проекций.

*Проецирующая плоскость* – плоскость, перпендикулярная одной из плоскостей проекций. На комплексном чертеже имеет *вырожденную* в прямую проекцию на той плоскости проекций, которой она пер-

пендикулярна. Так, горизонтально проецирующая плоскость  $\Delta \perp \Pi_1$  имеет проекцию  $\Delta_1$  в виде прямой.

*Плоскость уровня* – плоскость, параллельная одной из плоскостей проекций. Такие плоскости являются дважды проецирующими, так как на двух плоскостях проекций имеют вид прямой, расположенной под прямым углом к линиям связи.

*Образующая поверхности* – линия  $l$ , перемещающаяся в пространстве при образовании поверхности.

*Направляющая поверхности*  $m$  определяет закон перемещения образующей  $l$ .

*Гранная поверхность* образуется перемещением прямолинейной образующей  $l$  по ломаной направляющей  $m$ .

*Многогранник* – замкнутая гранная поверхность, имеющая не менее четырех граней (пирамида, призма, тетраэдр и т. д.).

*Поверхность вращения* образуется вращением образующей  $l$  вокруг оси вращения  $i$ .

*Поверхности 2-го порядка* – поверхности, заданные алгебраическим уравнением 2-й степени (эллипсоиды, параболоиды, параболическая цилиндрическая поверхность и т. д.).

*Очерк поверхности* – проекция контура поверхности на плоскость проекций.

*АксонOMETрическая проекция* – параллельная проекция предмета, дополненная изображением координатных осей с натуральными масштабными отрезками, отложенными на этих осях.

*Вторичная проекция точки* – аксонOMETрическая проекция точки (первичной). Так  $A_1'$  – аксонOMETрическая проекция горизонтальной проекции  $A_1$  точки  $A$ .



Шрифты латинского и греческого алфавитов

Латинский алфавит

*h* **A B C D E F G H I J K L M N**

**O P Q R S T U V W X Y Z**

*h* **a b c d e f g h i j k l m n**

**o p q r s t u v w x y z**

Греческий алфавит

*h* **Α α Β β Γ γ Δ δ Ε ε Ζ ζ Η η**

альфа бэга гамма дельта эпсилон дзэга эта

**Θ θ Ι ι Κ κ Λ λ Μ μ Ν ν Ξ ξ**

тега иота кашпа ламбда мю ню кси

**Ο ο Π π Ρ ρ Σ σ Τ τ Υ υ**

омикрон пи ро сигма тау ипсилон

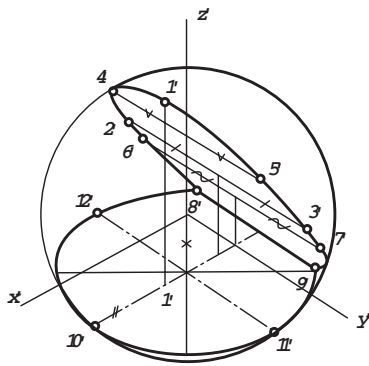
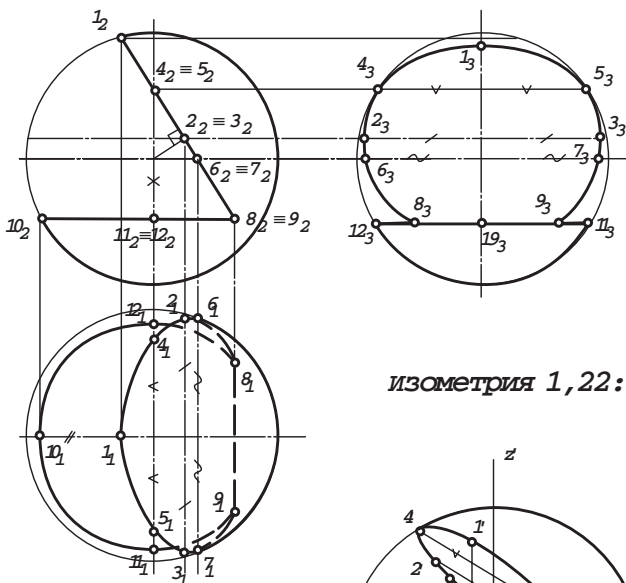
**Φ φ Χ χ Ψ ψ Ω ω**

фи хи пси омега

Размер шрифта	Примеры написания букв и цифр
15	АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ 1234567890
25	АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩ 1234567890 абвгдежзийкльмнопрстуфхцчшщъыьэюя
35	ЕЖЗИЙКЛМНОПРС 1234567890 абвгдежзи йкльмнопрстуфхцчшщъыьэюя
5	ЖЗИЙКЛМНОП 345678 к л м н о п р с т у ф х ц ч ш щ ъ ы ь э ю я
7	ЖЗИЙКЛМ 4567 ст у ф х ц ч ш щ ъ ы ь э ю я
10	ЧШЩЪ 789 гдежзийкльмн

Пример выполненной работы

Достроить вид сверху и построить вид слева.  
Построить аксонометрию шара со срезам



					13.ИГ.ХХХХ.04.ХХ.01		
					Задача N4		
Изм	Лист	И докум	Подп	Дата	Лит	Масса	Масштаб
							1:1
Разраб		Иванов			Лист	1	Листов
Пров		Сидоров					1
У контр					ГУАП, гр. ХХХХ		
Н контр					Формат А4		
Утв							

## Содержание

Предисловие .....	3
Общие методические указания .....	5
Условия задач .....	19
Приложение 1. Обозначения, применяемые в курсе «Начертательная геометрия» .....	46
Приложение 2. Словарь терминов .....	47
Приложение 3. Шрифты латинского и греческого алфавитов .....	49
Приложение 4. Пример выполненной работы .....	51