Федеральное агентство по образованию

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.В. Станийчук, А.М. Медведев

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ: МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано Дальневосточным региональным учебно-методическим центром министерства образования и науки России в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений специальностей 140204, 140203, 140205, 140211, 140101, 2801, 260704, 260901, 260902, 070801, 070601, 070602, 070603, 010503.65, 050201.65, 050202.65, 050203.65, 230201.65

Благовещенск

2009

Печатается по решению
редакционно-издательского совета
факультета дизайна и технологии
Амурского государственного
университета

А.В. Станийчук, А.М. Медведев

Начертательная геометрия: методические указания и контрольные задания. Учебно-методическое пособие. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2009.

Предназначено для изучающих курс «Начертательная геометрия и инженерная графика» по специальностям 140204, 140203, 140205, 140211, 140101, 280101, 260704, 260901, 260902, 070801, 070601, 070602, 070603, 010503.65, 050201.65, 050202.65, 050203.65, 230201.65 и имеет целью развитие у студентов знаний и умений по выполнению заданий начертательной геометрии.

Содержит сведения об основных разделах начертательной геометрии с пояснениями и комментариями.

Разделы 1.4-1.6, 2.1-2.5 написаны А.В. Станийчуком, разделы 1.1-1.3, 2.6-2.8 – А.М. Медведевым.

Рецензент: А.М. Емельянов, *д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой высшей математики Дальневосточного государственного аграрного университета;*
Е. Ф. Алутина, *кандидат физико-математических наук, доцент, зав. каф. информатики и методики преподавания информатики БГПУ,*

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

В число дисциплин, составляющих основу инженерного образования, входит начертательная геометрия и инженерная графика.

Предметом данной дисциплины является изложение и обоснование способов построения изображений пространственных форм на плоскости и способов решения задач геометрического характера по заданным изображениям этих форм.

Изображения, построенные по правилам, изучаемым в начертательной геометрии и инженерной графике, позволяют представить мысленно форму предметов и их взаимное расположение в пространстве, определить их размеры, исследовать геометрические свойства, присущие изображаемому предмету.

Изучаемая дисциплина развивает пространственное мышление, передает ряд своих выводов в практику выполнения технических чертежей, обеспечивая их выразительность и точность, а следовательно, и возможность осуществления изображаемых предметов. Правила построения изображений, излагаемые в данной дисциплине, основаны на методе проекций.

Глава 1. **КРАТКИЙ ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС**

1.1. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ

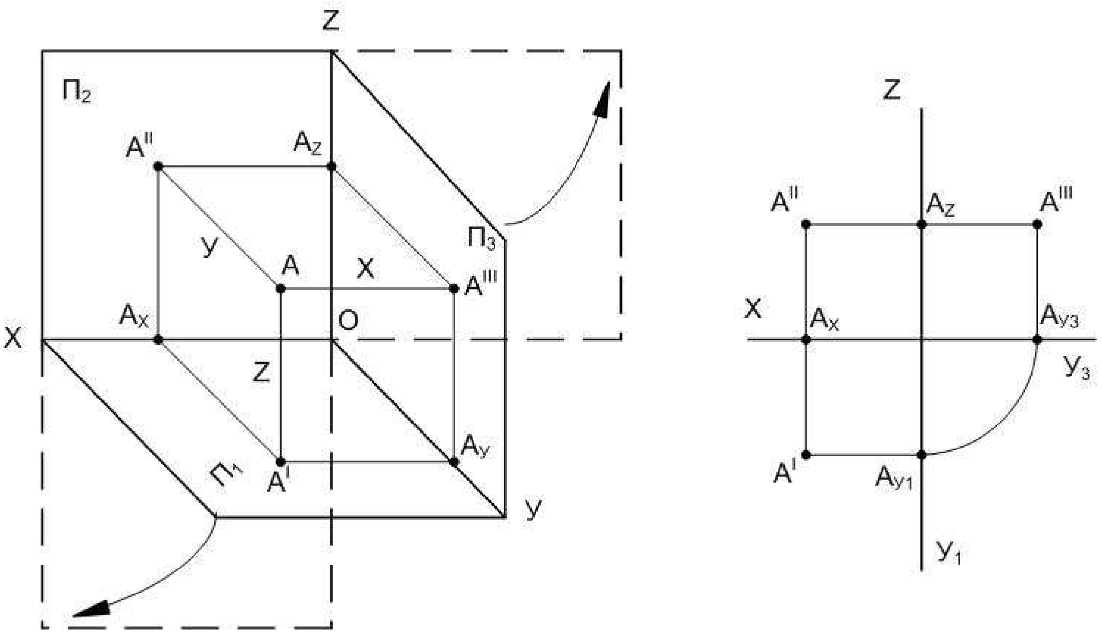


Рис. 1.

1. Фронтальная и горизонтальная проекции точки располагаются на одной вертикальной линии связи ($A^{II}A^{I}\perp X$).

2. Фронтальная и профильная проекции точки всегда находятся на одной горизонтальной линии связи ($A^{II}A^{III}\perp Z$).

3. Профильная проекция точки по заданным горизонтальной и фронтальной строится в следующей последовательности: на горизонтальной линии связи, проведенной через А, откладывается от оси OZ значение координаты $У_A$ (графическим или координатным способом).

4. Расстояние от точки А до плоскости проекции $П_1$ измеряется координатой Z_A: $AA^{I} = A^{II}A_X = A^{III}A_{У3} = Z_A$

Расстояние от точки А до плоскости проекции $П_2$ измеряется координатой $У_A$:

$AA^{II} = A^{I}A_X = A^{III}A_Z = У_A$

Расстояние от точки А до плоскости проекции $П_2$ измеряется координатой X_A: $AA^{III} = A^{II}A_Z = A^{I}A_{У1} = X_A$

5. Точки, лежащие на одной проецирующей прямой, называются конкурирующими.

Из двух горизонтально-конкурирующих точек на горизонтальной плоскости проекций видима та, которая расположена в пространстве выше (рис. 2).

Из двух фронтально-конкурирующих точек на фронтальной плоскости проекций будет видима та, которая расположена ближе к наблюдателю, стоящему лицом к фронтальной плоскости проекций (рис. 3).

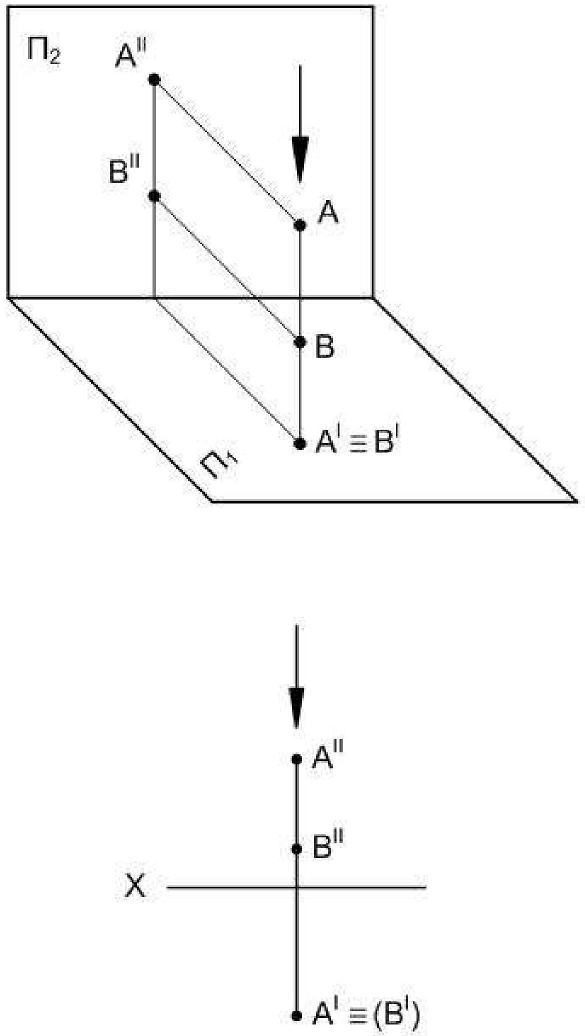


Рис. 2.

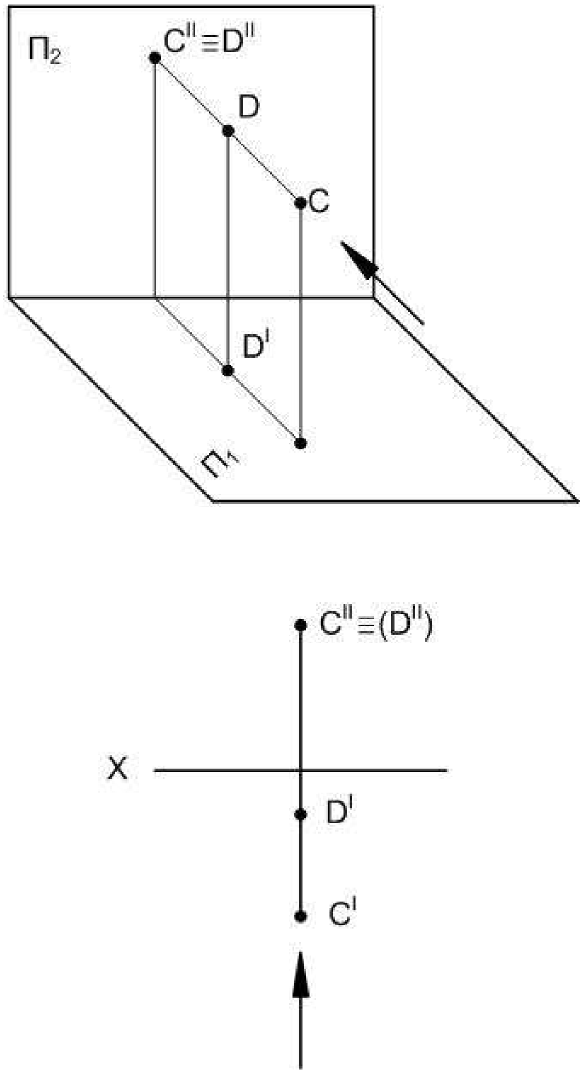


Рис. 3.

1.2. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ПРЯМОЙ

1. Проекциями прямой общего положения являются прямые линии (рис. 4).

2. Точки пересечения прямой с плоскостями проекций называются следами прямой. Следы прямой определяются как особые точки прямой, соответствующая координата которых равна нулю (рис. 5).

Горизонтальный след M имеет $Z_M = 0$, фронтальный след N - $У_N = 0$.

3. Истинная величина отрезка прямой общего положения определяется величиной гипотенузы прямоугольного треугольника, одним катетом которого является проекция отрезка,

а вторым – разность расстояний концов отрезка от той плоскости проекций, на которой строится треугольник (рис. 6).

Угол наклона прямой общего положения к плоскости проекции измеряется углом между истинной величиной отрезка прямой и его проекцией на эту плоскость.

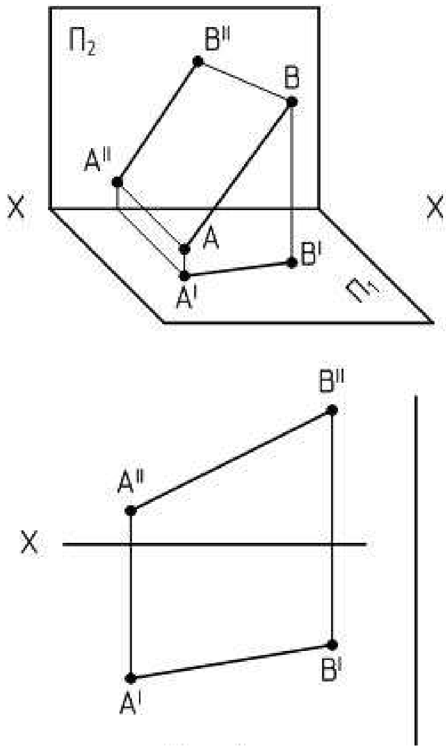


Рис. 4.

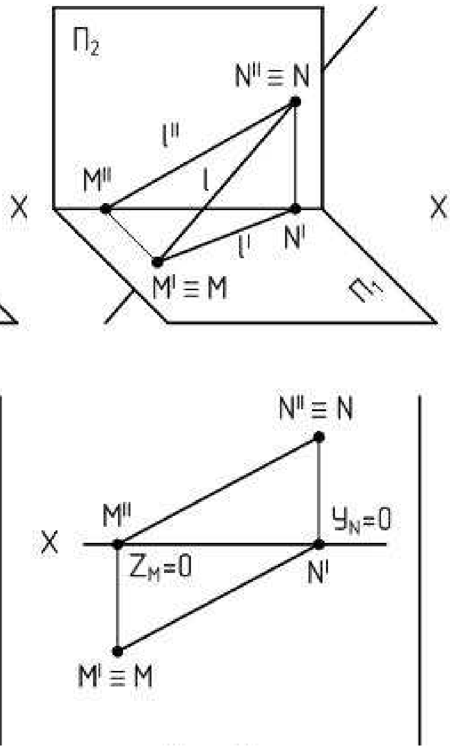


Рис. 5.

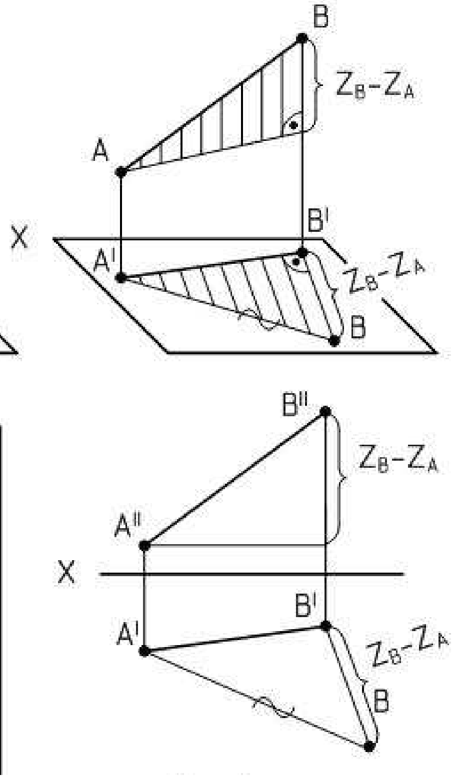


Рис. 6.

4. По отношению к плоскостям проекций прямые разделяются на прямые общего и частного положения.

Прямые частного положения могут быть:

а) параллельны одной из плоскостей проекций – прямые уровня (рис. 7).

б) перпендикулярны одной из плоскостей (т.е. параллельны двум плоскостям проекций) – проецирующие прямые (рис. 8).

5. Отрезок прямой, параллельный плоскости проекций, проецируется на эту плоскость, в истинную величину. На эту же плоскость проецируются в истинную величину и углы наклона отрезка прямой к двум другим плоскостям проекций.

6. Если точка принадлежит прямой, то проекции точки принадлежат соответствующим проекциям прямой и находятся между собой в проекционной связи.

7. Прямой угол проецируется на плоскость без искажения, если хотя бы одна его сторона параллельна этой плоскости.

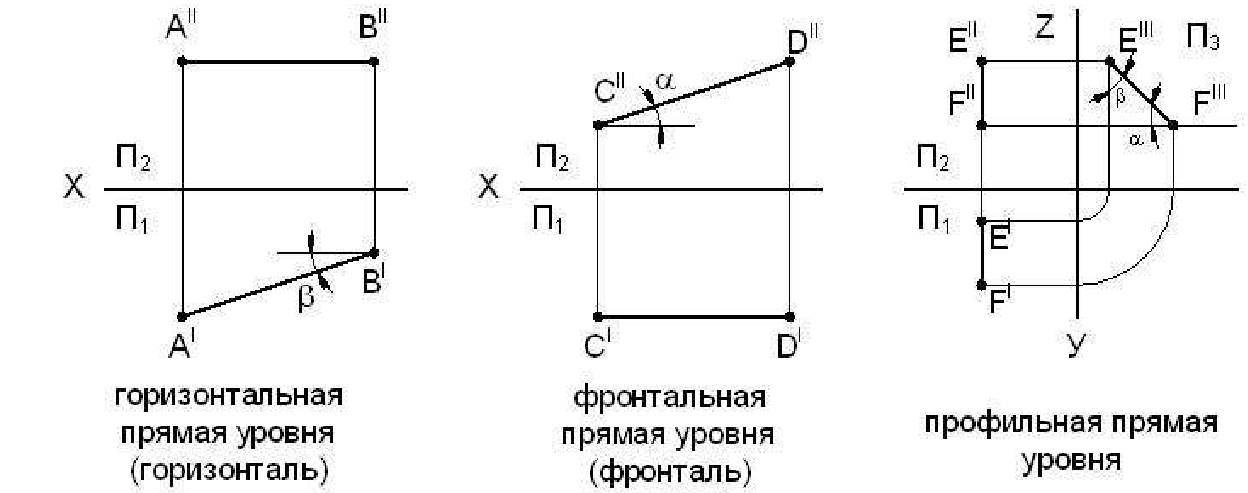


Рис. 7.

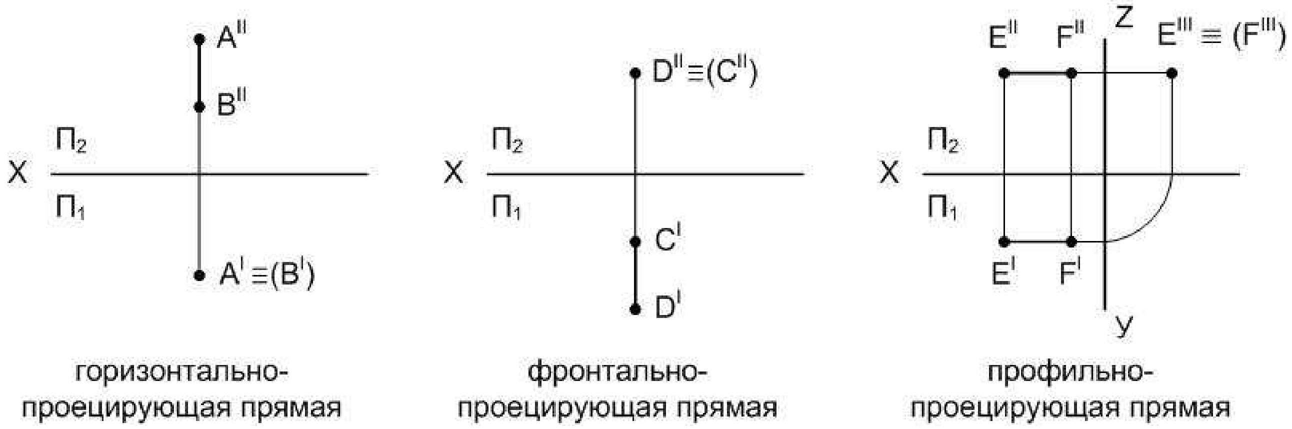


Рис. 8.

1.3. ПРОЕЦИРОВАНИЕ ПЛОСКОСТИ

1.3.1. Способы задания плоскости. Положение плоскости относительно плоскостей проекций. Принадлежность прямой и точки плоскости

1. Плоскость в пространстве бесконечна. Определителем плоскости называется совокупность геометрических элементов, однозначно определяющих ее положение в пространстве (три точки, не лежащие на одной прямой; прямая и точка, не лежащая на прямой; пересекающиеся прямые; параллельные прямые; треугольник и др.)

Определитель записывается в скобках после буквенного обозначения плоскости. Например: $\alpha(a \cap b)$ означает, что плоскость задана двумя пересекающимися прямыми (рис. 9а), или треугольником (рис. 9б).

2. По отношению к плоскостям проекций плоскости разделяются на плоскости общего положения и плоскости частного положения.

Плоскости частного положения могут быть:

а) перпендикулярными к одной из плоскостей проекций – проецирующие (рис. 10).

б) параллельными к одной из плоскостей проекций (т.е. перпендикулярными к двум плоскостям проекций) – плоскости уровня (рис. 11).

3. Прямая принадлежит плоскости, если две ее точки принадлежат этой плоскости (рис. 12).

4. Точка принадлежит плоскости, если она лежит на прямой, принадлежащей этой плоскости (рис. 13).

5. В плоскости можно провести бесконечное множество прямых общего и частного положения.

К прямым частного положений в плоскости относятся:

а) горизонтали, фронтали, профильные прямые плоскости (рис. 14);

б) линии наибольшего наклона к каждой из плоскостей проекций.

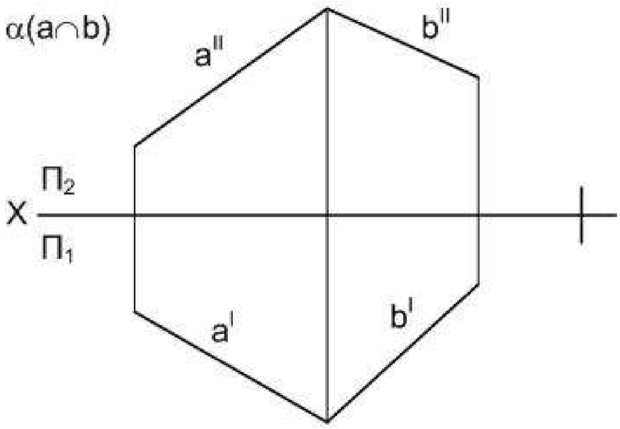


Рис. 9 а.

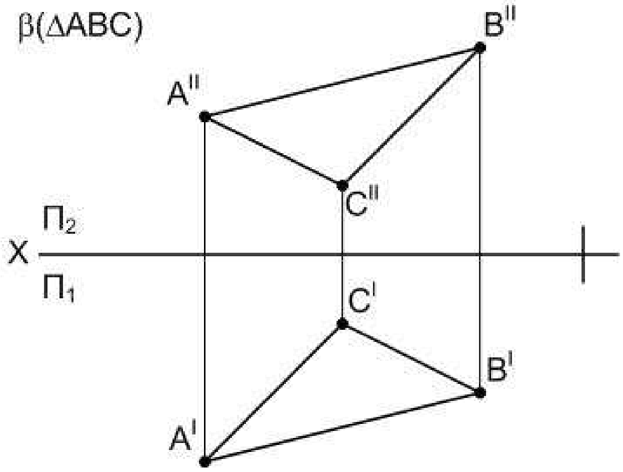


Рис. 9 б.

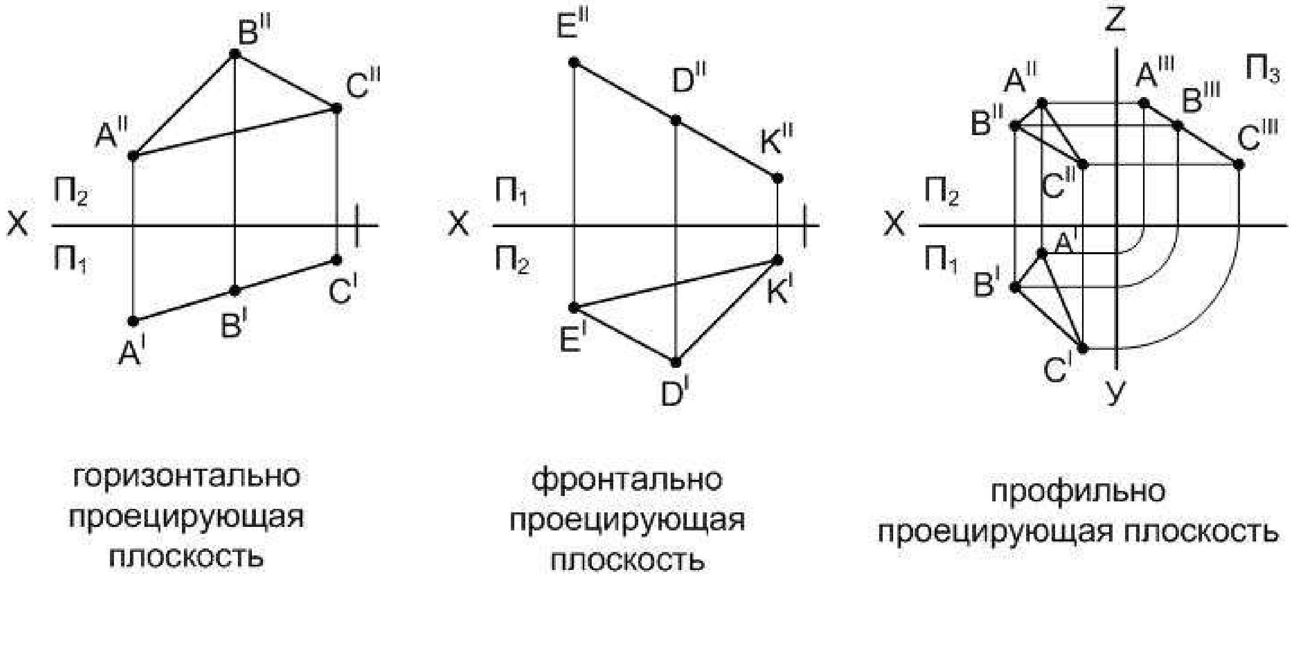


Рис. 10.

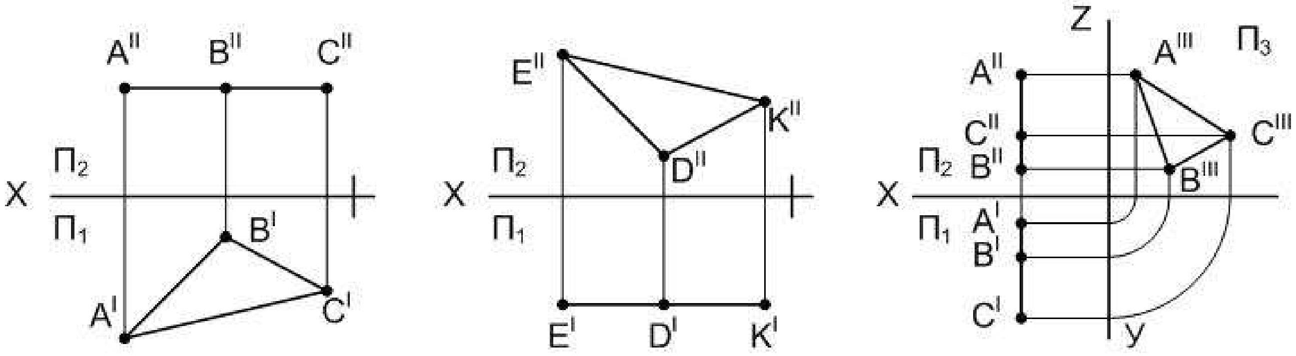


Рис.11.

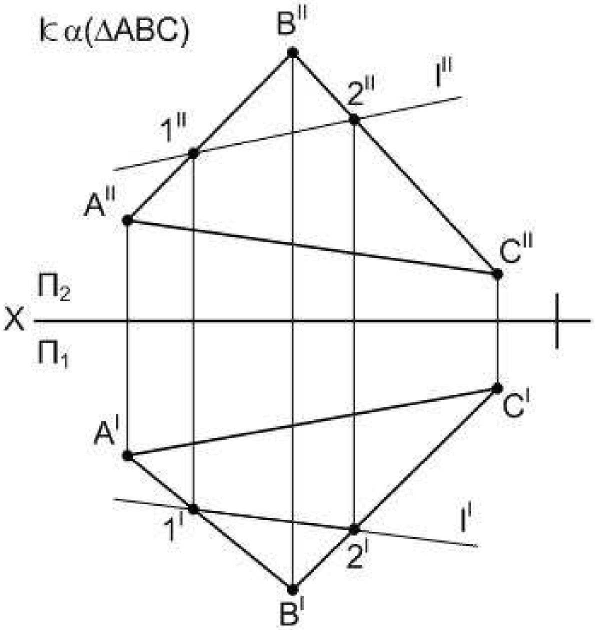


Рис. 12.

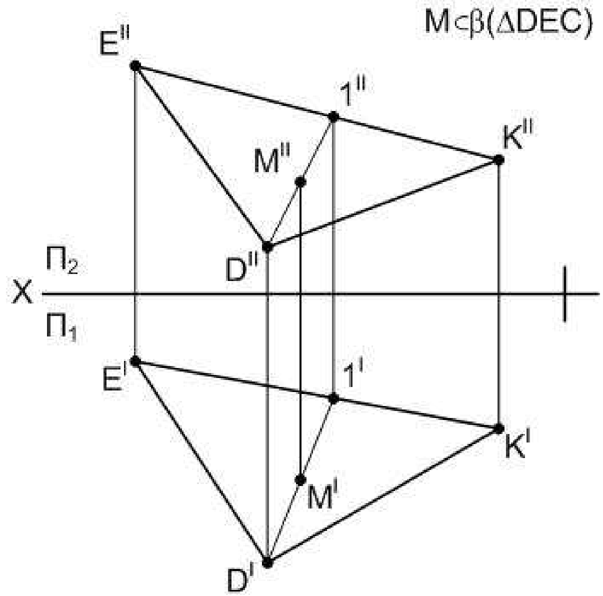


Рис.13.

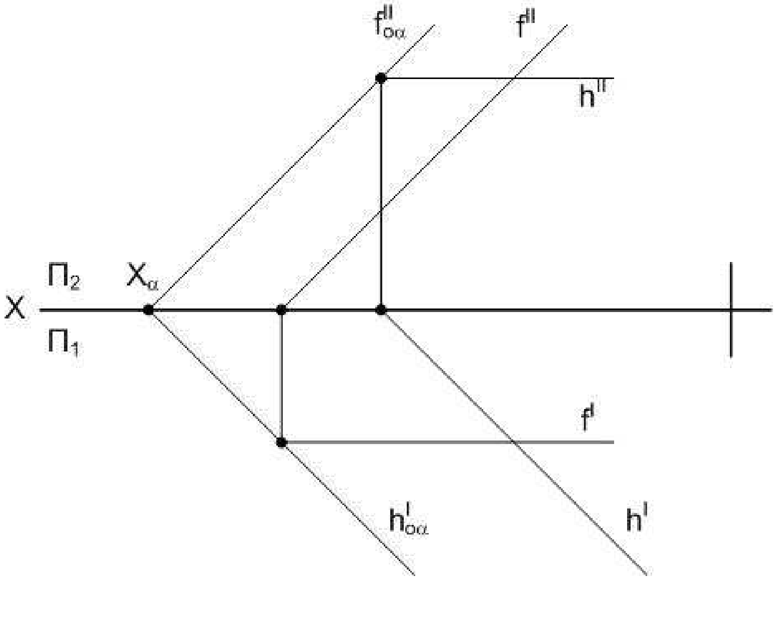


Рис. 14.

1.3.2. Взаимное положение прямой и плоскости и плоскостей

1.3.2.1. Пересечение и параллельность плоскостей

1. Плоскости могут пересекаться или быть параллельными.

2. Линия пересечения двух плоскостей определяется либо двумя точками, одновременно принадлежащими заданным плоскостям (рис.15), либо одной общей точкой и известным направлением этой линии (рис.16).

Если одна из пересекающихся плоскостей горизонтальная или фронтальная плоскость уровня, то линия пересечения плоскостей будет соответственно горизонталью (рис.16) или фронталью.

3. Точки, определяющие линию пересечения двух плоскостей общего положения, находятся с помощью двух вспомогательных плоскостей частного положения.

4. Признаком параллельности двух плоскостей является параллельность двух пересекающихся прямых одной плоскости, соответственно двум пересекающимся прямым второй плоскости (рис.17).

Признаком, параллельности плоскостей частного положения является взаимная параллельность их одноименных следов – проекций (рис.18).

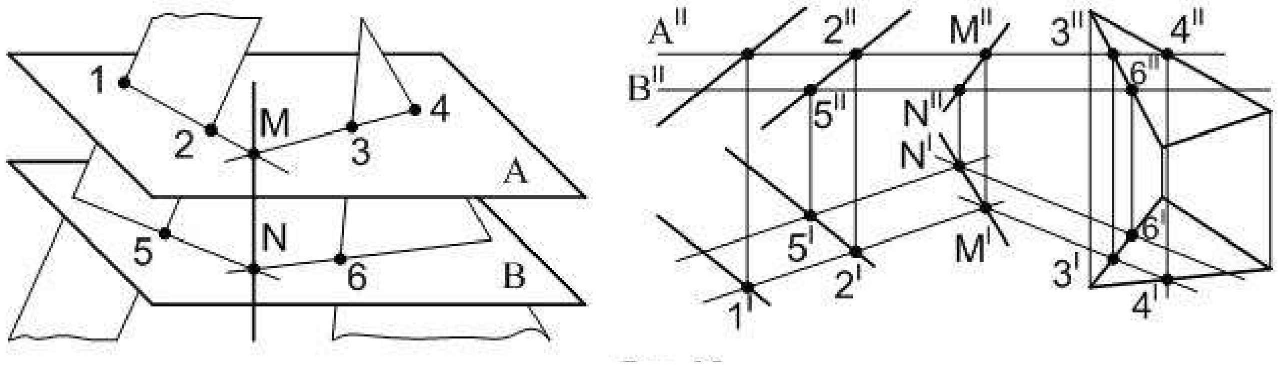


Рис. 15.

1.3.2.2. Пересечение и параллельность прямой и плоскости

1. Если прямая и плоскость имеют общее положение (рис. 19), то точка их пересечения определяется следующим образом:

а) прямую необходимо заключить во вспомогательную проецирующую плоскость;

б) построить линию пересечения заданной и вспомогательной плоскостей;

в) найти искомую точку на пересечении полученной линии с заданной прямой;

2. Если плоскость или прямая занимают проецирующее положение, то одна из проекций точки пересечения определяется без дополнительных построений, а вторая находится из условия принадлежности ее прямой (с помощью линии связи).

3. Прямая параллельна плоскости, если эта прямая параллельна любой, прямой в плоскости (рис.20), (или, если через эту прямую можно провести плоскость, параллельную заданной).

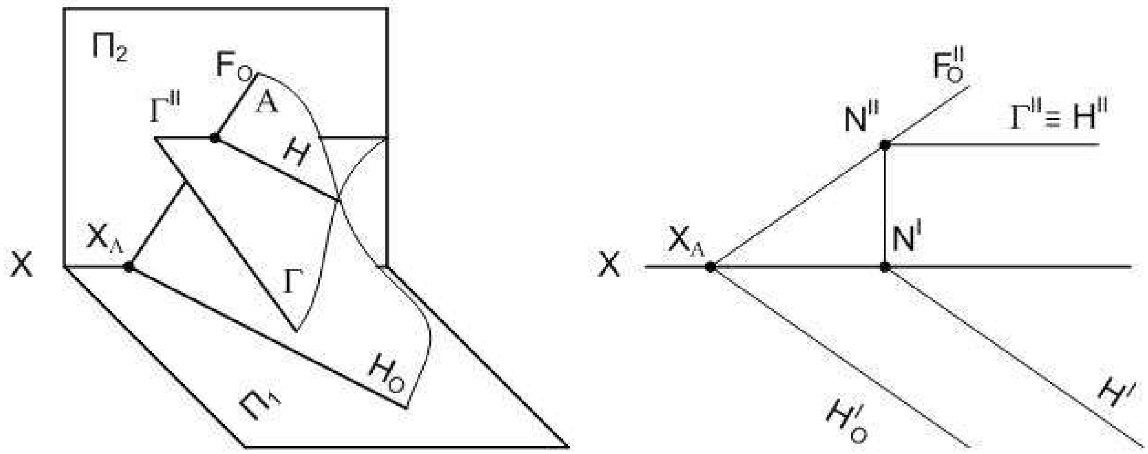


Рис.16

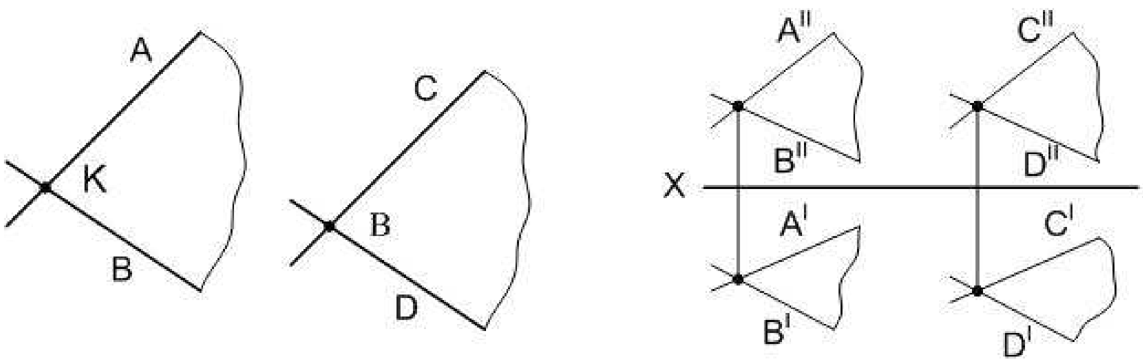


Рис.17

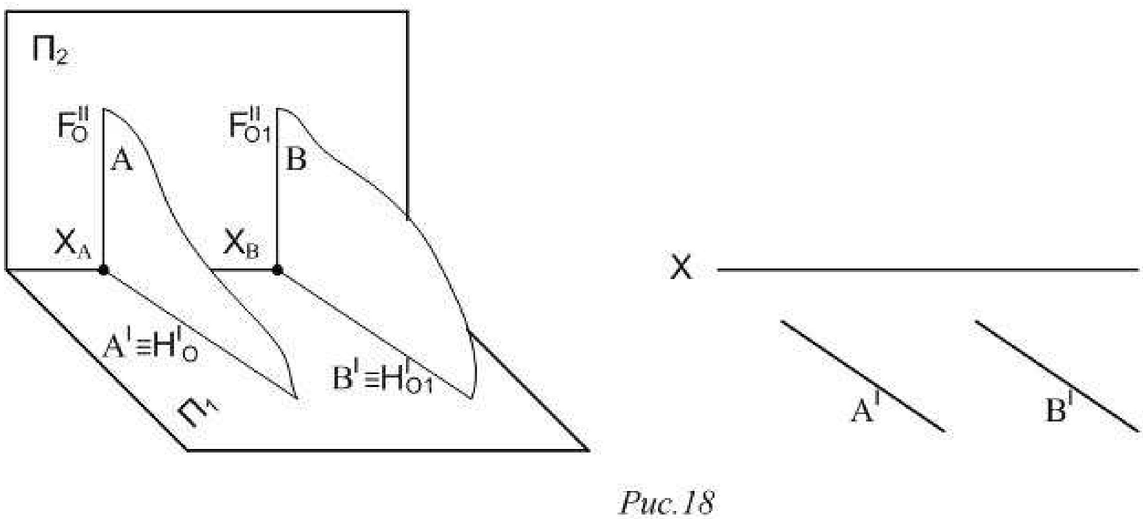


Рис.18

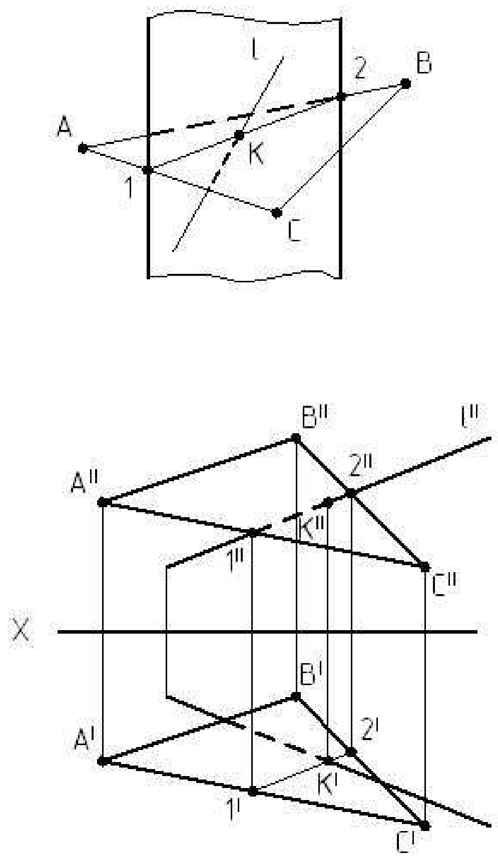


Рис. 19.

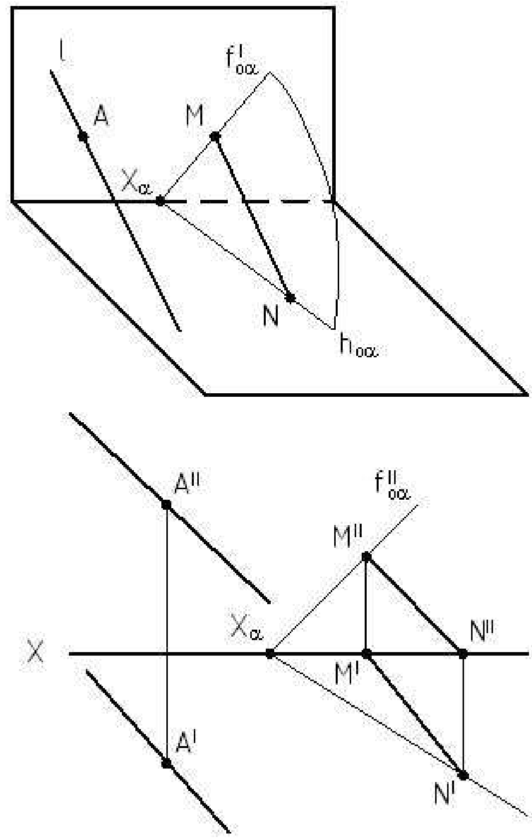


Рис. 20.

1.3.2.3. Перпендикулярность прямых и плоскостей

1. Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым этой плоскости. Для решения задач на эпюре в качестве таких прямых принимаются линии уровня плоскости.

Тогда проекции прямой r перпендикулярной к плоскости будут перпендикулярны к соответствующим проекциям линии уровня плоскости, т.е. $r^{I}\perp h^{I}$, $r^{II}\perp f^{II}$ (рис.21).

При этом прямая, перпендикулярная к плоскости общего положения, всегда будет прямой общего – положения, а прямая, перпендикулярная к плоскости частного положения – прямой частного положения.

2. Две плоскости взаимно перпендикулярны, если одна их них содержит перпендикуляр к другой.

3. Две прямые взаимно перпендикулярны, если одна из них лежит в плоскости, перпендикулярной ко второй прямой (или если через одну из них можно провести плоскость, перпендикулярную ко второй прямой (рис.22).

Взаимно перпендикулярные прямые могут пересекаться, либо скрещиваться.

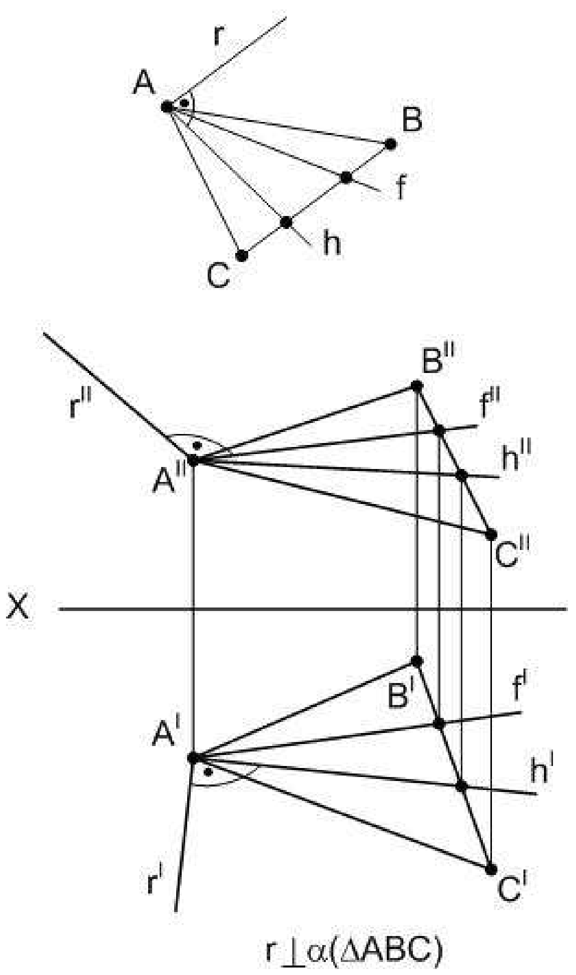


Рис. 21.

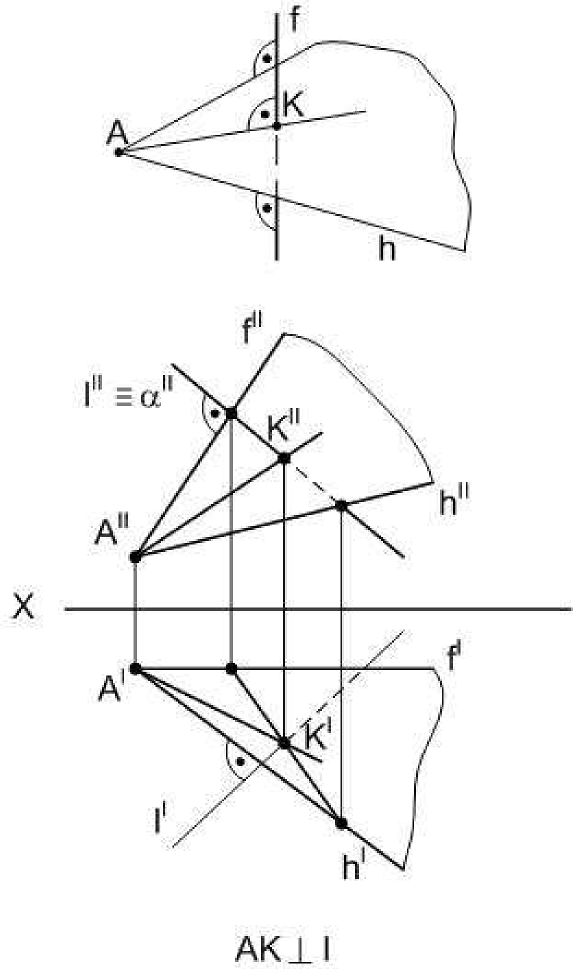


Рис. 22.

1.4. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ЧЕРТЕЖА

1.4.1. Способ замены плоскостей проекций

Заменой плоскостей проекций можно придать заданным геометрическим элементам частное положение и этим упростить решение многих задач.

Заменой одной плоскости проекций можно:

1. Прямую общего положения преобразовать в линию уровня, если новую плоскость проекций выбрать параллельно прямой (рис. 23).

2. Линию уровня преобразовать в проецирующую прямую, если новую плоскость проекций выбрать перпендикулярно к прямой.

Плоскость общего положения преобразовать в проецирующую, если новую плоскость проекций выбрать перпендикулярной к линии уровня заданной плоскости.

Проецирующую плоскость преобразовать в плоскость уровня, если новую плоскость проекций провести параллельно заданной плоскости.

Последовательной заменой двух плоскостей проекций можно:

Прямую общего положения преобразовать в проецирующую.

Плоскость общего положения преобразовать в плоскость уровня.

1.4.2. Способ вращения

1. Используя способ вращения, можно построить дополнительные чертежи предмета вращением этого предмета вокруг оси в неизменной основной системе плоскостей проекций.

2. При вращении вокруг некоторой неподвижной прямой (ось вращения) каждая точка вращаемой фигуры перемещается в плоскости перпендикулярной к оси вращения (плоскость вращения). Точка перемещается по окружности, центр которой находится в точке пересечения оси с плоскостью вращения (центр вращения), а радиус окружности равняется расстоянию от вращаемой точки до центра (радиус вращения).

3. Если какая-либо из точек данной системы находится на оси вращения, то при вращении системы эта точка считается неподвижной.

4. Ось вращения может быть задана или выбрана, в последнем случае выгодно расположить ось перпендикулярно к одной из плоскостей проекций, так как при этом упрощаются построения (рис. 24).

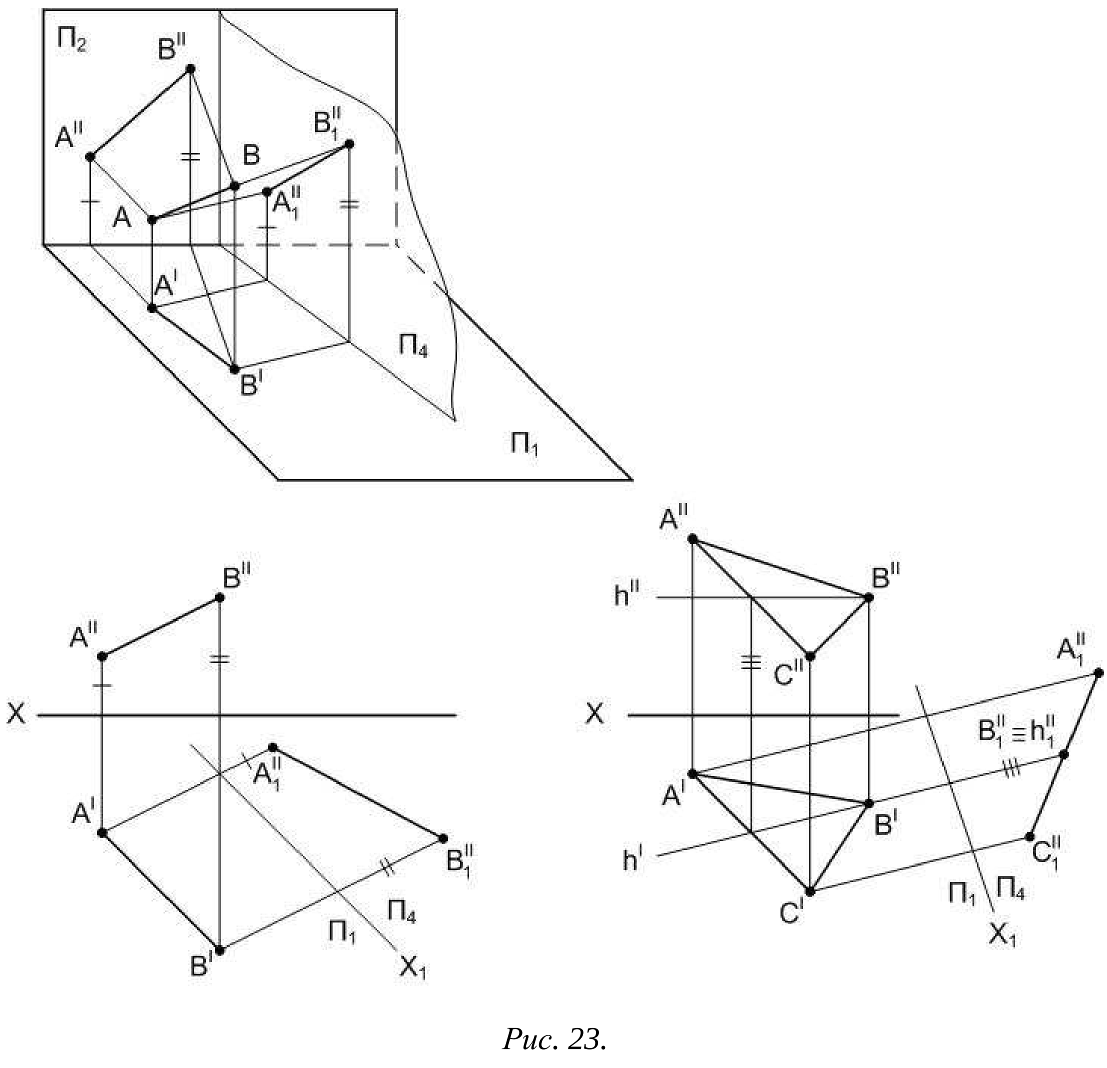


Рис. 23.

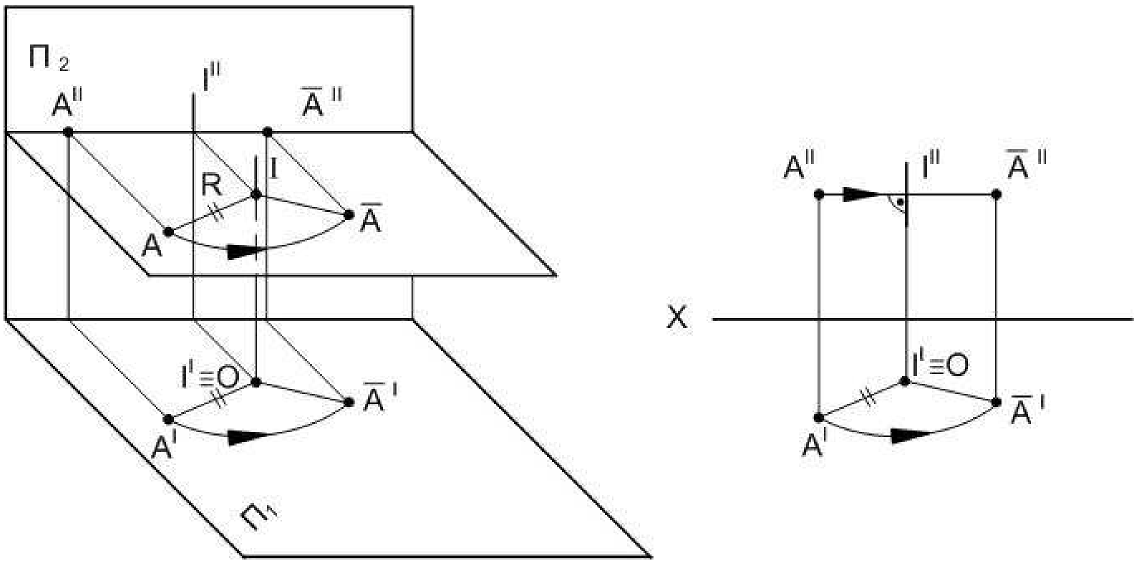


Рис. 24.

1.5. ПОВЕРХНОСТИ

1.5.1. Многогранники

1.5.1.1. Принадлежность точки поверхности многогранника.
Пересечение многогранника плоскостью общего и частного положения.
Пересечение многогранника прямой линией

1. Построение проекций многогранника сводится к построению проекций некоторых его точек и линии.
2. Линия, ограничивающая проекцию, называется очерком фигуры.
3. На чертеже многогранники изображаются проекциями своих вершин и ребер.
4. Чтобы построить проекции точек, принадлежащих многограннику, необходимо предварительно построить линию на заданной поверхности, а затем на проекциях этой линии построить проекции искомых точек (рис.25).
5. При пересечении многогранника плоскостью получается многоугольник, число сторон которого равно числу граней, пересекаемых плоскостью. Вершинами этого многоугольника являются точки пересечения ребер с секущей плоскостью, а сторонами линии пересечения граней с секущей плоскостью.
6. Основным способом построения точек линии пересечения многогранника плоскостью является способ вспомогательных секущих плоскостей.

Многоугольник сечения можно строить двумя способами:

а) вершины многоугольника определяются как точки пересечения ребер многогранника с секущей плоскостью;

б) стороны многоугольника определяются как линии пересечения граней многогранника с секущей плоскостью (рис.26).

Для построения многоугольника сечения и определения его истинной величин можно использовать способы преобразования чертежа.

8. Для нахождения точек пересечения прямой линии с поверхностью многогранника необходимо:

а) через прямую провести вспомогательную плоскость;

б) построить многоугольник сечения;

в) найти искомые точки в пересечении прямой со сторонами многоугольника сечения.

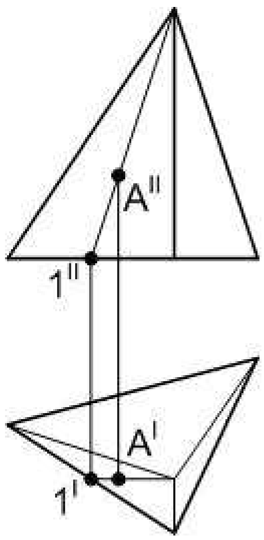


Рис. 25.

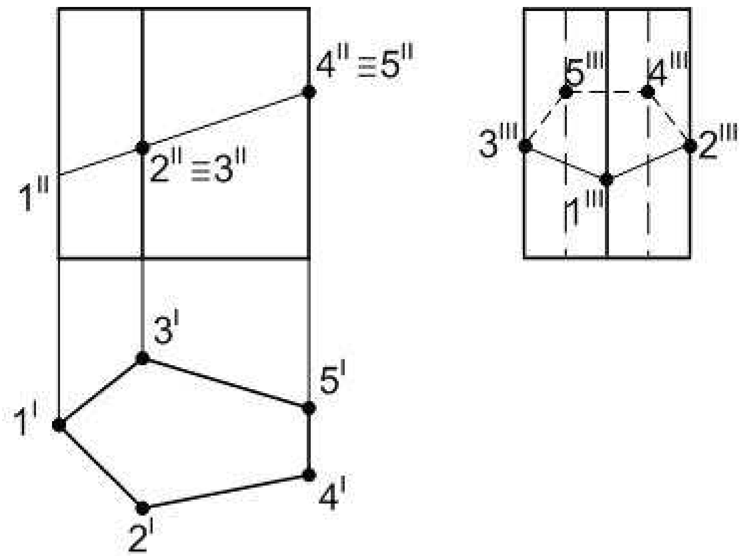


Рис. 26.

1.5.2. Кривые поверхности

1.5.2.1. Принадлежность точки кривой поверхности.

Пересечение кривой поверхности плоскостью общего и частного положения.

Пересечение кривой поверхности прямой линией

1. На чертеже кривую поверхность задают либо проекциями контурной линии очерка (если поверхность замкнутая или ограниченная), либо проекциями направляющих, образующих и условиями движения образующей (если поверхность неограниченная).

2. Чтобы построить на чертеже проекции точек принадлежащих кривой поверхности, необходимо предварительно построить какую – либо линию на заданной поверхности, а затем на проекциях этой линии построить проекции искомых точек (рис.27).

3. При пересечении кривой поверхности плоскостью в общем случае получается плоская кривая линия (эллипс, гипербола и т.д.). Для построения этой линии на чертеже на-

ходят проекции ее отдельных точек, которые затем соединяют. При этом в первую очередь следует определить характерные точки линии сечения: точки на очерковых образующих, точки наиболее близкие и наиболее удаленные от плоскостей проекций и др. При пересечении линейчатых поверхностей плоскостями могут получаться, в частности, и прямые линии, если секущая плоскость направлена вдоль образующих (например, цилиндра, конуса) и др. На рис. 28 показано построение линии пересечения цилиндра с плоскостью общего положения.

4. Для построения проекций линии пересечения кривых поверхностей плоскостью и определения ее истинной величины удобно использовать способы преобразования комплексного чертежа.

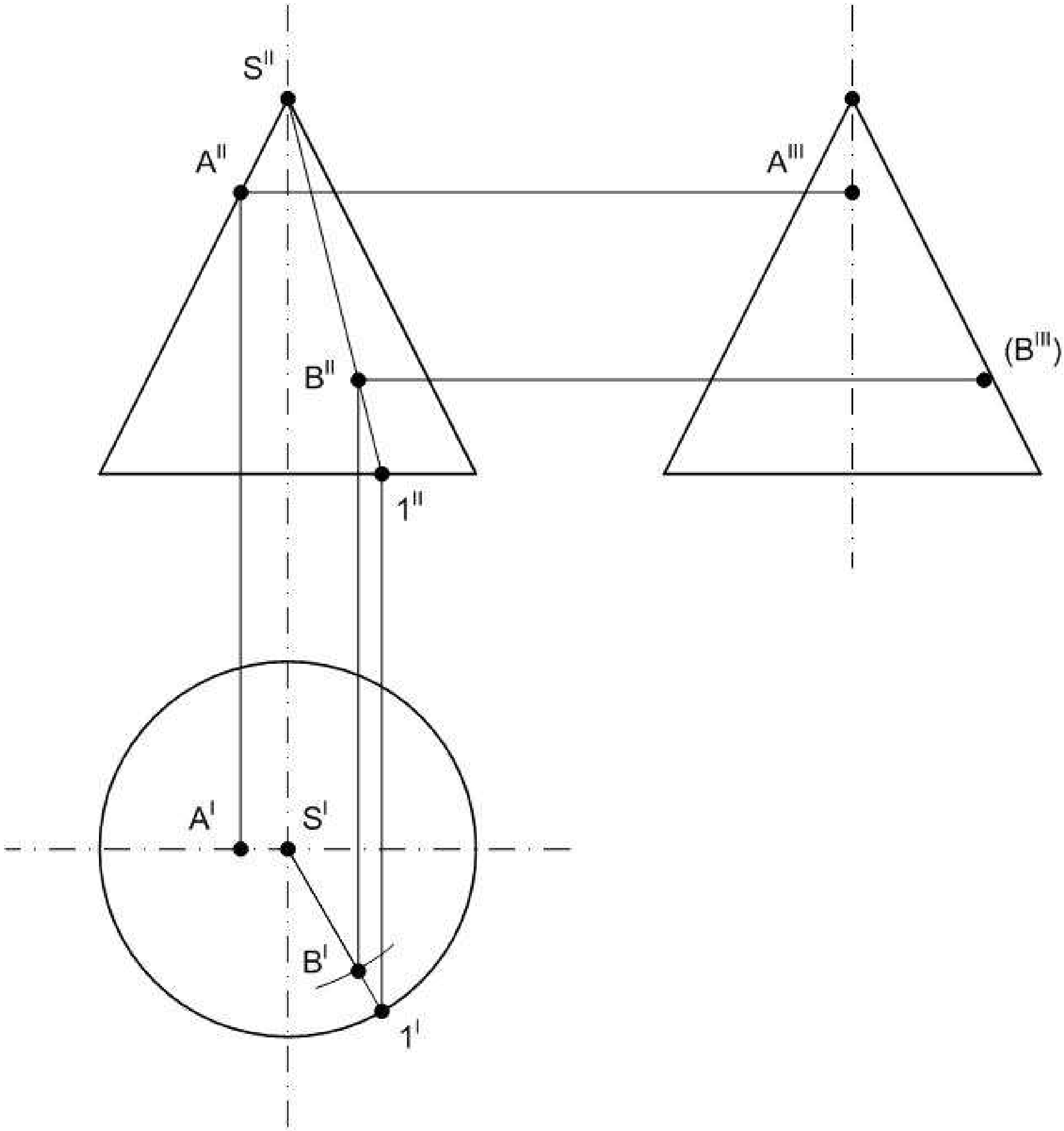


Рис. 27.

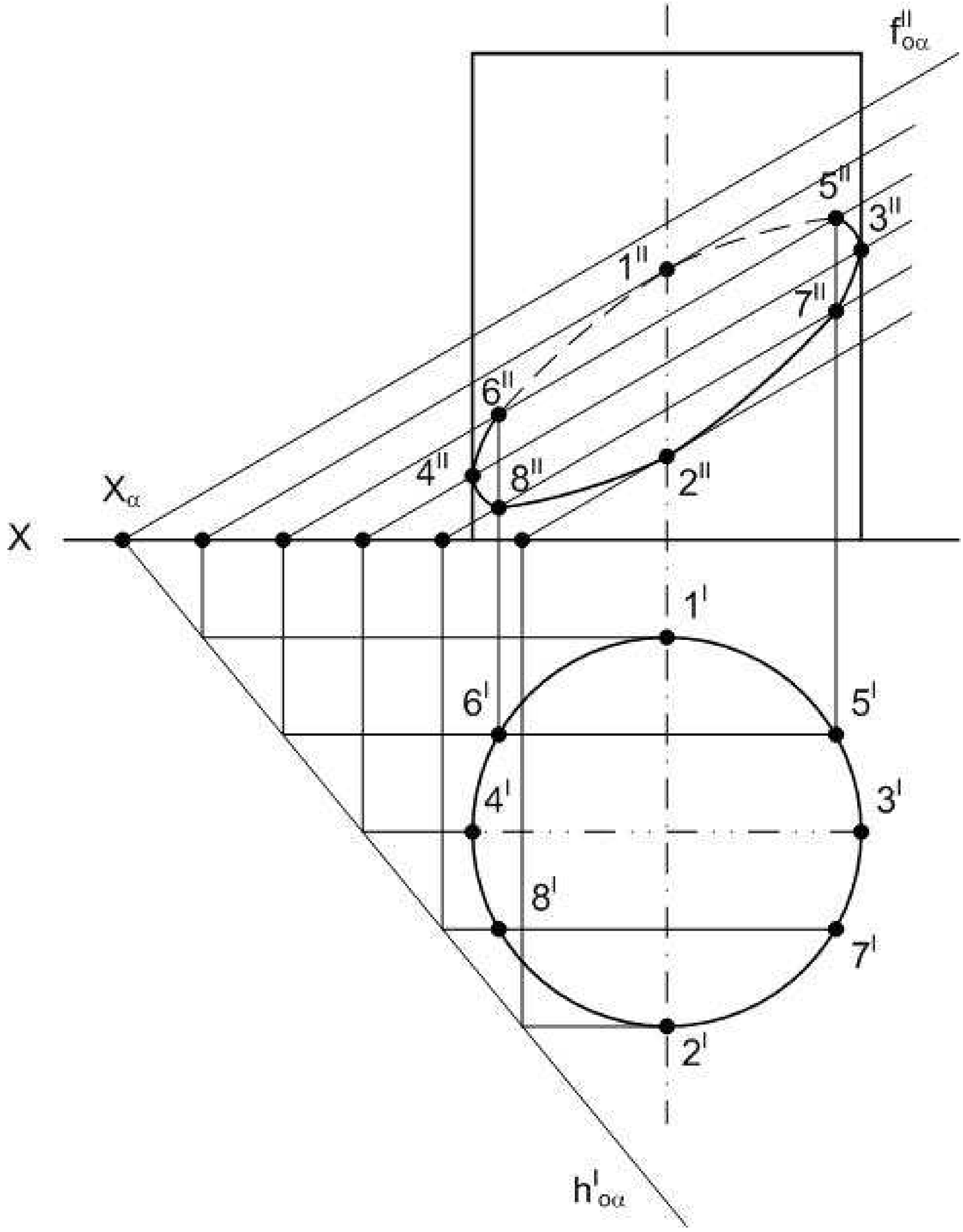


Рис. 28.

1.6. РАЗВЕРТЫВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

1.6.1. Общие сведения о развертках поверхностей

1.6.1.1. Основные понятия и определения

Развертыванием поверхности называется такое ее преобразование, в результате которого она совмещается с плоскостью. При этом поверхности, полностью совмещаемые с плоскостью (без складок и разрывов), называют развертывающимися, в противном случае – неразвертывающимися.

Плоская фигура, полученная в результате развертывания поверхности тела, называется разверткой.

К развертывающимся поверхностям относятся все граненые поверхности, а из линейчатых поверхностей - цилиндрические, конические и с ребром возврата. Остальные линейчатые и все кривые поверхности - неразвертывающиеся.

В дифференциальной геометрии доказывается, что если касательные плоскости в любой точке образующей линейчатой поверхности совпадают между собой, то поверхность является развертывающейся. Если касательные плоскости в разных точках одной образующей линейчатой поверхности не совпадают между собой, поверхность будет неразвертывающейся. Можно отметить простой (но недостаточный) признак развертывающихся поверхностей: бесконечно близкие образующие поверхностей должны лежать в одной плоскости, т.е. быть параллельными или пересекающимися.

1.6.1.2. Признаки развертывающейся поверхности

Так как развертка поверхности представляет собой плоскую фигуру, образованную из поверхности без разрывов и склеивания, то между поверхностью и её разверткой устанавливается взаимооднозначное соответствие: каждой точке (фигуре) на поверхности соответствует точка (фигура) на развертке и наоборот. На основании этого можно сформулировать следующие свойства (признаки) развертывающейся поверхности:

1. Длина любой линии на поверхности остается неизменной и равной длине соответствующей линии на развертке.

2. Замкнутая линия на поверхности и соответствующая ей линия на развертке ограничивают одинаковую площадь.

3. Угол между линиями на поверхности равен углу между соответствующими линиями на развертке.

4. Прямой (ломанной, кривой) линии на поверхности соответствует также прямая (ломанная, кривая) линия на развертке.

5. Параллельным прямым на поверхности соответствуют также параллельные прямые на развертке.

6. Если линии, принадлежащей поверхности и соединяющей две точки поверхности, соответствует прямая на развертке, то линия является геодезической.

1.6.1.3. Способы построения разверток поверхностей

Изыскание и применение наиболее простых способов построения разверток поверхностей имеют большое практическое значение, так как приводят к экономии материалов, уменьшают трудовые затраты.

Построение разверток сводится преимущественно к определению натуральных величин отрезков прямых и углов между ними. Поэтому для пирамидальных и конических поверхностей самым распространенным является способ треугольников (способ триангуляции). Построение разверток этих поверхностей сводится к многократному построению истинных величин треугольников, из которых состоит поверхность, развертываемой пирамиды или которой заменяют развертываемую коническую поверхность. Для призматических и цилиндрических поверхностей рекомендуется определять ширину элемента развертки и положение отдельных образующих (или ребер) с использованием плоскости проекций или построением «нормального сечения».

Для построения разверток неразвертывающихся поверхностей их разбивают на части, которые можно приближенно заменить развертывающимися поверхностями. Затем строят развертки этих частей, которые в сумме дают условную приближенную развертку неразвертывающейся поверхности.

Развертку можно выполнить с применением математических выкладок. Вычислив длины линий и углы между ними, можно по ним точно вычертить развертку, но на практике развертки выполняются на чертежах преимущественно приближенно, графическими приемами.

1.6.2. Построение разверток некоторых поверхностей

1.6.2.1. Развертка пирамидальных и конических поверхностей

Как было отмечено выше, развертки таких поверхностей строят способом триангуляции (способом треугольников).

Пусть необходимо построить развертку полной поверхности пирамиды, изображенной на рис. 29. При данном расположении пирамиды её основание проецируется на плоскость Π_1, в натуральную величину. Чтобы определить натуральную величину боковых граней, нужно найти истинную длину каждого бокового ребра. Для этого воспользуемся вращением ребер вокруг оси i, проходящей через вершину пирамиды перпендикулярно плоскости $П_1$. Ребра (образующие) S^IA^I ,S^IB^I ,S^IC^I на горизонтальной проекции развернуты до фронтального положения $S^IA^I_0$, $S^IB^I_0$, $S^IC^I_0$ и на новой проекции получены их натуральные величины $S^{II}A^{II}_0$, $S^{II}B^{II}_0$, $S^{II}C^{II}_0$. Построив в произвольном месте чертежа треугольник ABC = A^I-B^IC^I – натуральную величину основания и, пристроив к нему треугольник BSC, CAS и BAS, получим развертку полной поверхности пирамиды.

Пусть на пирамиде даны точки G и D. Требуется построить эти точки на развертке и определить кратчайшее расстояние меду ними. Так как точка G расположена на ребре AS, следует при определении его натуральной величины повернуть и точку G. Тогда расстояние от этой точки до вершины проецируется на плоскость $П_2$ в натуральную величину ($S^{II}G^{II}_0$ = SG). Отложив полученный отрезок по прямой AS от точки S получим, искомую точку G. Точку D можно перенести на развертку с помощью проходящих через нее прямых, например FS и BE. В пересечении этих прямых на развертке найдем точку D.

Линия, определяющая кратчайшее расстояние между двумя точками, расположенными на поверхности, называется геодезической линией. Такая линия на развертке преобразуется в прямую. Поэтому, соединив точки G и D прямой на развертке, отметим точку ее пересечения с ребром BC. Проделав построения, обратные тем, что были выполнены при определении точки G на развертке получим фронтальную, а затем горизонтальную проекцию точки H и соединим их с соответствующими проекциями точек G и D.

На рис. 30 способом триангуляции построена развертка конической поверхности. При этом, аппроксимируют коническую поверхность многоугольной пирамидальной с ребрами, проходящими соответственно через точки 1 ,2, 3, взятые на равных или различных расстояниях друг от друга на основании. Чем больше число граней у вписанной пирамиды, тем меньше будет разница между действительной и приближенной разверткой конической поверхности. Определив натуральную величину ребер и заменив дуги 1-2, 2-3... хордами (их натуральная величина известна), построим треугольники 1-2-S, 2-3-S и т.д. Ломанную 1-2-3... можно заменить кривой, проходящей через эти же точки. Построение на развертке точки, расположенной на поверхности конуса и решение обратной задачи, а также геодезической линии проводится аналогично тому, как это было сделано на пирамиде, с тем отличием, что проекции геодезической линии обычно представляют собой кривые линии.

Если требуется построить развертку боковой поверхности прямого кругового конуса, то она будет представлять собой круговой сектор (рис.30), радиус которого равен длине образующей конической поверхности l, а центральный угол определяется формулой (1):

$$\varphi^0 = 360^0 \cdot \frac{R}{l}, \tag{1}$$

где *R* – радиус основания конической поверхности; l – длина образующей.

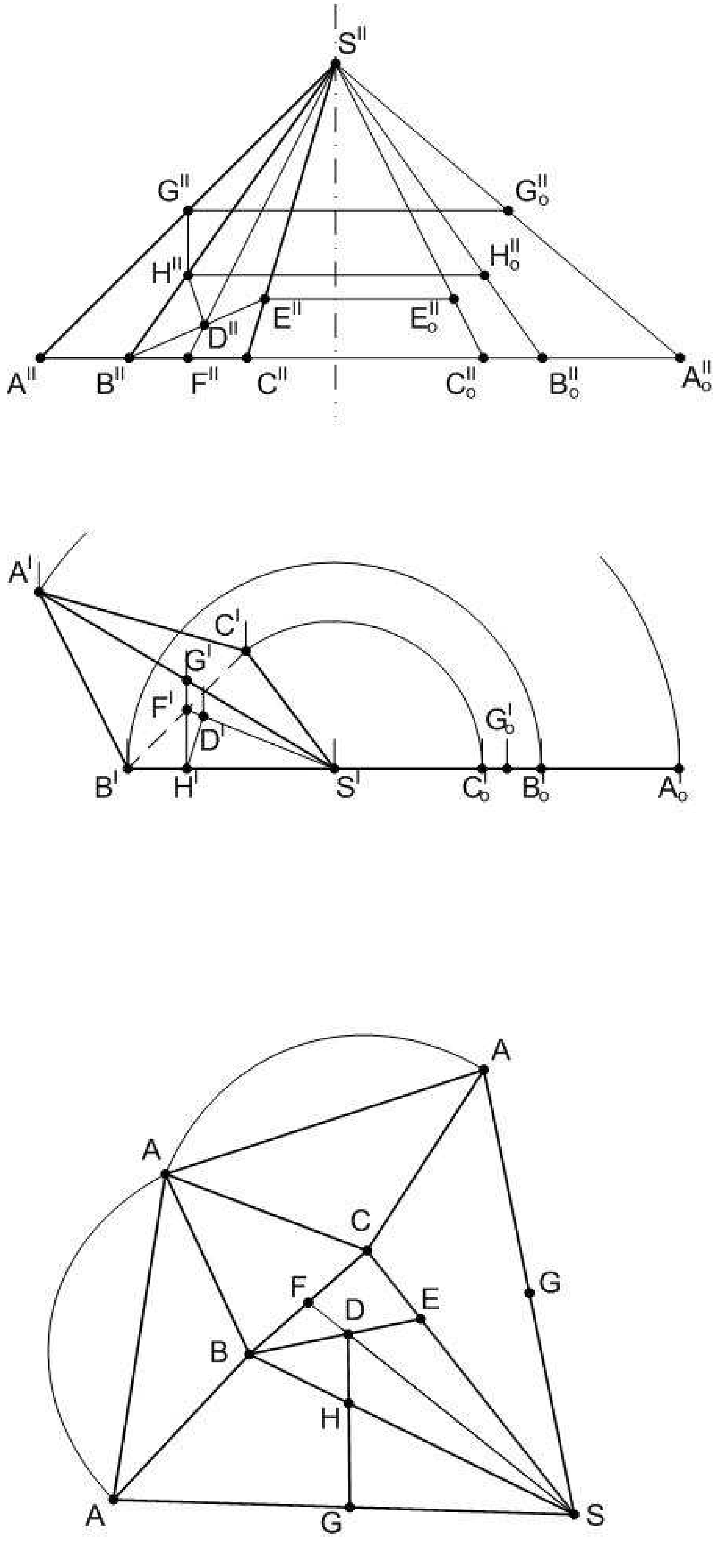


Рис. 29. Построение развертки полной поверхности пирамиды.

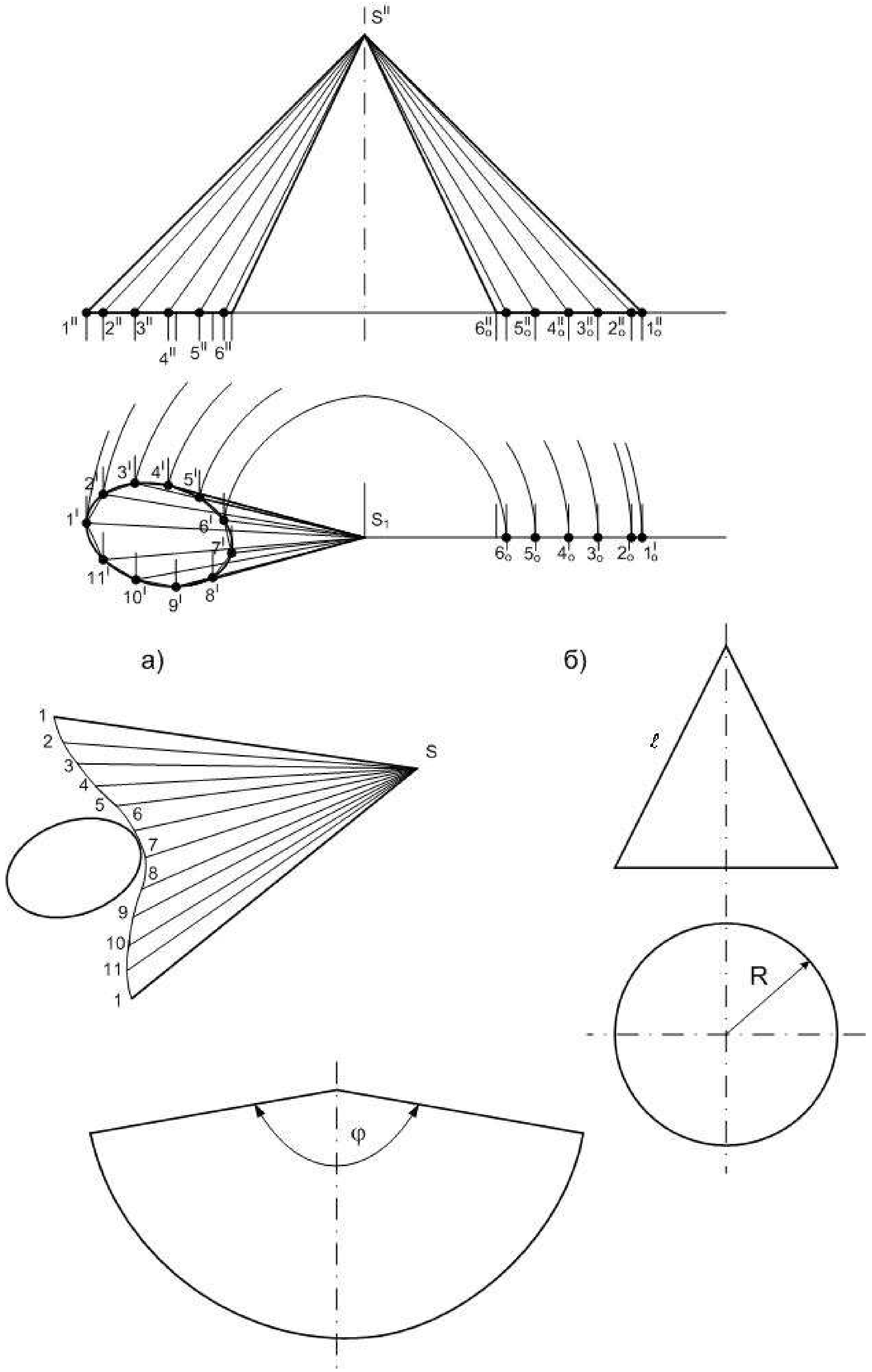


Рис. 30. Построение разверток конических поверхностей.

1.6.2.2. Развертка призматических и цилиндрических поверхностей

Наиболее часто развертки таких поверхностей строят двумя способами: способом перемены плоскостей проекции (раскатка) или способом нормального сечения. При этом, как и при построении развертки конуса, когда его поверхность аппроксимируется вписанной многогранной пирамидой, в цилиндрическую поверхность также вписывается многогранная призма (за исключением некоторых частных случаев). Поэтому нет необходимости рассматривать способы построения разверток как для призматических поверхностей, так и для цилиндрических поверхностей, т.к. способы эти одинаковы. Исходя из этого, подробно рассмотрим способы построения разверток призматических поверхностей, а развертки цилиндрических поверхностей покажем на рисунках без пояснений.

На рис. 31 показано построение развертки призматической поверхности способом перемены плоскостей проекций. При этом производится последовательный поворот граней вокруг ребер (раскатка).

Вначале спроецируем призму на плоскость $П_3$ параллельную боковым ребрам. Затем повернем грань ACDF вокруг ребра AD (фронтали в системе $\frac{П_1}{П_3}$) до совмещения с плоскостью, параллельной $П_3$. Так как натуральная величина ребра нам известна, проведем фронтальную проекцию τ_3 траектории точки C и на ней от точки A отложим натуральную величину ребра AC, подучив при этом точку C. Ребро CF на развертке равно и параллельно ребру AD. Вслед за этим построим проекции траектории точки B и на ней от точки C отложим натуральную величину отрезка CB (она также известна) и т.д. Соединяем точки на развертке так, как они были соединены на фигуре. Для получения развертки полной поверхности призмы следует к полученной фигуре пристроить верхнее и нижнее основания, натуральная величина которых известна.

Чтобы построить на развертке точку G, лежащую на поверхности призмы и заданную своими проекциями, следует провести через нее произвольную прямую, удобнее всего образующую GH. Построив проекции точек G и H на плоскость $П_3$, проведем проекции их траекторий. Получив точку H, проведем через нее образующую параллельно ребрам до пересечения с проекцией траектории точки G. Аналогично решается и обратная задача.

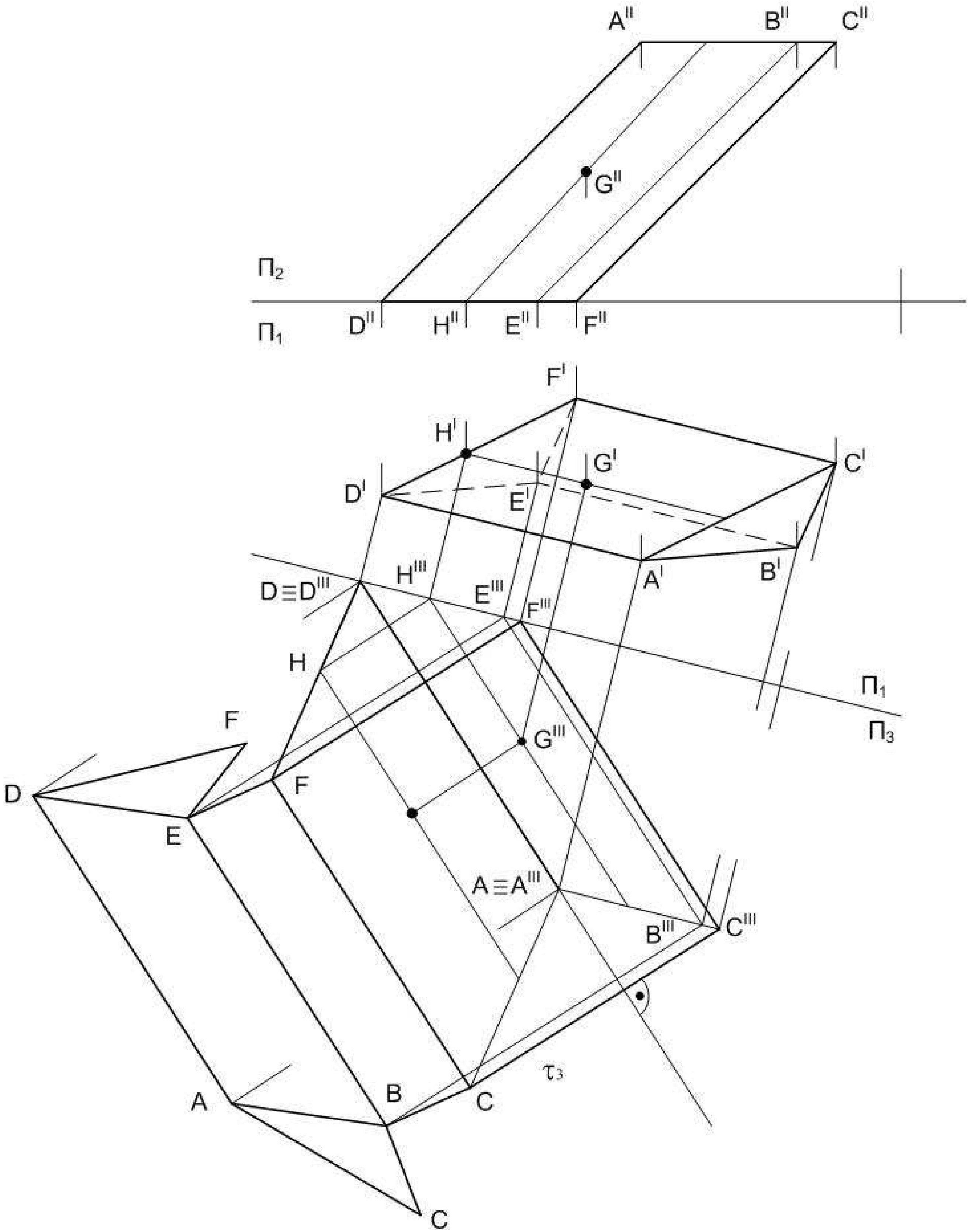


Рис. 31. Построение развертки полной поверхности призмы.

Способ перемены плоскостей проекции (раскатка).

Рассмотрим построение развертки призматической поверхности способом нормального сечения (рис.32). Построение заключается в том, что призматическую поверхность рассекают плоскостью, перпендикулярной ее образующим (ребрам), и определяют истинную величину нормального сечения. Линию нормального сечения развертывают в прямую.

Тогда образующие (ребра) поверхности при развертке ее на плоскость располагаются перпендикулярно развертке линии нормального сеченая, которую принимают за базу отсчета размеров образующих (ребер).

На рис. 32 построена полная развертка поверхности треугольной призмы ABCDEF. Так как боковые ребра призмы BE, AD и CP параллельны плоскости $П_2$, то они в истинную длину изображены на фронтальной плоскости проекции. Рассечем поверхность призмы плоскостью $\sum$ перпендикулярно ребрам, которая будет являться фронтально проецирующей плоскостью. Нормальное сечение KLM призмы построено в натуральную величину путем совмещения (разворота) плоскости $\sum$ с плоскостью $П_1$, Линию нормального сечения разворачиваем в прямую и через точки K, L, M, K^I проводим прямые перпендикулярные развертке линии нормального сечения. На каждом из построенных перпендикуляров откладываем по обе стороны от линии KK^I отрезки боковых ребер, измеренных на плоскости $П_2$ (до нормального сечения и после него). Отмечаем точки ребер на развертке A и D, C и F, B и E, соединяем их отрезками прямых, которые дают истинную величину сторон основания призмы. Присоединяя к развертке боковой поверхности призмы оба основания (треугольники ABC и DEF), получаем полную развертку призмы. На развертку призмы нанесена точка N, принадлежащая грани ACFD призмы, с помощью вспомогательной прямой, параллельной ребрам призмы и пересекающей нормальное сечение в точке 1.

Применение рассмотренных методов для построения разверток цилиндрических поверхностей не требует столь же детальных пояснений. Если сравнить чертежи на рис. 31, 32, 33, то построения станут понятными и без пояснений.

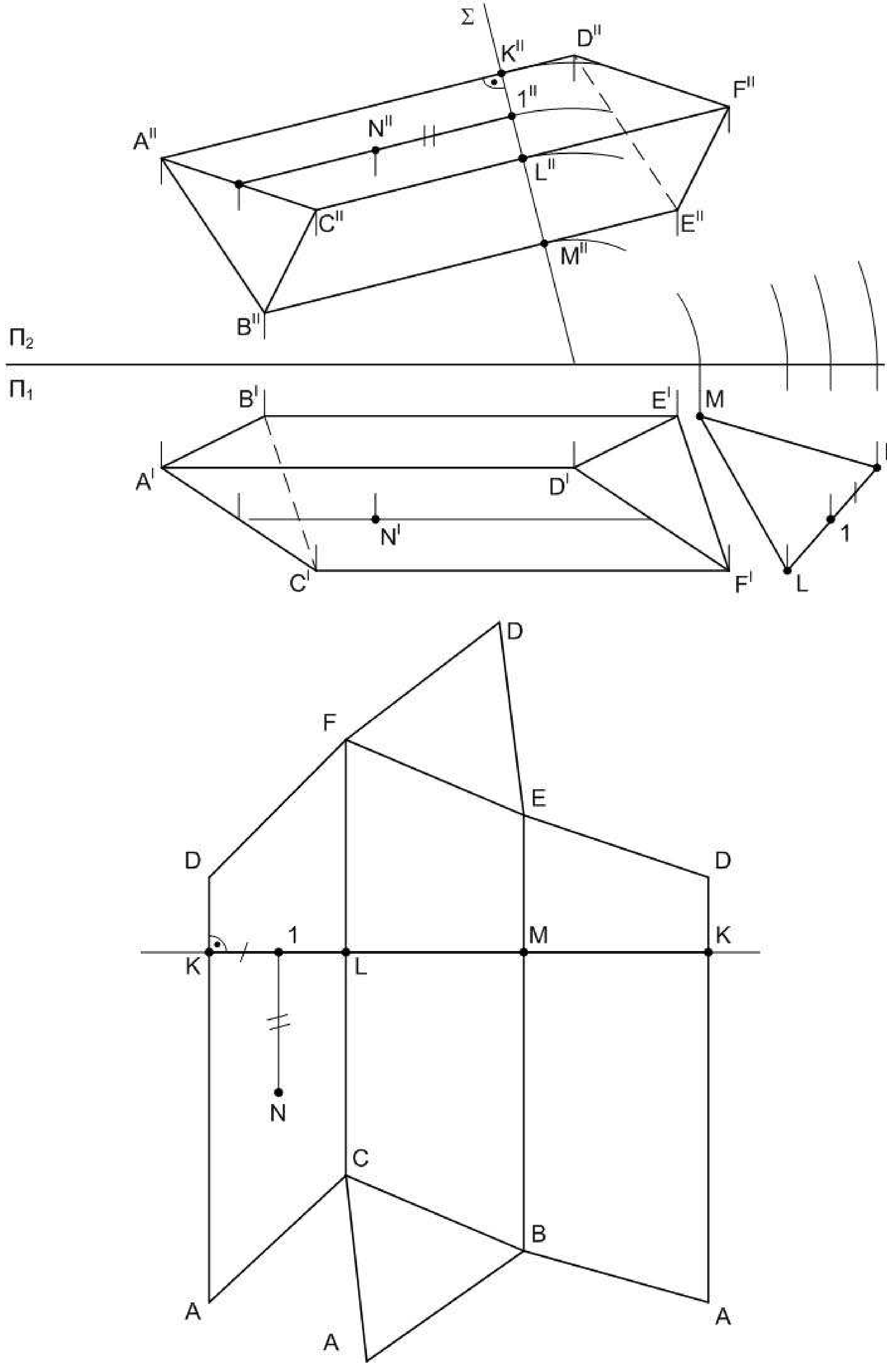
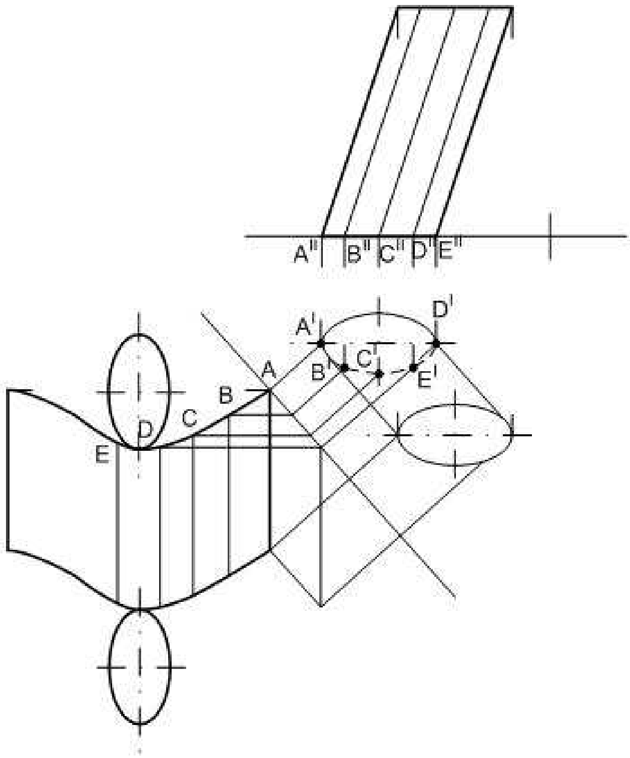


Рис. 32. Построение развертки полной поверхности призмы.

Способ нормального сечения.

а)



б)

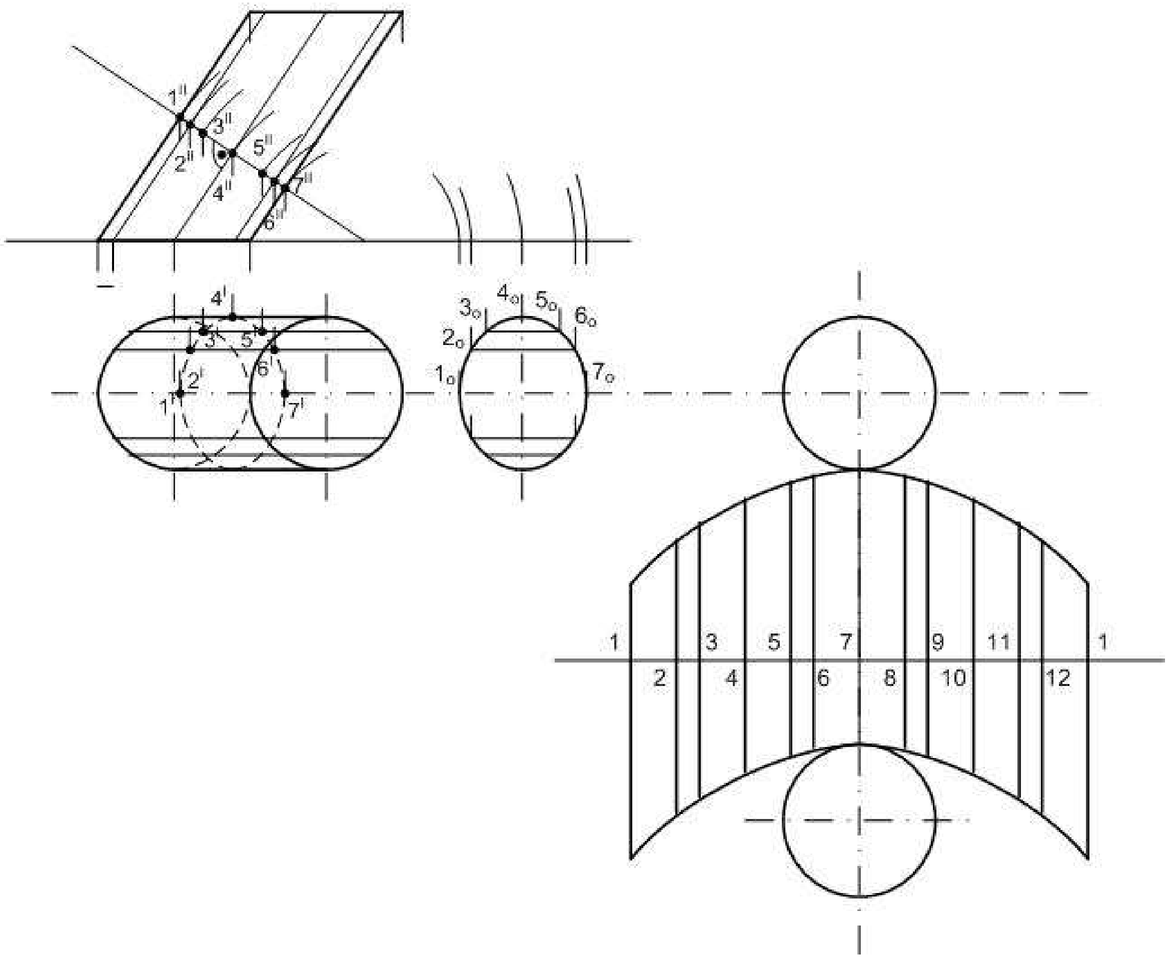


Рис. 33. Построение разверток цилиндрических поверхностей.

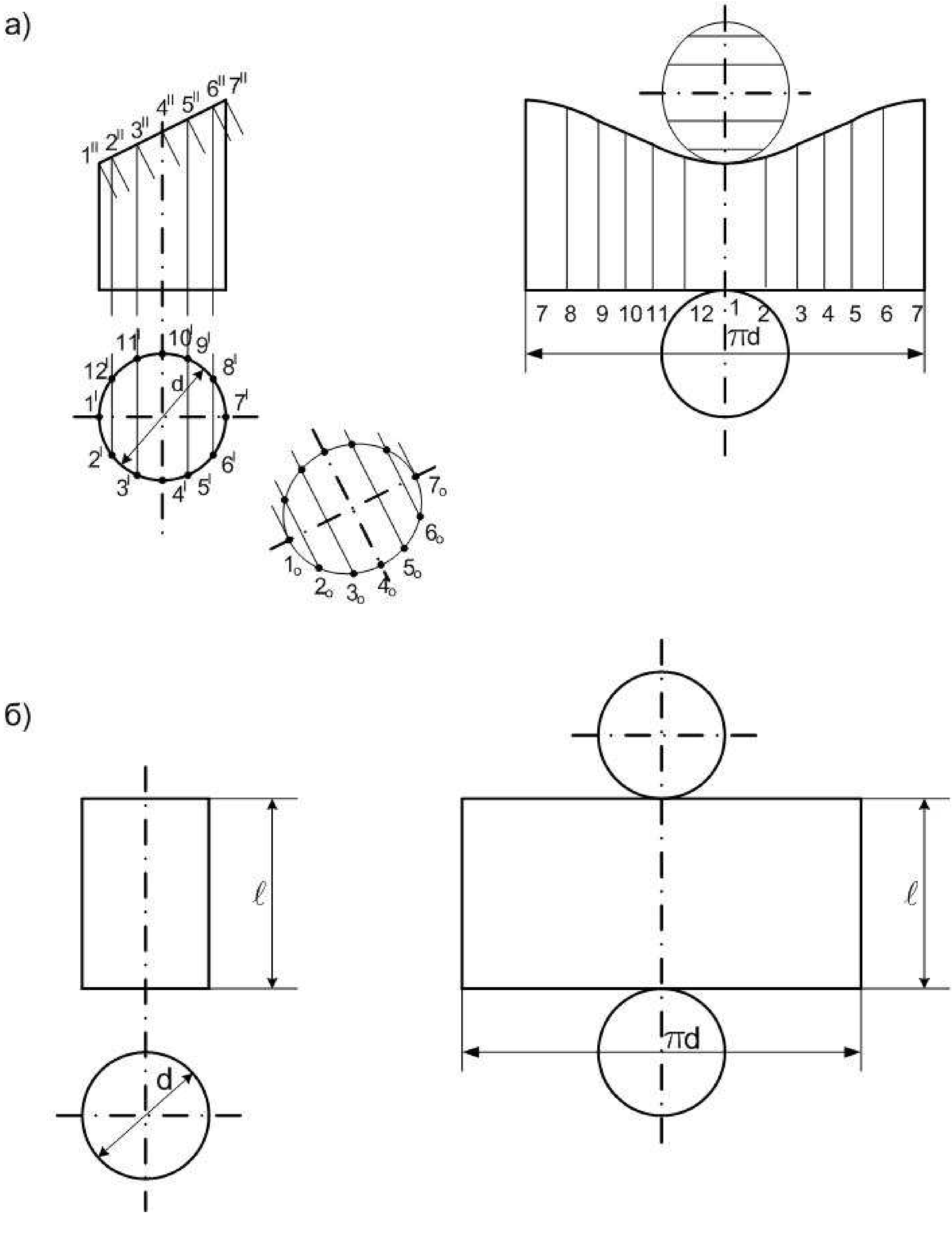


Рис. 34. Построение разверток прямого кругового цилиндра.

При построении разверток поверхности прямого кругового цилиндра (усеченного – рис. 34,а и полного – рис. 34,б) можно не прибегать к замене цилиндрической поверхности призматической, так как очевидно, что длина развернутого на плоскости нормального сечения равна длине окружности основания $\pi \cdot d$. Отметим лишь, что при построении полной развертки усеченного кругового цилиндра следует определить натуральную величину верхнего основания, которое представляет собой эллипс.

1.6.2.3. Приближенная развертка поверхностей

Как отмечалось выше, неразвертываемые поверхности не могут быть совмещены с плоскостью без разрывов и складов, т.е. теоретически неразвертываемые поверхности не имеют своей развертки. Поэтому при изготовлении из листового материала неразвертываемой поверхности приходится кроме изгибания осуществлять также и растяжение определенных участков листа.

При необходимости же построения развертки неразвертываемой поверхности ее заменяют (аппроксимируют) одной или несколькими развертывающимися поверхностями. Построенная развертка будет являться приближенной (условной).

Рассмотрим сказанное на примере развертывания полусферической поверхности (рис.35).

Для построения условной развертки разделим поверхность меридиональными плоскостями (перпендикулярными к горизонтальной плоскости проекций) на несколько частей и каждую часть примем за цилиндрическую поверхность с меридиональной направляющей и горизонтальной образующей.

Главный меридиан $0^{II}4^{II}$ разделим на несколько частей, например на четыре части и проведем параллели 1, 2, 3, 4. На прямой 04 откладываем хорды 0^{II}-1^{II}, 1^{II}-2^{II} ...(можно сразу отложить вычисленную длину дуги $0^{II}4^{II}$) и на перпендикулярах к прямой 40 - ширину каждого выделенного участка, равную длине касательных проведенных в точках 1, 2, 3, 4 и заключенные между следами меридиональных плоскостей на горизонтальной проекции. Полученные точки соединяем плавными кривым. Фигура АОВ – приближенная развертка одной части сферической поверхности. Пристроив к ней n (в нашей случае 5) конгруэнтных фигур получим полную условную развертку всей полусферической поверхности.

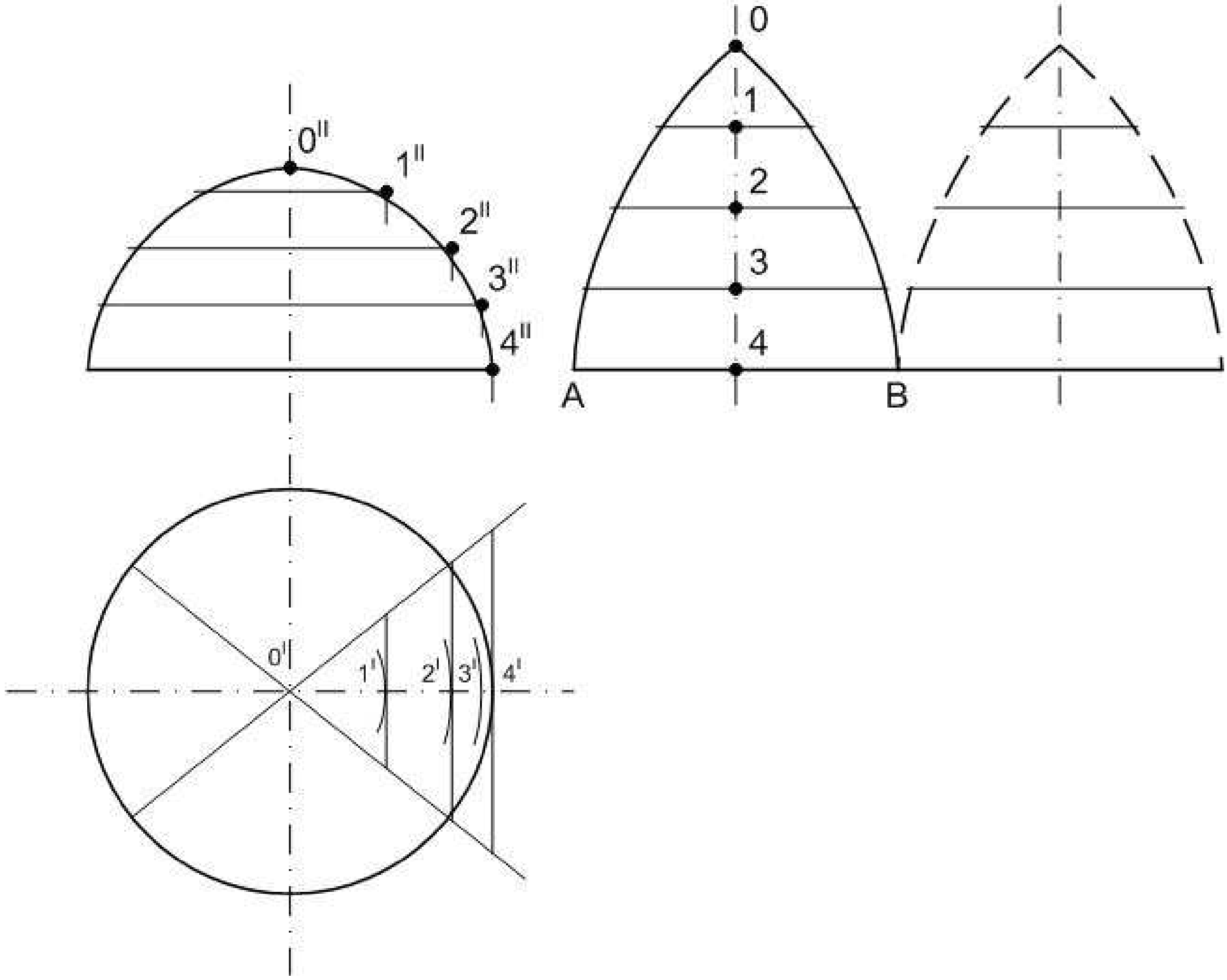


Рис. 35. Построение развертки полусферической поверхности.

Глава 2. РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

2.1. З А Д А Ч А 1.
Построение линии пересечения треугольников

Построить линию пересечения треугольника ABC и DEK и показать видимость в проекциях.

Чтобы построить линию пересечения двух плоскостей следует рассмотреть:

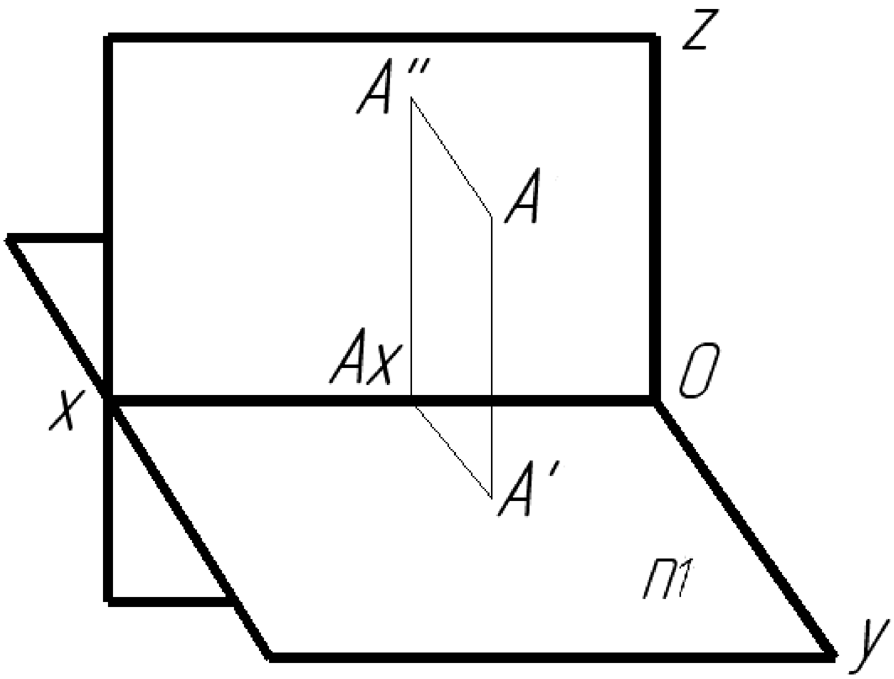
1.1. Чертеж точки, прямой, плоскости.

1.2. Пересечение прямой и плоскости.

1.3. Определение видимости способом конкурирующих точек.

1.1. Для решения данной задачи рассмотрим построение проекций точек, прямой, плоскости (чертеж точки, прямой и плоскости по заданным координатам).

1.1.1. К о о р д и н а т ы   т о ч к и



$X(\cdot)A=|0A_x|$
$Y(\cdot)A=|A_xA'|$
$Z(\cdot)A=|A_xA''|$
$AA'\perp n1$
$AA''\perp n2$

Рис. 1.

1.1.2. Ч е р т е ж   т о ч к и

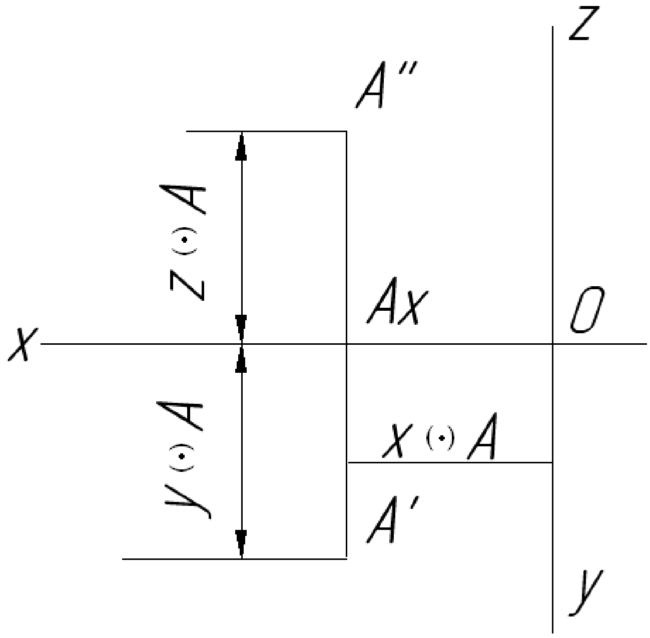
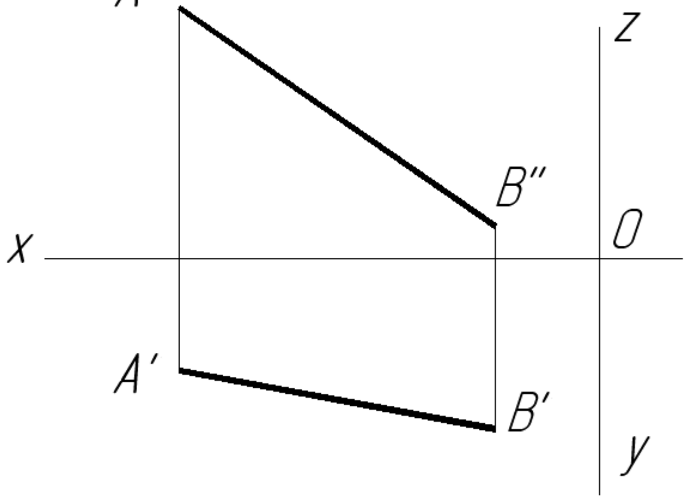


Рис. 2.

Плоскость $П_1$ совмещается с плоскостью $П_2$. Остаются оси координат (x, y, z) и линия связи $A^I A^{II}$. Рис. 2 – Чертеж точки по заданным координатам.

1.1.3. Ч е р т е ж   о т р е з к а   п р я м о й   АВ

Прямая линия в пространстве определена двумя точками. В данном случае А и В.



$[AB] \not\parallel п_1, п_2$

$|A'B'|<|AB|$

$|A''B''|<|AB|$

Рис. 3. Чертеж прямой общего положения.

1.1.4. Ч е р т е ж   п л о с к о с т и

Плоскость в пространстве определяется тремя точками. Плоскость занимает в пространстве общее положение (не перпендикулярна ни одной из плоскостей проекций).

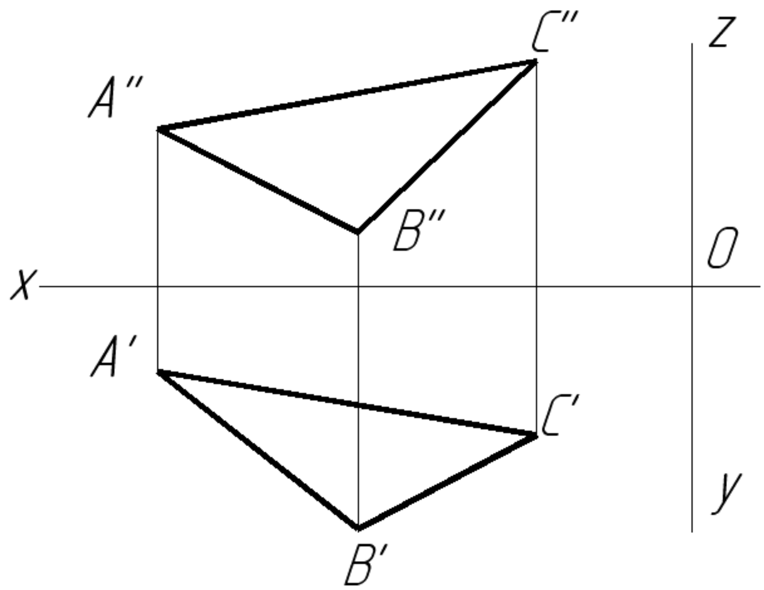


Рис. 4.

Плоскость в пространстве определяется тремя точками: А, В, С и проецируется на обе плоскости проекций в виде треугольника. Величина проекций меньше натуральной величины. Рис. 4 – чертеж плоскости общего положения.

Плоскость перпендикулярная к горизонтальной плоскости проекций показана на рисунке 5.

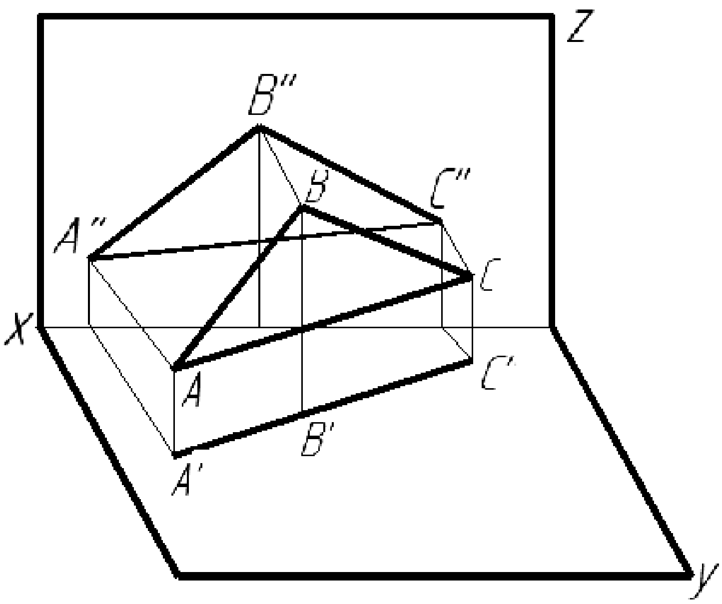


Рис. 5.

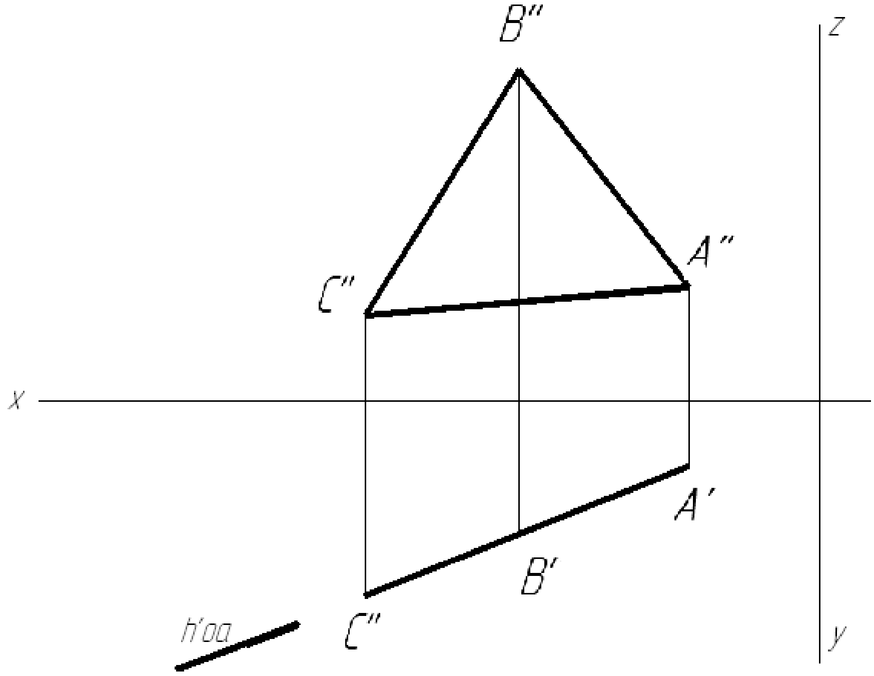


Рис. 6.

α (ABC) ⊥ $п_1$ - горизонтально проецирующая плоскость. Плоскость на горизонтальную плоскость проекций проецируется в виде отрезка прямой линии [AC]. На рисунке 6 показан чертеж горизонтально проецирующей плоскости.

1.2. Пересечение прямой и плоскости

1.2.1. П л о с к о с т ь п р о е ц и р у ю щ а я

(перпендикулярная к $п_1$)

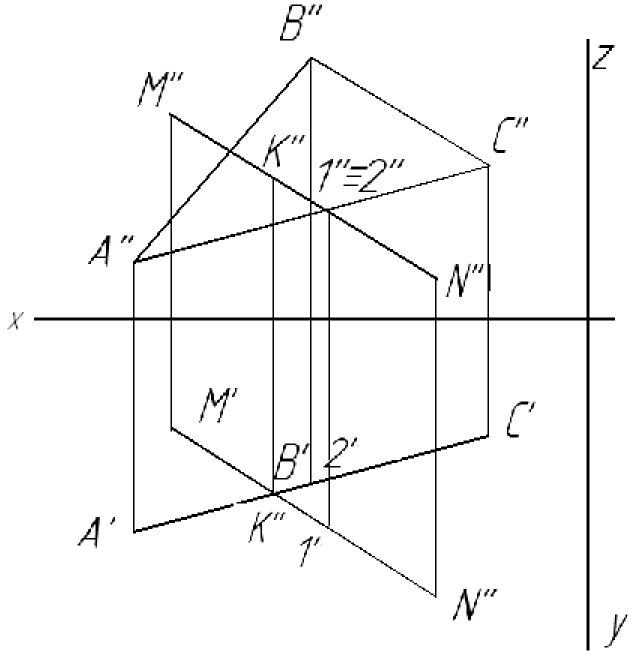


Рис. 7.

Прямая в пространстве определяется двумя точками. В данном случае M, N. Горизонтальная проекция точки К, пересечения плоскости и прямой определяется пересечением горизонтальных проекций прямой (MN) и плоскости (ABC).

Проводим из точки K^{I} линию связи до пересечения с фронтальной проекцией прямой ($M^{II}N^{II}$) в точке K^{II}, которая определяет фронтальную проекцию точки К.

Видимость фронтальной проекции прямой относительно проекции плоскости определяет конкурирующими точками 1 и 2. $1^{II}=2^{II}$, $y_1>y_2$, 1-видимая относительно 2. Правая часть проекции прямой $K^{II}N^{II}$ видна до пересечения треугольника с прямой.

Замечание 1.При определении недостающей проекции точки пересечения К, фронтальная проекция плоскости треугольника не использовалась. Поэтому фронтальную проекцию плоскости можно опускать и не принимать во внимание.

1.2.2. Плоскость и прямая занимают общее положение

Плоскость задана точками A, B, C. Прямая задана точками M, N. Заключаем прямую (MN) в горизонтально проецирующую плоскость α. На основе замечания 1 можно ограничится следом плоскости $h_0^{I}\alpha$, проходящей через прямую (MN) и перпендикулярную к плоскости π_1. Определим пересечение плоскости α со сторонами AB и BC. (Рис. 7). Плоскость β(ABC) и α имеют две общие точки 1 и 2, следовательно они пересекаются по прямой (12), проходящей через эти точки (из курса средней школы). (MN) принадлежит α по условию. Прямые не параллельны, тогда возможно только, что они пересекаются в точке К. Фронтальная проекция K^{II} определяется как ($MN \cap 12$), а горизонтальная K^{I} лежит на пересечении линии связи и горизонтальной проекции прямой (MN).

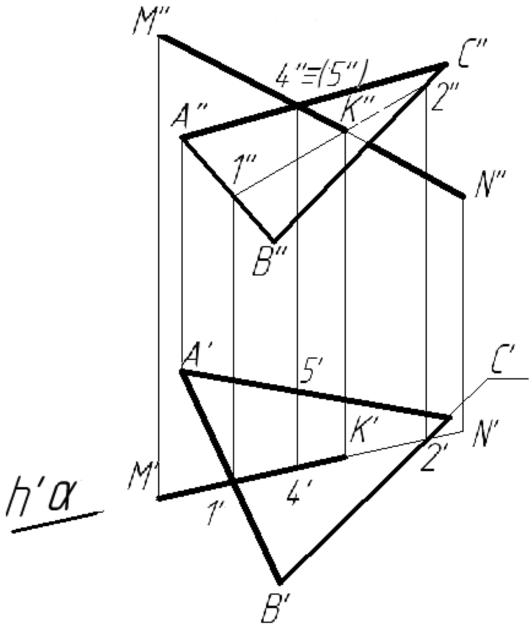


Рис. 8.

Видимость в проекциях определяется по конкурирующим точкам 2 и 3, 4 и 5. (см. рис. 7).

Замечание 2. Построение линии пересечения двух плоскостей, занимающих в пространстве общее положение, основывается на построении 1.2.2.

Координаты точек для решения задачи следует взять согласно своему варианту из таблицы 1. (см. приложение).

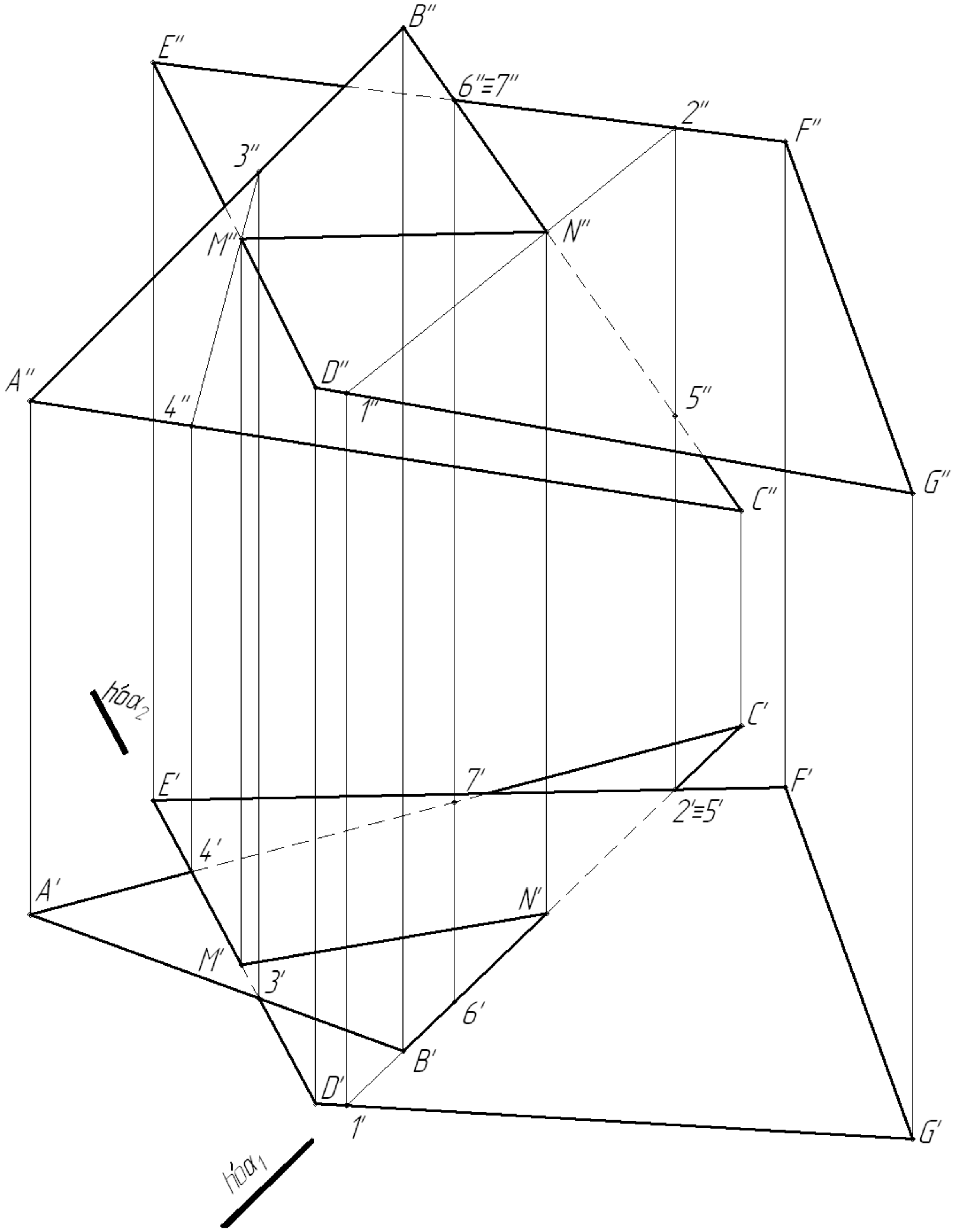


Рис. 9.

2.2. З А Д А Ч А 2.

Определение натуральной величины треугольника.

Определить натуральную величину треугольника ABC.

Для определения натуральной величины треугольника, плоскость которого занимает общее положение, необходимо выполнить преобразования.

2.1. Плоскопараллельным перемещением преобразовать плоскость треугольника в проецирующее положение (например, перпендикулярное фронтальной плоскости проекции). Для этого преобразования в плоскости проводим горизонталь.

2.2. Вращение вокруг проецирующей оси, перпендикулярной фронтальной плоскости проекций, преобразуем в положение уровня (параллельно горизонтальной плоскости проекций).

2.1.1. Л и н и я   у р о в н я

Прямая параллельная одной из плоскостей проекций, называется линией уровня. Отрезки этой прямой на параллельную плоскость проецируется в натуральную величину. $(AB) \parallel \pi_1 \Rightarrow (A^I B^I) \parallel ox$

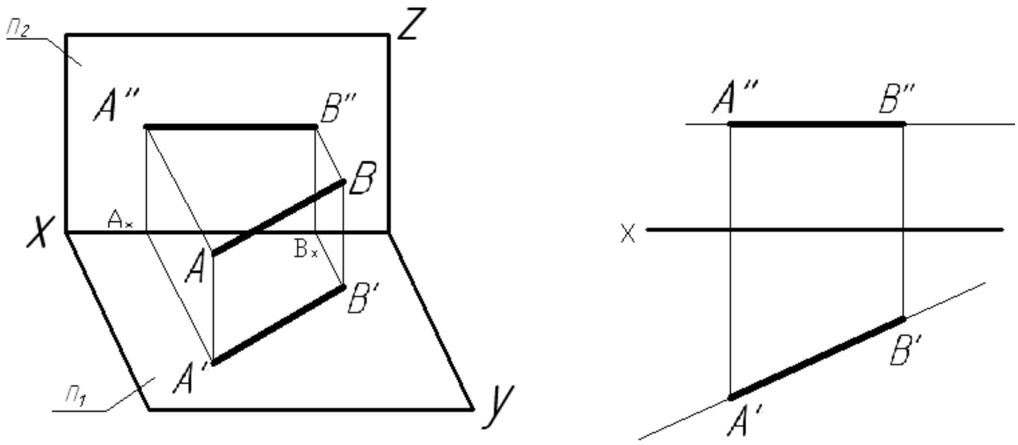


Рис. 10. Чертеж горизонтальной прямой.

2.1.2. Л и н и я   у р о в н я,   л е ж а щ а я   в   п л о с к о с т и   о б щ е г о   п о л о ж е н и я

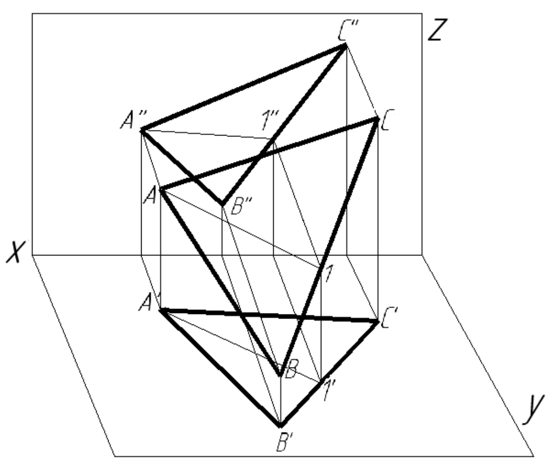


Рис. 11.

$(A1)\|\pi_1$, $(A1)\in(ABC)$, $A^{II}1^{II}\|ox$

Фронтальная проекция горизонтали параллельна оси ох. Так как горизонталь принадлежит плоскости, то проходит через две точки, принадлежащие плоскости. Строим недостающую проекцию горизонтали.

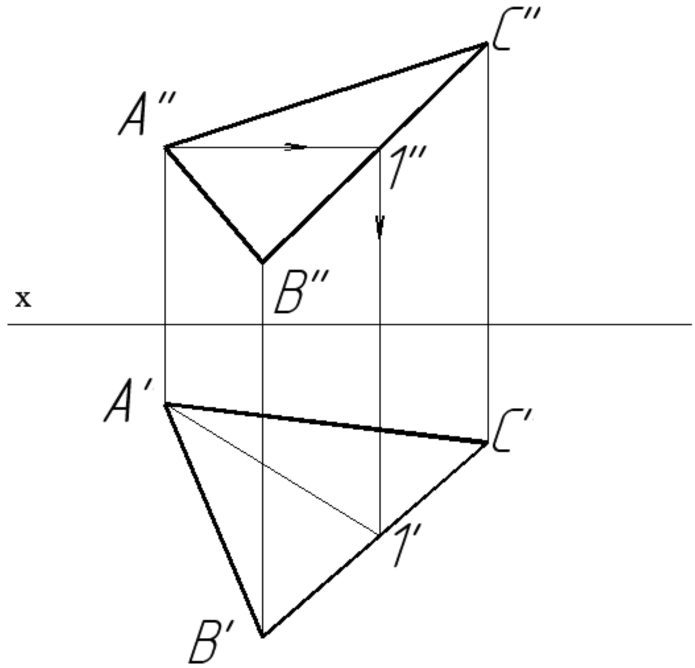


Рис. 12.

Последовательность построения указана на рисунке 12.

2.1.3. Проекции горизонтали, принадлежащей плоскости, перпендикулярной фронтальной плоскости проекций

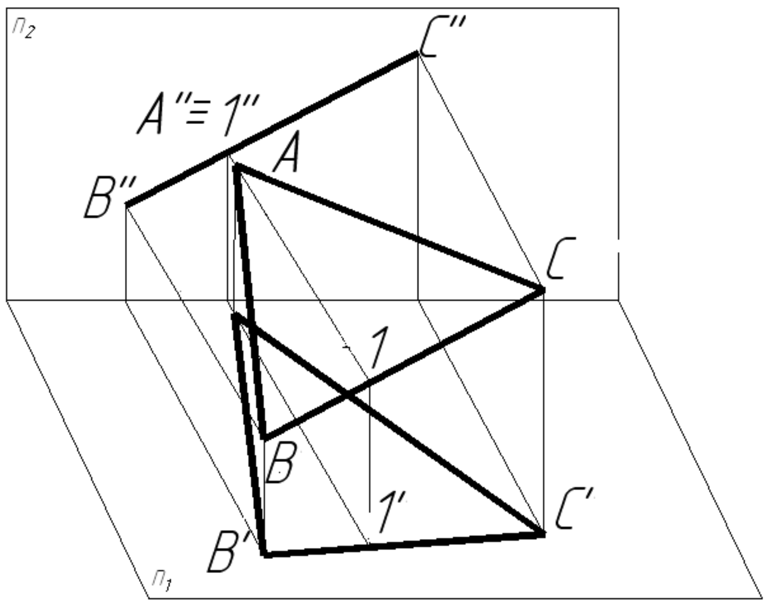


Рис. 13.

$(A1) \in \alpha(ABC) \perp \pi_2$, $(A1) \| \pi_1 \Rightarrow (A1) \perp \pi_2$, фронтальная проекция горизонтали есть точка, горизонтальная – $(A^I 1^I)$ перпендикулярна оси ох.

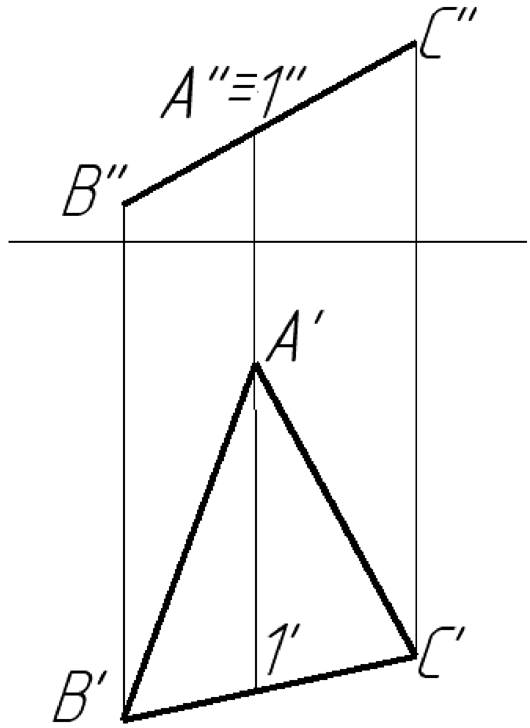


Рис. 14.

2.1.4. Плоскопараллельное перемещение точки (параллельно горизонтальной плоскости проекций)

Точка А перемещается в пространстве параллельно горизонтальной плоскости проекций. Следовательно, горизонтальная проекция может занимать произвольное положение (см. рис. 15).

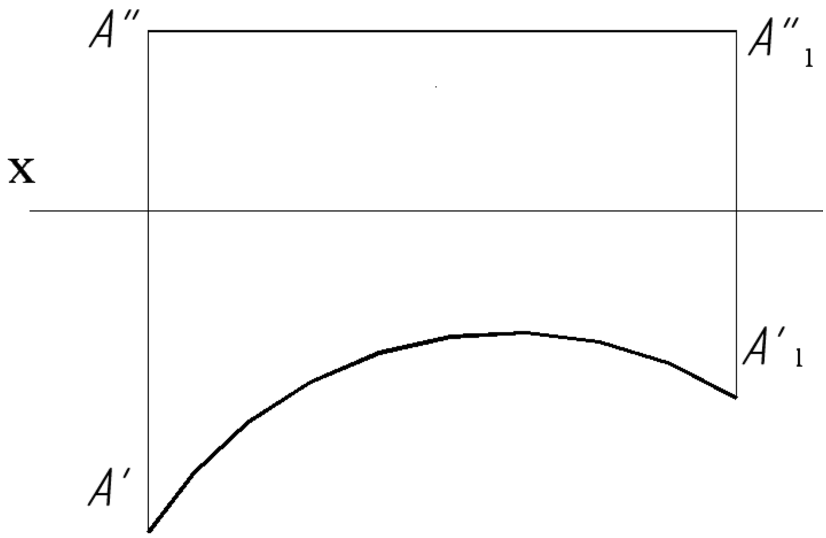


Рис. 15.

2.1.5. Плоскость треугольника ABC перемещаем в пространстве параллельно горизонтальной плоскости, треугольник проецируется на горизонтальную плоскость без искажения, высоты вершин не изменяется

Перемещаем так, чтобы горизонталь (A1) этой плоскости заняла положение перпендикулярное п$_2$, при этом треугольник проецируется на фронтальную плоскость в виде отрезка прямой. Высота точек A, B, C не изменяется, а горизонтальная проекция треугольника $A_1^IB_1^IC_1^I$ конгруентна $A^IB^IC^I$.

П о с л е д о в а т е л ь н о с т ь   п о с т р о е н и я

Проводим проекции горизонтали (A1), принадлежащей плоскости треугольника. В произвольной точке A_1^I проводим $A_1^I1_1^I \perp$ оси ox. Строим $A_1^IB_1^IC_1^I$ = ABC по трем сторонам. Определяем недостающую проекцию треугольника $A_2^IB_2^IC_2^I$. См. рис. 15.

2.2. Преобразование плоскости треугольника из положения фронтально проецирующего $\alpha(ABC) \perp$ п$_2$ в положение, параллельное плоскости п$_1$ – $\alpha(ABC) \| $п$_1$ показано на рисунке 16.

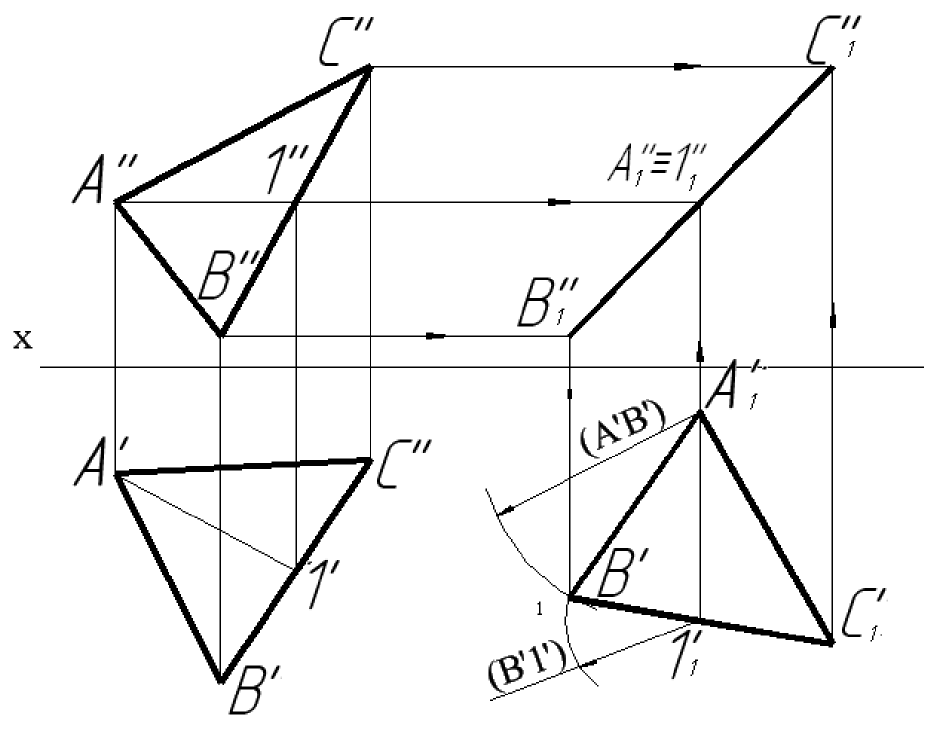


Рис. 16.

2.2.1. Вращение вокруг оси, перпендикулярной фронтальной плоскости проекций.

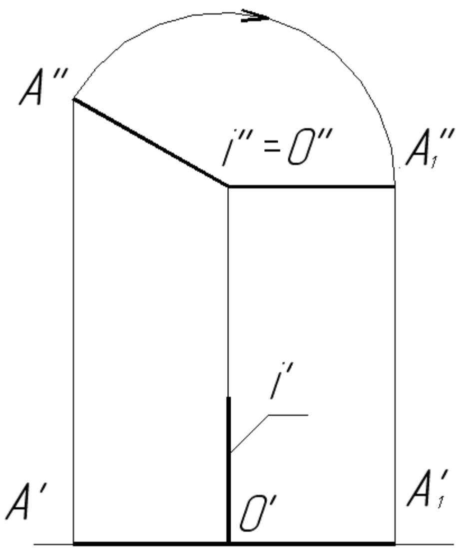


Рис. 17.

Фронтальная проекция точки перемещения по дуге окружности (O^{II},$|O^{II}A^{II}|$), горизонтальная по прямой ($A^{I}A_1^{I}$) (рис. 17).

2.2.2. Фронтальная проекция треугольника есть прямая, параллельная оси ох

Выбираем ось – i проходящую через вершину C и перпендикулярную фронтальной плоскости проекции. Построение новых проекций вершин треугольника показано на чертеже рис. 18. Координаты точек следует взять согласно своему варианту из таблицы 1.

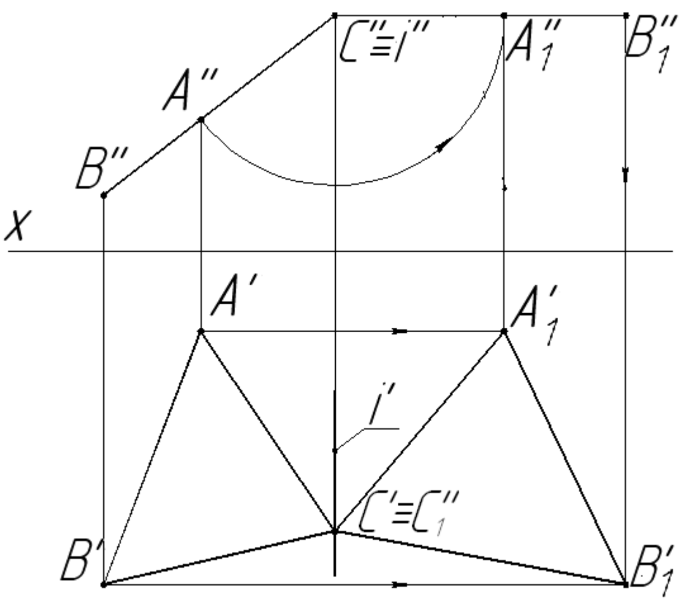


Рис. 18.

2.3. ЗАДАЧА 3.

Построение проекции пирамиды

Построить проекции пирамиды, основанием которой является треугольник ABC, а ребро AS определяет высоту пирамиды. Длина ребра AS равна 60 мм. Для определения проекций пирамиды, удовлетворяющей условию задачи, необходимо определить проекции вершины, которая удалена от вершины основания A на заданное расстояние.

Задача состоит из следующих простых задач:

3.1. Построить проекции перпендикуляра, проходящего через данную точку A, перпендикулярно к данной плоскости (ABC).

3.2. От точки A на данной прямой отложить отрезок заданной длины.

3.3. Определить видимость в проекциях.

3.1.1. Условия проецирования прямого угла в натуральную величину

$BC \| \pi_1 = BC \| B^I C^I$, $AB \cap \pi_1 = K$

Проводим $K\angle \| B^I C^I \Rightarrow K\angle \| BC$ и $K\angle \perp KB$, по теореме о трех перпендикулярах $K\angle \perp KB^I = B^I C^I \perp KB^I$.

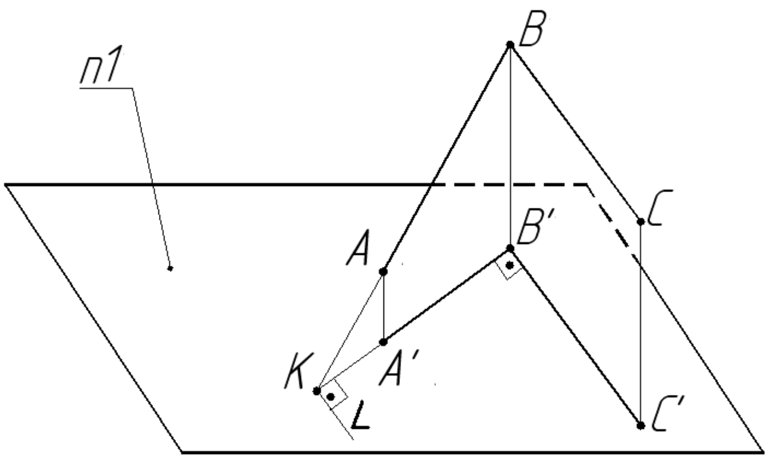


Рис. 19.

Если одна сторона прямого угла параллельна одной плоскости проекций, а другая не перпендикулярна, то на эту плоскость он проецируется в натуральную величину.

3.1.2. П р и з н а к п е р п е н д и к у л я р н о с т и п р я м о й и п л о с к о с т и

Если прямая перпендикулярна к двум пересекающимся прямым, лежащим в плоскости, то она перпендикулярна к данной плоскости.

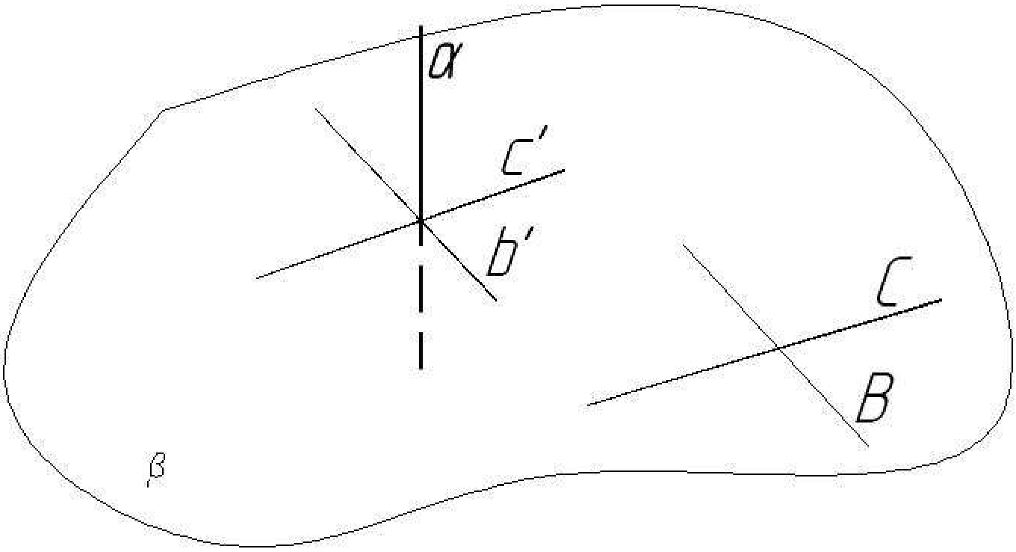


Рис. 20.

3.1.3. Возьмем h – горизонталь, f – фронталь данной плоскости.

Тогда искомая прямая a, должна удовлетворять условию: $a \perp h$, $a \perp f$ учитывая, что $h \| \pi_1$, $f \| \pi_2$, на чертеже $a^I \perp h^I$, $a^I \perp f^I$ (см. 3.1.1.)

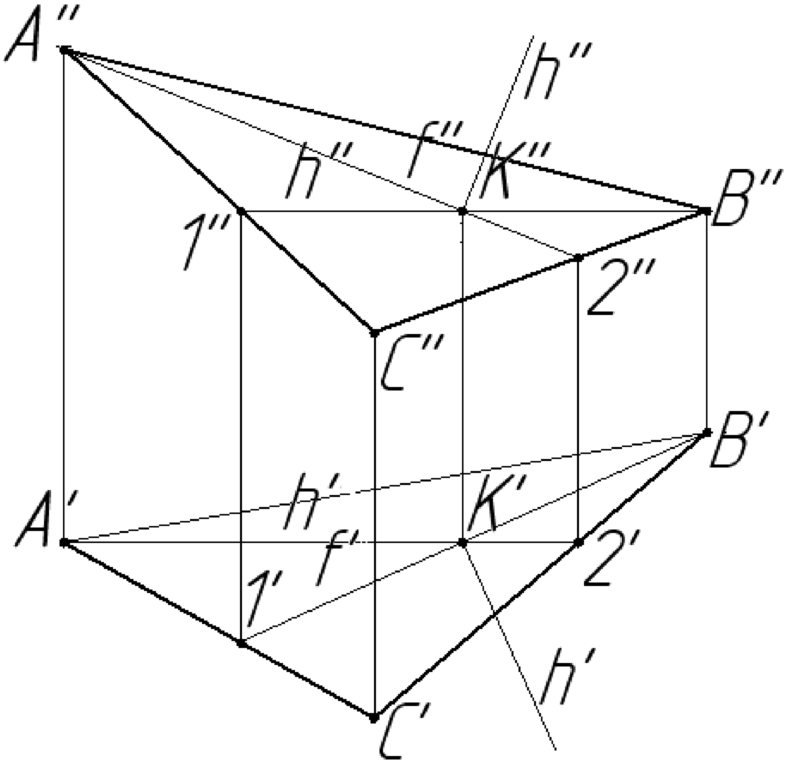


Рис. 21.

Положение проекции SA определяют линии уровня h и f, лежащие в плоскости треугольника ABC. (См. построение рис. 22) Вместо точки К перпендикуляр проведен через точку А.

3.2. Положение проекций вершины пирамиды S на этом перпендикуляре определяет условие $|SA|=60$ мм. Для этого берем произвольную точку М, принадлежащую перпендикуляру. Определяем $|AM|$ вращением точки М вокруг оси $i \perp \pi_1$ и проходящей через точку А так, чтобы $(AM) \| \pi_2$, тогда $|A^{II}M_2^{II}|=|AM|$. От точки A^{II} откладываем 60 мм. Выполняем обратные построения, определяем S_1^{II} и S^{II}. $|A^{II}S_1^{II}|=60$ мм.

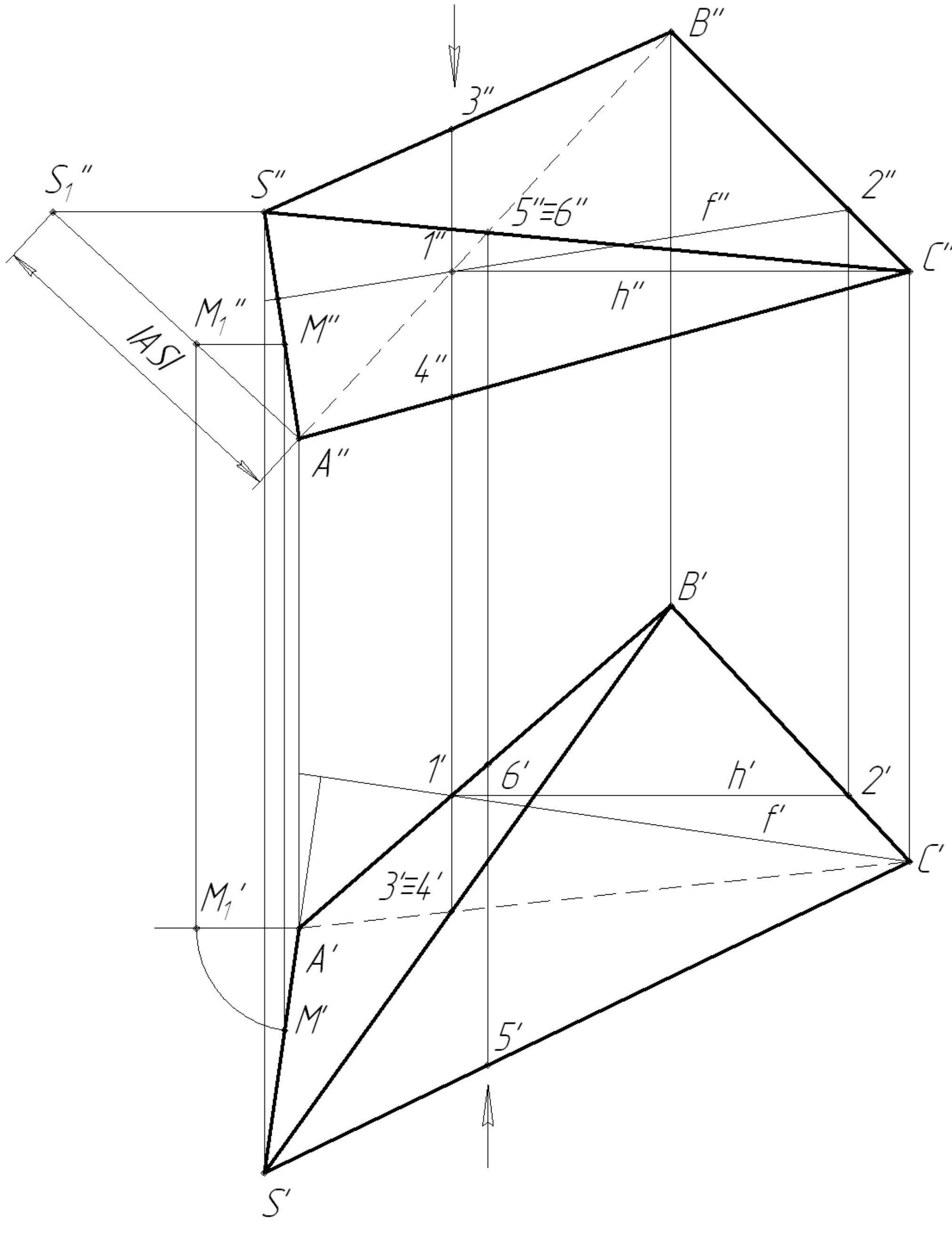


Рис. 22.

Видимость определяется конкурирующими точками 3 и 4. $3 \in SB$, $4 \in AC$, 3 – видимая, соответственно S^IB^I – видимая. $5 \in SC$, $6 \in AB$, 5 – видимая, соответственно $S^{II}C^{II}$– видимая.

Координаты точек для решения задачи следует взять согласно своему варианту из таблицы 2.

2.4. ЗАДАЧА 4.

Построение линии пересечения пирамиды с прямой призмой.

Построить линию пересечения пирамиды с прямой призмой. Треугольная пирамида ABC занимает общее положение относительно плоскостей проекций. Прямая четырехугольная призма перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекций.

Построение проекции линии пересечения поверхности призмы и пирамиды заключается в решении задач:

4.1. Построение проекции точки пересечения прямой и плоскости, когда одна из них проецирующая.

4.1.1. Плоскость занимает проецирующее положение (горизонтально проецирующая)

4.1.2. Прямая занимает проецирующее положение (горизонтально проецирующая)

4.1.1. Боковые ребра и грани призмы горизонтально проецирующие

Пересечение ребер пирамиды с боковыми гранями призмы $DA \cap EU=4$, $DA \cap GU=2$ рассматривается аналогично примеру 1.2.1, см. рис. 7.

4.1.2. Пересечение боковых ребер призмы с гранями пирамиды

Ребро, проходящее через точку E, пересекает грани пирамиды (BC) и (AB). Точки пересечения определяются вспомогательным построением горизонтально проецирующей плоскости, проходящей через ребро E и вершину D (см. 1.2.1 рис. 7). На рис. 23 построена проекция точки 8 – пересечение ребра призмы E с гранью пирамиды AB. Координаты точки для решения задачи следует взять согласно своему варианту из таблицы 3.

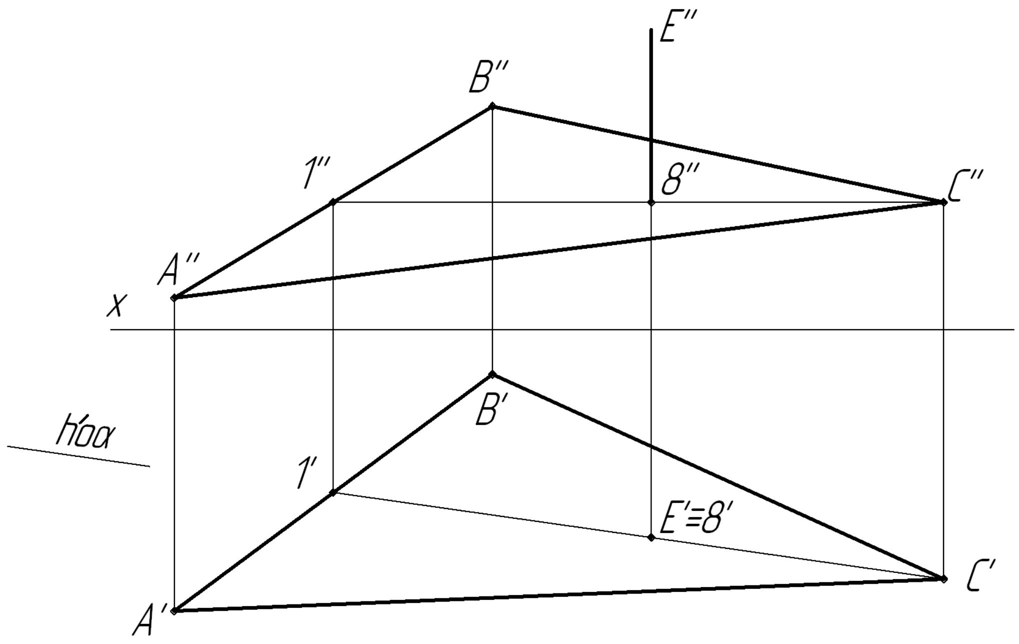


Рис. 23.

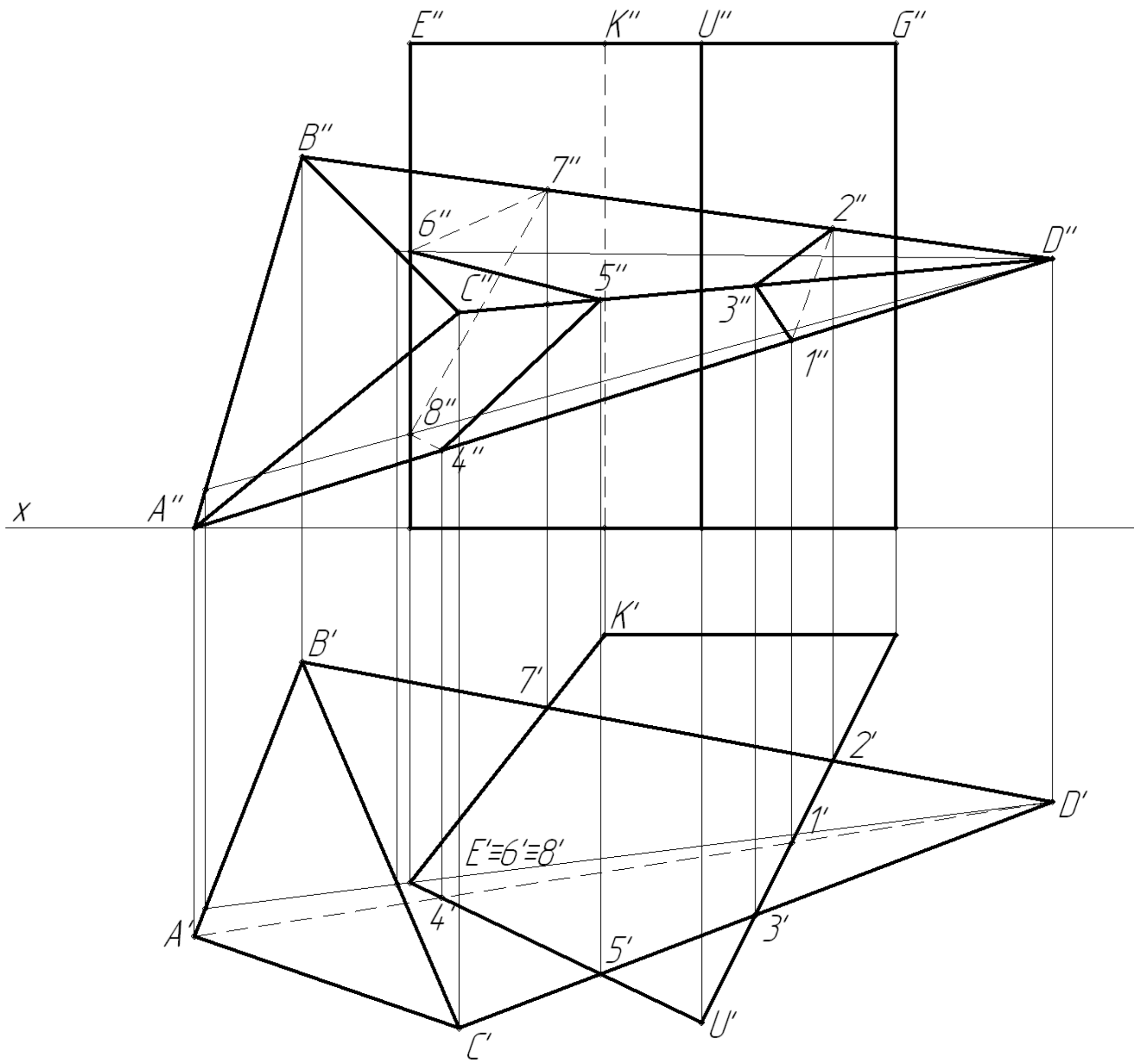


Рис. 24.

2.5. З А Д А Ч А 5.

Построение развертки пересекающихся многогранников

Построить развертку пересекающихся многогранников – прямой призмы и пирамиды. Показать на развертке линию их пересечения.

5.1. Р а з в е р т к а   п р я м о й   п р и з м ы.

Основание прямой призмы принадлежит горизонтальной плоскости проекций, поэтому оно и стороны основания проецируются в натуральную величину. Боковые ребра параллельны фронтальной плоскости проекции и проецируются на нее без искажения. Боковая поверхность на развертке есть прямоугольник, одна сторона которого равна периметру основания, вторая - боковому ребру. Положение точек линии пересечения на развертке определяется по отрезкам на горизонтальной проекции основания призмы и высоте. Рис. 25

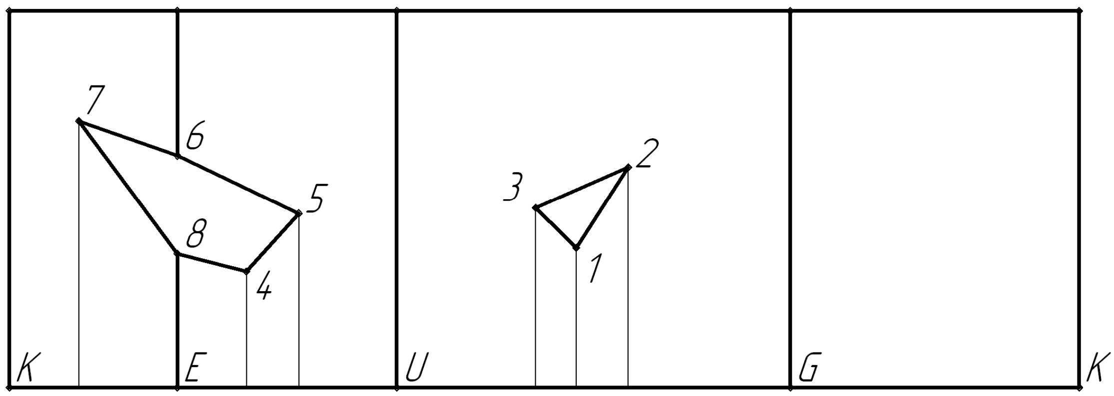


Рис. 25.

5.2. Развертка наклонной пирамиды

5.2.1. З а д а ч а .   П о с т р о и т ь   т р е у г о л ь н и к   п о   т р е м   с т о р о н а м

Стороны заданы в виде отрезков.

На произвольной прямой n, берем любую точку С, откладываем отрезок СВ=а, рис. 26. Из точки С и В проводим дуги соответственного радиуса R=b, R=c до взаимного пересечения в точке А. Развертка пирамиды состоит из последовательного построения треугольников (граней). Для этого нужно найти натуральные величины всех ребер пирамиды.

Построение выполняется на кальке. Натуральные величины отрезков определяются способом вращения, см. 2.2.1. рис. 17 или заменой плоскостей проекций. Аналогично определяются натуральные величины отрезков линии пересечения. Рис. 27

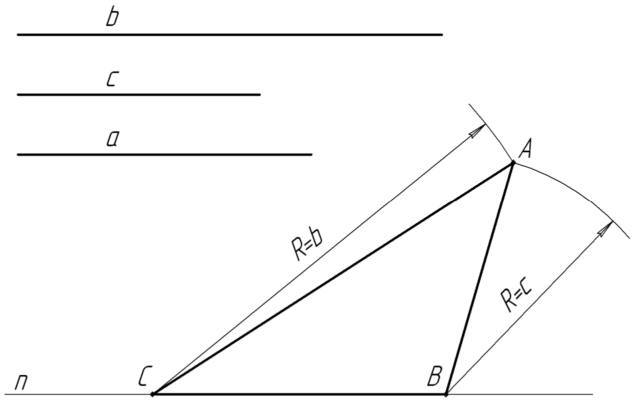


Рис. 26.

Развертка пирамиды изображена на рис. 28. Положение точек 6 и 8 на развертке определяется вспомогательными прямыми, см. рис. 24.

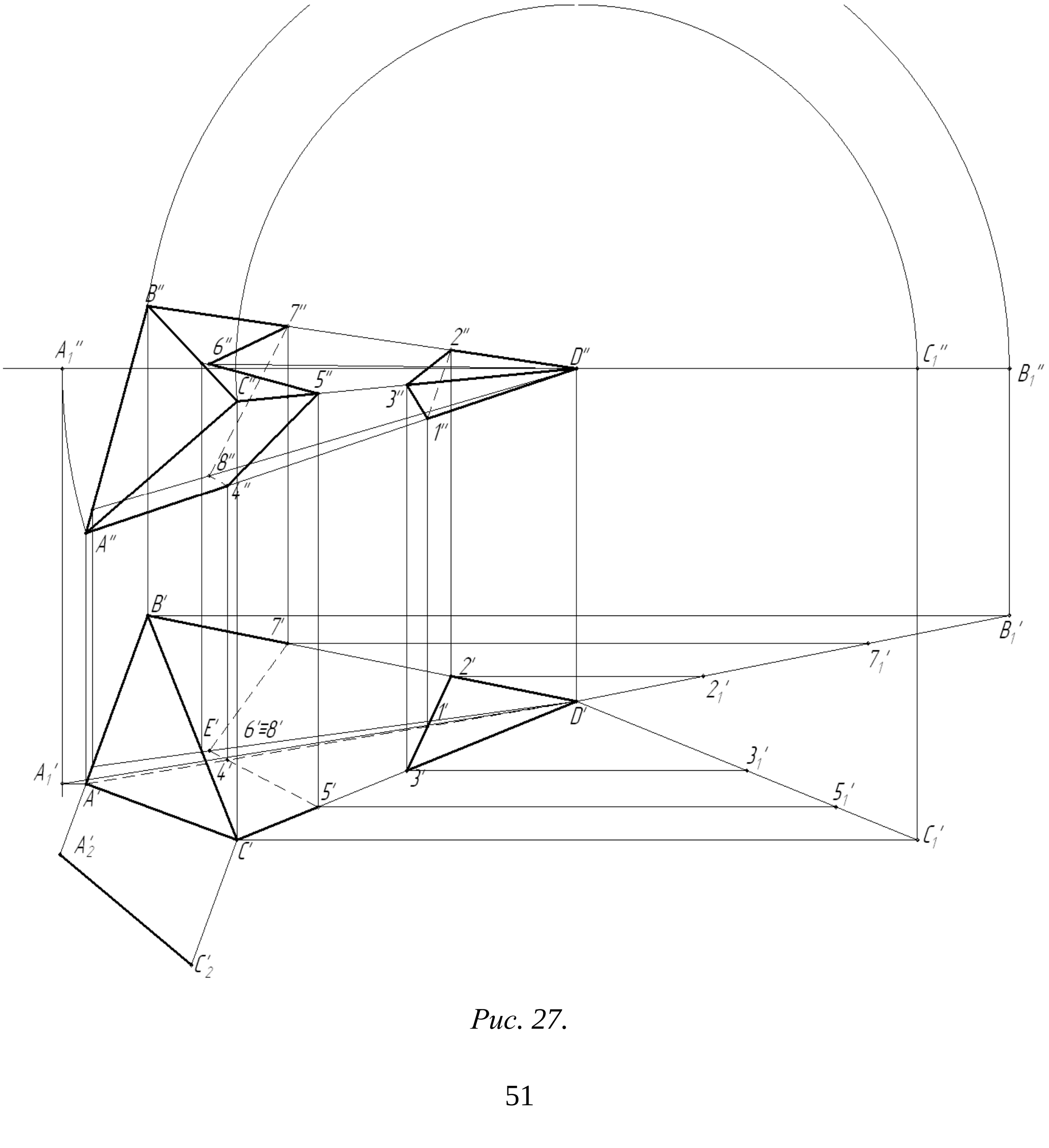


Рис. 27.

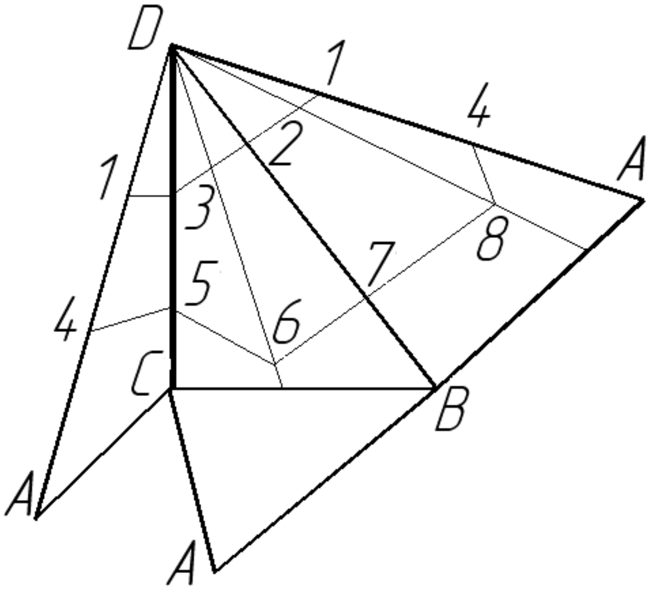


Рис. 28.

2.6. З А Д А Ч А 6.

Построение линии пересечения конуса вращения плоскостью.

Построить линию пересечения конуса вращения плоскостью ABC общего положения.

Для построения проекции линии пересечения плоскости общего положения с конусом вращения необходимо:

6.1. Преобразовать заменой плоскостей проекций данную плоскость в проецирующую.

6.2. Построить новую проекцию конуса вращения.

6.1.1. Преобразование чертежа

Замена плоскостей проекции на примере точки. При замене фронтальной плоскости π_2 на π_4 высота точки A не изменяется. На чертеже построение выполняется так: проводится линия связи из точки A^I относительно оси x_1, то A_{x1} откладываем

$|A_1^{II}A_{x1}|=|A^{II}A_x|$

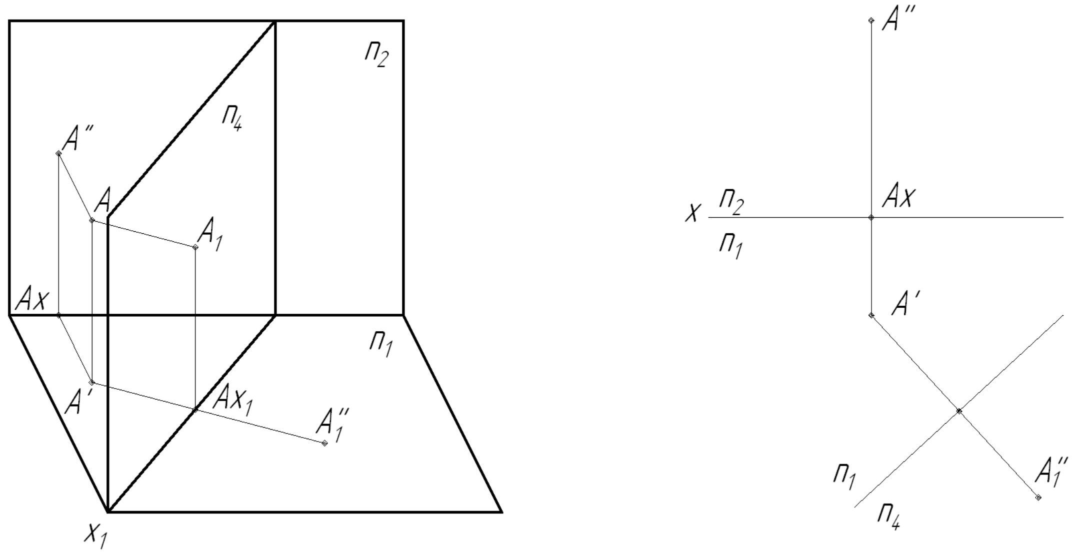


Рис. 29.

6.1.2. П р е о б р а з о в а т ь г о р и з о н т а л ь в о ф р о н т а л ь н у ю п р о е ц и р у ю щ у ю п р я м у ю

Высоты точек горизонтали равны, поэтому выбрав новую плоскость $п_4 \perp h$, спроецируем горизонталь в точку, при этом новая ось проекций $x_1 \perp h^I$.

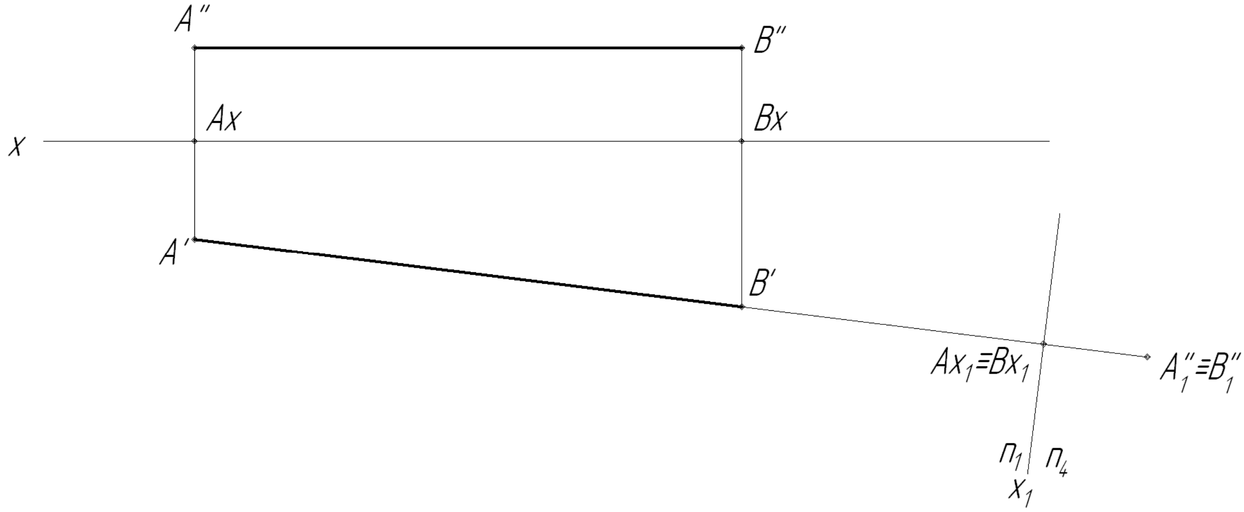


Рис. 30.

6.1.3. П р е о б р а з о в а т ь п л о с к о с т ь о б щ е г о п о л о ж е н и я в о ф р о н т а л ь н о п р о е ц и р у ю щ у ю

Из 2.1.3. рис. 14 следует, что для этого достаточно горизонтальную прямую плоскости преобразовать в проецирующую.

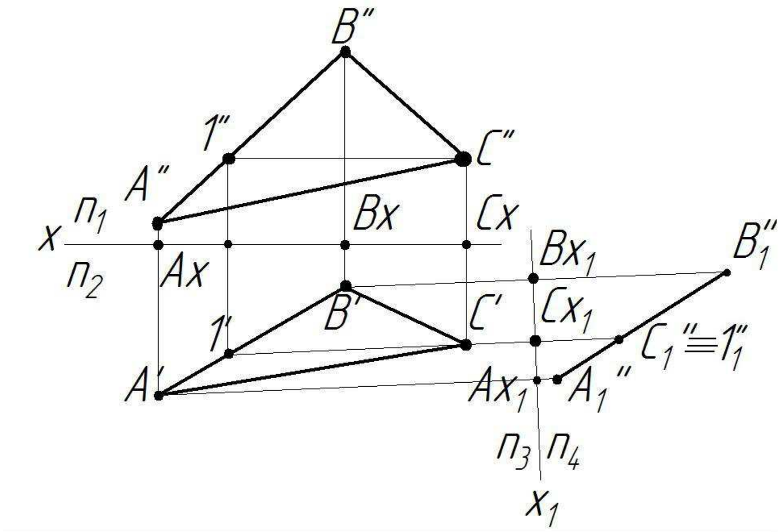


Рис. 31.

В плоскости АВС проводим проекции горизонтальной прямой С1, новую ось $x_1 \perp C^I 1^I$, см. рис. 29.

6.2.1. К о н у с в р а щ е н и я. П о с т р о е н и е п р о е к ц и й т о ч е к, п р и н а д л е ж а щ и х п о в е р х н о с т и

Горизонтальная проекция конуса вращения представляет окружность с центром, совпадающим с проекцией вершины конуса и оси. Фронтальная проекция - равнобедренный треугольник. Точка С принадлежит образующей А, ее проекция принадлежит соответствующей проекции образующей и линии связи.

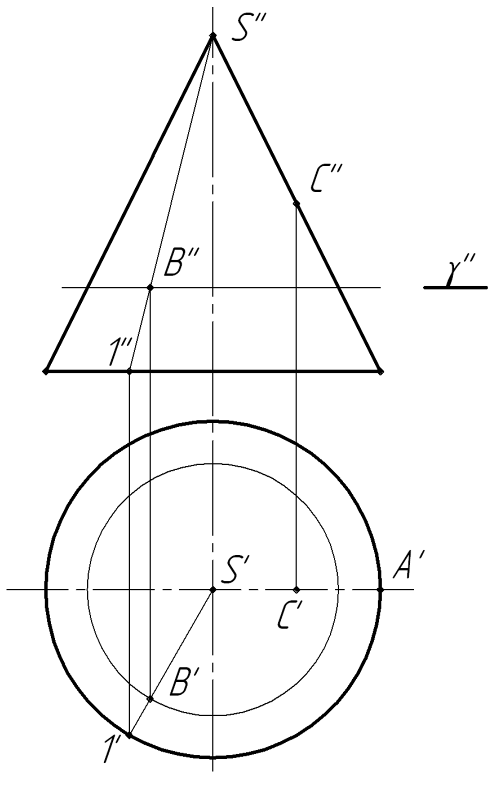


Рис. 32.

Для построения горизонтальной проекции точки B нужно через эту точку провести образующую конуса (S^I1^I, $S^{II}1^{II}$ – проекции образующей) и использовать принцип принадлежности.

Построение недостающей проекции можно выполнять другим способом. Провести через эту точку горизонтальную плоскость, пересекающую конус по окружности радиуса r, ей принадлежит точка.

6.3. Решение задачи. (см. рис. 33)

а) Преобразовать плоскость общего положения в проецирующую относительно π_4.

б) Построить новую проекцию конуса вращения.

в) Определить линию пересечения в виде отрезка $D_1^{II}E_1^{II}$.

г) Выполнить обратные преобразования характерных точек.

D-высшая, E-низшая (большая ось), FM-малая ось, N, Q – точки перехода видимости, L, R – промежуточные точки.

Точки D, E определяются по проекции D_1^{II}, E_1^{II}, F, M – по F_1^{II}, M_1^{II} и находятся на середине [DE] (свойство осей эллипса). N, Q принадлежат контурной образующей S^I1^I и $S^{II}2^{II}$.

Точки R и L принадлежат центральной образующей S_1^{II}, S_2^{II}.

Недостающие проекции определяются по принципу принадлежности прямой и точки. На рис. 33 ход построения указан при помощи стрелок.

2.7. З А Д А Ч А 7.

Построение развертки пересекающихся цилиндра и конуса вращения

Построить развертку пересекающихся цилиндра вращения и конуса вращения. Показать на развертках линию их пересечения.

Для решения задачи необходимо выполнить построение недостающих проекций точек, принадлежащих поверхности.

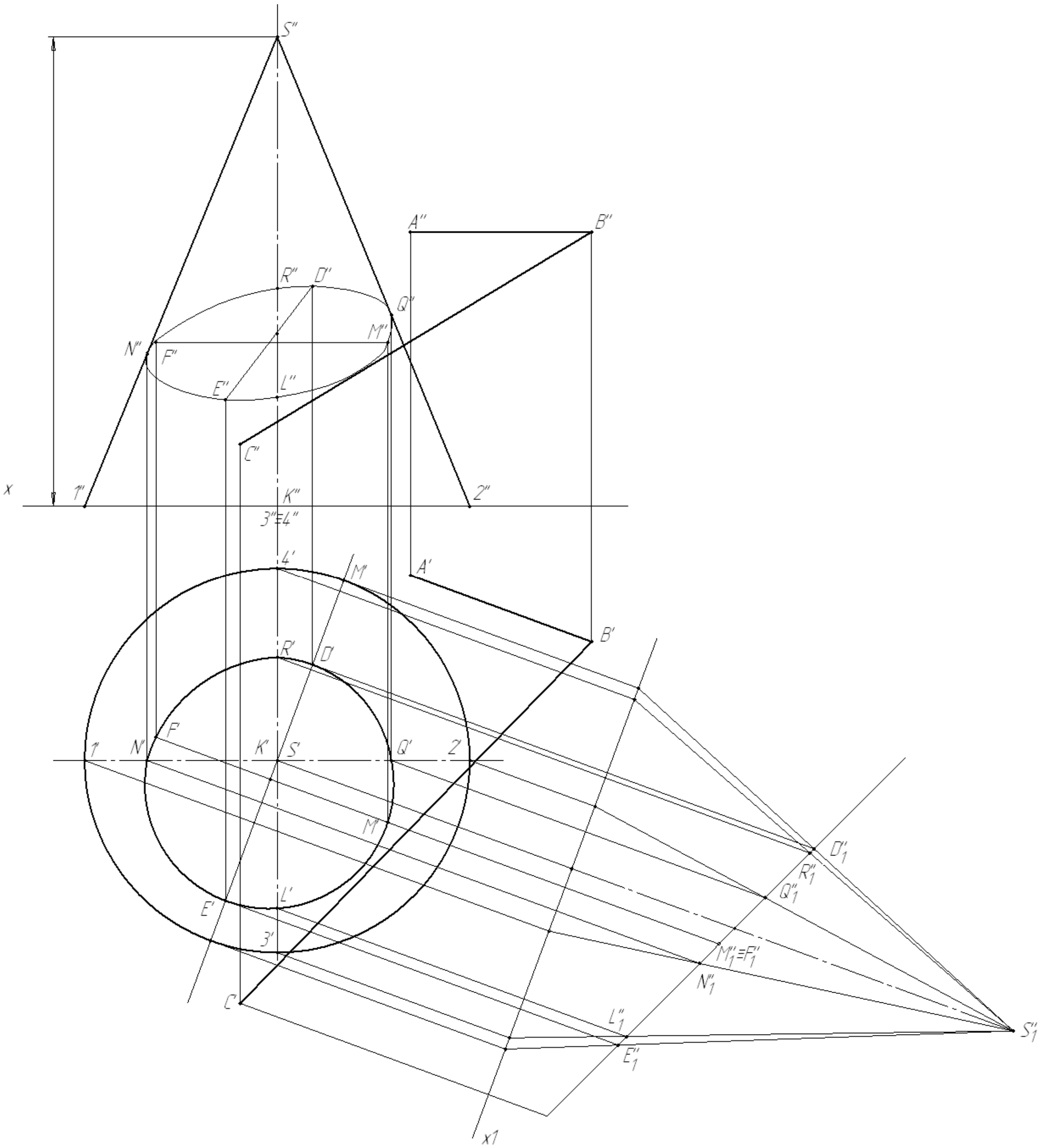


Рис. 33.

7.1. Прямого кругового цилиндра.

7.2. Кругового конуса.

7.3. Сечение кругового цилиндра плоскостью перпендикулярной оси.

7.4. Сечение кругового конуса плоскостью перпендикулярной оси.

7.1. Т о ч к а н а п о в е р х н о с т и п р я м о г о к р у г о в о г о ц и л и н д р а.

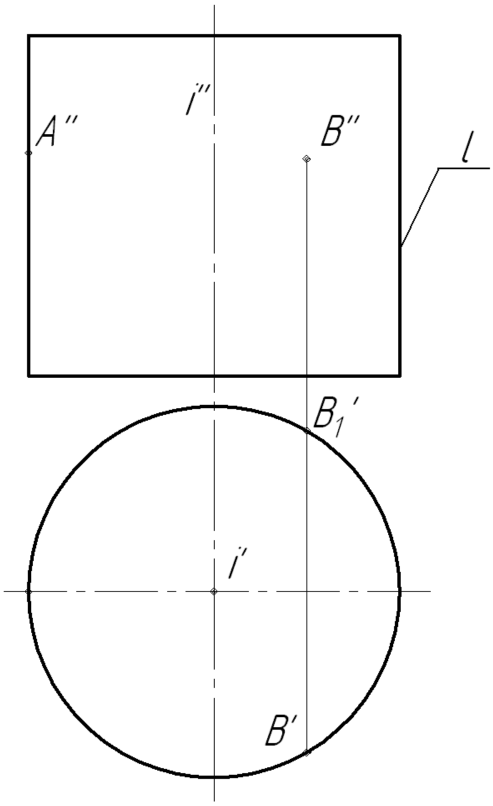


Рис. 34

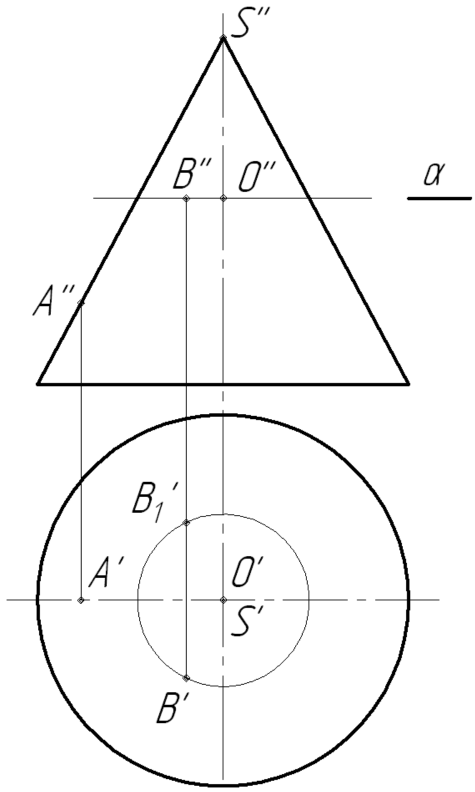


Рис. 35

Цилиндр вращения образован вращением прямой l вокруг оси i, l||i. Фронтальная проекция цилиндра - прямоугольник, горизонтальная – окружность, так как i$\perp$п. Горизонтальная проекция любой точки поверхности принадлежит окружности (см. рис. 34).

7.2. Точка на поверхности кругового конуса, см. рис. 32.

7.3. Сечение поверхности конуса вращения плоскостью, перпендикулярной оси вращения (α$\perp$i). Горизонтальная плоскость α пересекает конус по окружности, см. рис. 35.

7.4. Сечение цилиндра вращения плоскостью, параллельной оси, пересекает цилиндр по образующим a, b, см. рис. 36.

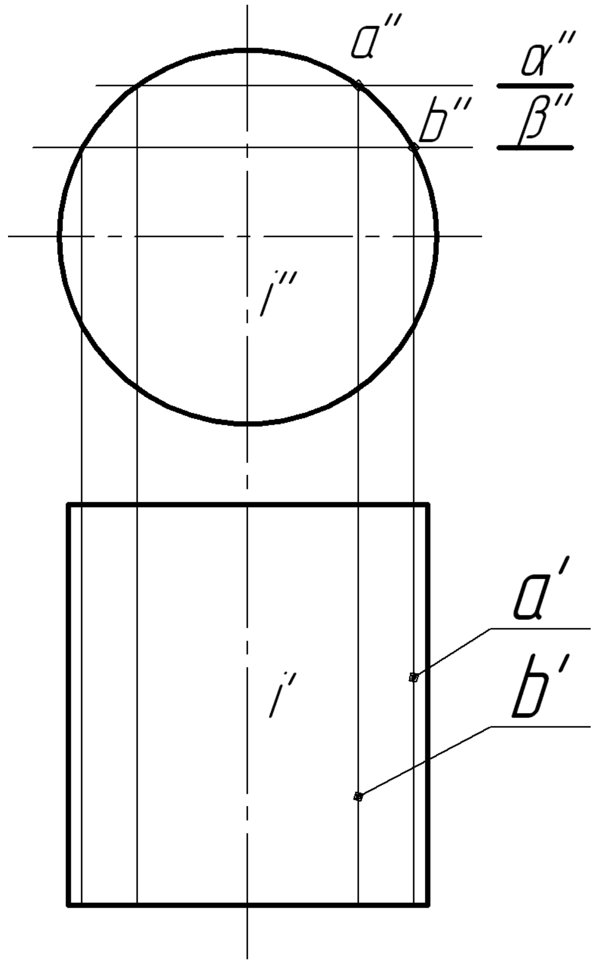


Рис. 36.

Р е ш е н и е   з а д а ч и

Построение горизонтальной проекции линии пересечения начинаем с проекций опорных точек. Рис. 37

На фронтальной проекции: 1, 7 – точки вращения правой контурной образующей конуса в поверхность цилиндра, 3 – левой контурной образующей. Построение проекций точек 1, 6 – см. п. 5.4, точки 3 – п. 6.3.

Для построения промежуточных точек 2, 4, 5 проводят вспомогательные горизонтальные плоскости, см. построение п. 7.3. и 7.4. Горизонтальные проекции искомых точек находятся на пересечении горизонтальных проекций окружностей (параллелей) конуса и образующих цилиндра.

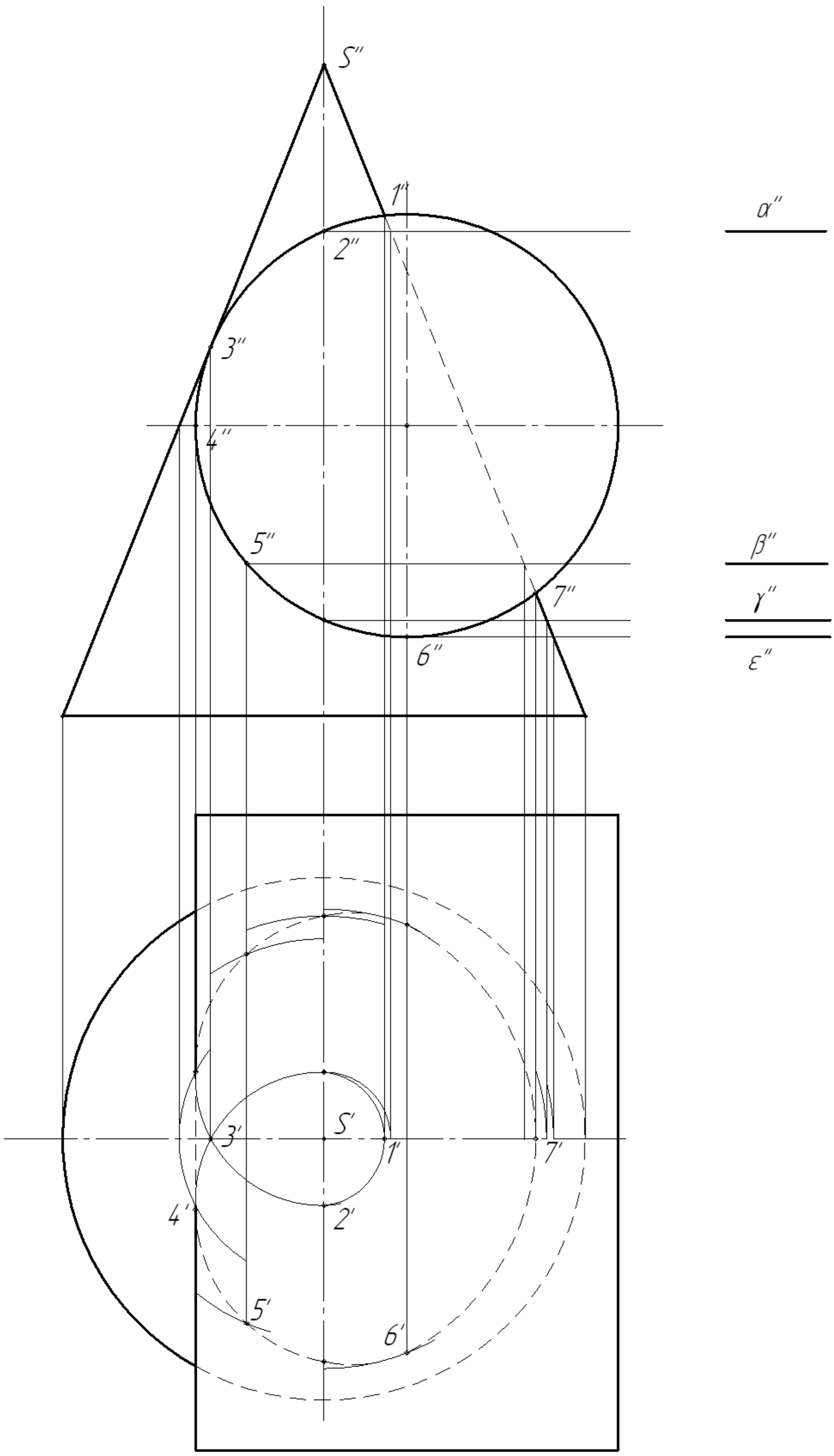


Рис. 37.

Координаты точек для решения задачи следует взять согласно своему варианту из таблицы 4.

2.8. З А Д А Ч А 8.

Построение точки на развертке конуса и цилиндра вращения.

8.1. Изображение точки на развертке конуса вращения.

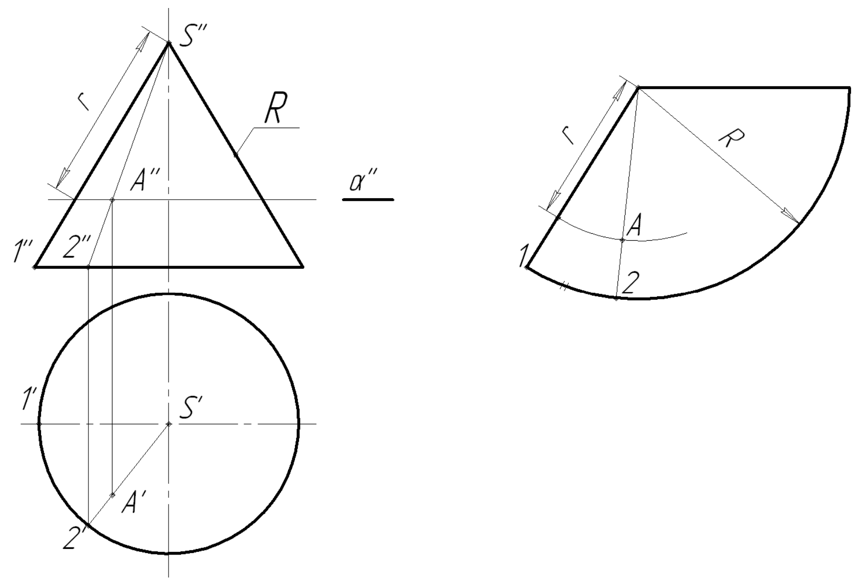


Рис. 38.

1S – линия разрыва боковой поверхности конуса 1^I2^I=12 (приближенно заменяет дугу окружности хордой). 2S – образующая проходящая через точку А и определяющая ее положение, r – радиус параллели, на которой лежит точка А. На развертке проводим дугу окружности S(r) с центром в точке S и радиуса r до пересечения с образующей S2 в точке А.

Развертка поверхности конуса и линии пересечения с ней см. рис. 39.

8.2. Изображение точки на развертке поверхности цилиндра вращения, принадлежащей его поверхности. За линию разрыва возьмем образующую, проходящую через точку 1.

$|1^IA^I|=|1A|$, $|2^IB^I|=|2B|$, $|1^{II}2^{II}|=|AB|$.

Длина прямоугольных образующих и их отрезков, определяющих положение точек, на горизонтальной плоскости проекций проецируется без искажения. Положение этих образующих определяется длиной дуги окружности основания от зафиксированной точки, например точки 1.

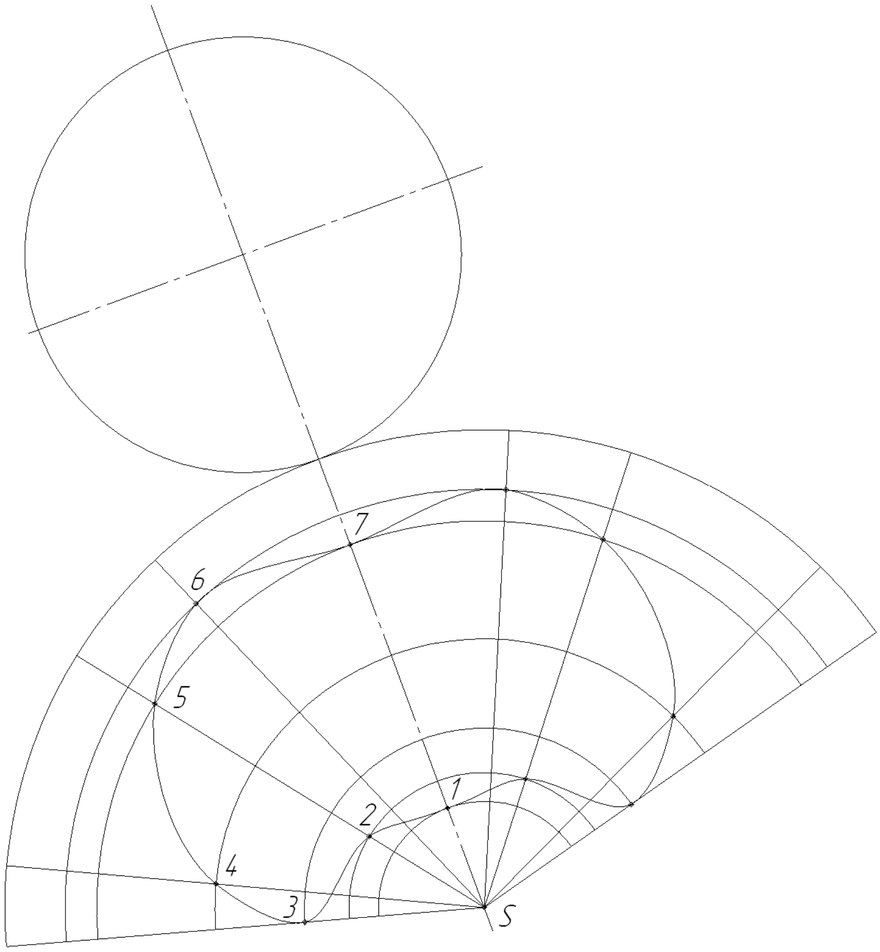


Рис. 39.

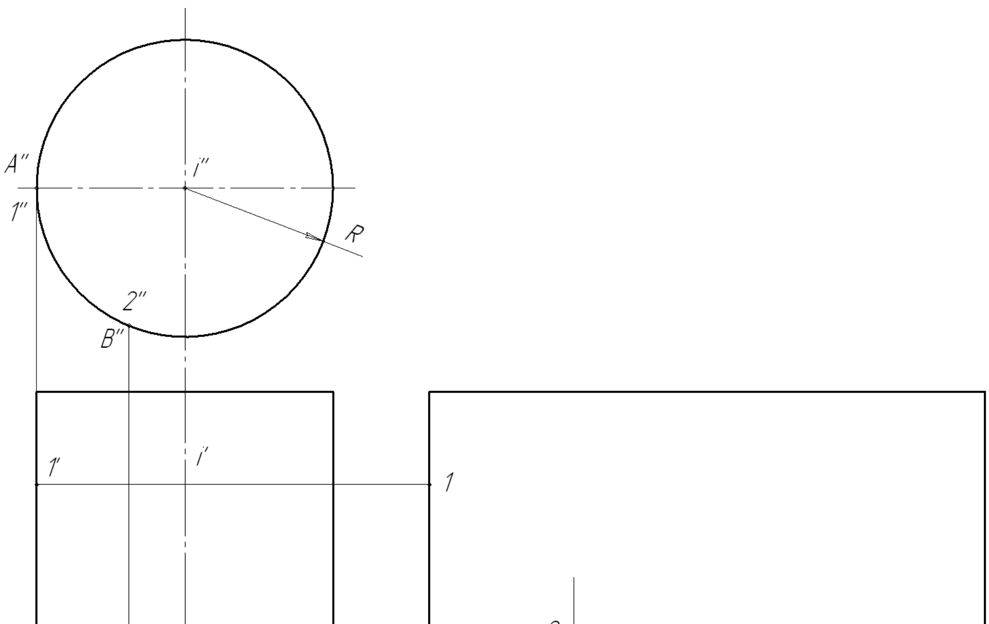


Рис. 40.

Развертка боковой поверхности цилиндра и линии пересечения на ней см. рис. 41.

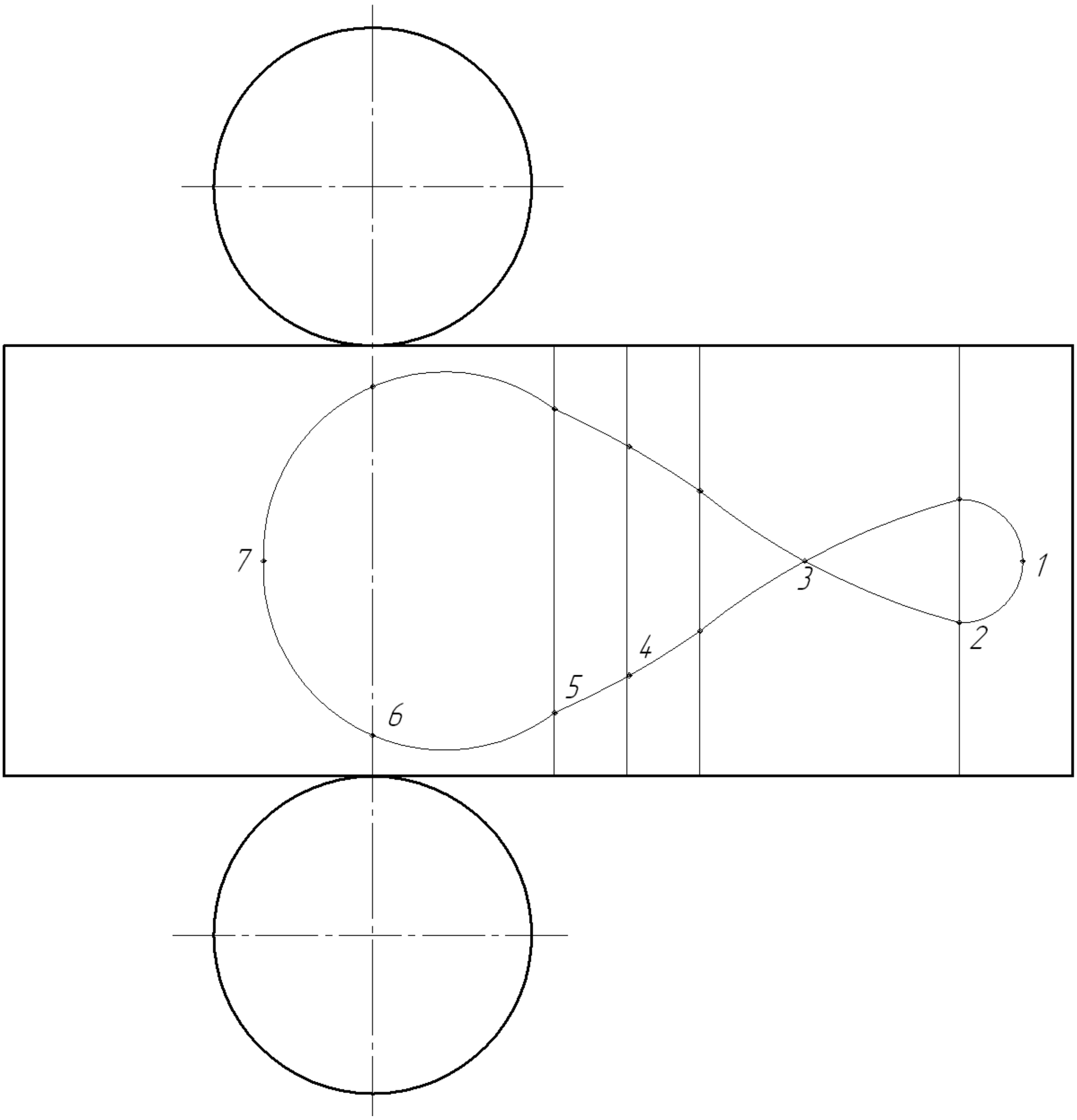


Рис. 41.

Вопросы для самоконтроля

1. Цели и задачи курса, связь с другими учебными дисциплинами.
2. Основные методы проецирования геометрических форм на плоскости.
3. Центральное проецирование, его свойства, преимущества и недостатки.
4. Параллельное проецирование, его свойства, преимущества и недостатки.
5. Сущность образования чертежа по методу Монжа.
6. Комплексный чертеж точки в системе двух плоскостей проекций.
7. Комплексный чертеж точки в системе трех плоскостей проекций.
8. Точка в четвертях и октантах пространства.
9. Прямые общего и частного положений. Следы прямой линии.
10. Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения способом прямоугольного треугольника.
11. Способы задания плоскости на чертеже. Следы плоскости.
12. Плоскости общего положения.
13. Признаки на комплексном чертеже и свойства плоскостей уровня.
14. Признаки на комплексном чертеже и свойства проецирующих плоскостей.
15. Позиционные задачи. Взаимное положение точки и прямой линии, точки и плоскости.
16. Позиционные задачи. Взаимное положение двух прямых линий.
17. Позиционные задачи. Взаимное положение прямой линии и плоскости.
18. Позиционные задачи. Взаимное положение двух плоскостей.
19. Способы преобразования комплексного чертежа. Замена плоскостей проекций.
20. Способы преобразования комплексного чертежа. Вращение вокруг проецирующих прямых.
21. Способы преобразования комплексного чертежа. Вращение вокруг прямых уровня.

22. Способы преобразования комплексного чертежа. Плоскопараллельное перемещение и совмещение.

23. Метрические задачи. Определение натуральных линейных и угловых размеров.

24. Классификация поверхностей. Отражение поверхностей на чертеже.

25. Гранные поверхности. Пересечение многогранников с прямой линией и плоскостью.

26. Взаимное пересечение многогранников.

27. Поверхности вращения, их пересечение с прямой линией и плоскостью. Конические сечения.

28. Построение линии пересечения поверхностей с помощью вспомогательных секущих плоскостей.

29. Построение линии пересечения поверхностей с помощью вспомогательных сфер (метод сфер).

30. Развертки поверхностей. Построение разверток поверхностей способом триангуляции.

31. Развертки поверхностей. Построение разверток поверхностей способом нормального сечения.

32. Развертки поверхностей. Построение разверток поверхностей способом раскатки.

33. Условные развертки поверхностей.

34. Сущность метода аксонометрического проецирования. Зависимость между коэффициентами искажения и углом проецирования.

35. Стандартные виды аксонометрии.

Перечень обязательной (основной) литературы

1. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. - М: Высшая школа, 2000.

2. Гордон В.О., Иванов Ю.Б., Солнцева Т.Е. Сборник задач по курсу начертательная геометрия. - М.: Высшая школа, 2000.

3. . Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение. М.: Владос,2004.

4.. Инженерная графика: учеб./ Н. П. Сорокин [и др.] ; под ред. Н. П. Сорокина. - СПб.: Лань, 2005. - 392 с.: рис., табл.. - (Учебники для вузов: Спец. лит.).

5. Чекмарев А.А. Инженерная графика: Учебник. - М.: Высшая школа, 2004 .

6. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. – М.: Высш. шк., 2003. – 429 с.: ил.

7. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 300 [4] с., ил.

Перечень дополнительной литературы

1. Инженерная графика: Общий курс: Рек. Мин. обр. РФ/ под ред. В. Г. Бурова, Н. Г. Иванцивской. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М.: Логос, 2004. - 231 с.: рис.. - (Учебник XXI века).

2. Нартова Л.Г. Начертательная геометрия: учебное пособие/ Л. Г. Нартова. - М.: Академия, 2005. -

3. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. - Л: Машиностроение, 1984 г.

4. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика. Программа, контрольные задания и методические указания для студентов. 2-е изд. - М.: Высшая школа, 2002.

5. Лагерь А.И., Колесникова Э.А. Инженерная графика: Учеб. для инж.- техн. спец. Вузов. – М.: Высш. шк., 1985. – 176 с., ил.

6. Будасов Б.В., Каминский В.П. Строительное черчение: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1990. – 464 с.: ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1.

Данные к задаче 1

(координаты в миллиметрах)

№вар	xA	yA	zA	xB	yB	zB	xC	yC	zC	xD	yD	zD	xE	yE	zE	xK	yK	zK
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	65	105	80	135	18	35	12	50	0
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	40	20	15	0	50
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	80	108	0	35	20	120	0	50
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	67	20	0	0	111	48	121	78	86
17	18	79	40	83	6	107	135	38	47	67	0	20	0	48	111	121	86	78
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	135	0	20	68	48	111	15	86	78
19	117	40	75	52	107	6	0	47	38	135	20	0	68	111	48	15	78	86
20	120	38	75	50	108	5	0	45	40	135	20	0	70	110	50	15	80	85
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40	140	20	0	70	110	50	20	80	85
22	20	40	10	85	110	80	135	48	48	70	20	85	0	110	35	120	80	0
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48	70	85	20	0	35	110	120	0	80
24	117	40	9	52	111	79	0	47	48	68	20	85	135	111	36	14	78	0
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47	68	85	20	135	36	111	14	0	78
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	67	20	85	0	111	36	121	78	0
27	18	9	46	83	79	111	135	48	47	67	85	20	0	36	111	121	0	78

Таблица 2.

Данные к задаче 3

(координаты в миллиметрах)

№ вар	xA	yA	zA	xB	yB	zB	xC	yC	zC	h
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	85
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	85
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	85
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	85
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	85
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	85
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	85
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	85
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	85
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	85
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	85
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	85
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	80
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	80
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	80
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	86
17	18	75	40	83	6	107	135	38	47	80
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	80
19	117	40	75	52	107	6	0	47	38	80
20	120	38	75	50	108	5	0	45	40	80
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40	85
22	20	40	10	85	110	80	135	48	48	80
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48	85
24	117	40	9	52	111	79	0	47	48	80
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47	85
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	80
27	18	9	40	83	79	111	135	48	47	80

Таблица 3.

Данные к задаче 4, 5

(координаты в миллиметрах)

№ вар	xA	yA	zA	xB	yB	zB	xC	yC	zC	xD	yD	zD
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40
5	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40
6	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40
7	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40
8	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40
9	0	85	0	15	30	80	55	120	40	141	60	40
10	141	10	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40
11	141	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	40
12	141	68	0	122	7	77	87	93	40	0	43	40
13	141	82	0	122	21	77	87	112	40	0	57	40
14	141	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	40
15	141	90	0	122	29	77	87	120	40	0	65	40
16	135	75	0	116	14	77	81	100	40	0	50	40
17	145	75	0	126	14	77	91	100	40	0	50	40
18	145	95	0	120	34	77	87	120	40	0	70	60
19	145	70	0	122	10	80	90	95	40	0	70	45
20	145	65	0	122	20	70	85	100	40	0	68	47
21	122	14	77	141	75	0	87	100	40	0	50	40
22	120	15	80	140	75	0	85	100	40	0	50	45
23	125	20	80	140	75	0	85	100	45	0	55	45
24	140	70	0	120	15	80	85	95	45	0	50	45
25	140	65	0	115	20	75	80	90	50	0	50	40
26	135	65	0	120	20	75	80	90	40	0	55	45
27	135	60	0	115	20	80	85	90	40	0	50	40

Продл. таблицы 3.

(координаты в миллиметрах)

№ вар	xE	yE	zE	xK	yK	zK	xG	yG	zG	xU	yU	zU	h
1	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
2	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
3	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
4	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
5	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
7	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
8	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
9	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	86
10	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
11	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
12	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
13	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
14	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
15	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
16	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
17	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
18	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
19	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
20	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
21	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
22	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
23	98	52	0	76	20	0	18	22	0	57	95	0	85
24	100	50	0	75	22	0	20	20	0	60	90	0	85
25	100	45	0	75	17	0	22	25	0	60	95	0	85
26	100	48	0	70	15	0	20	27	0	65	95	0	85
27	100	43	0	70	20	0	20	20	0	60	90	0	85

Таблица 4.

Данные к задаче 6, 7

(координаты и размеры в миллиметрах)

№ вар	xK	yK	zK	xA	yA	zA	xB	yB	zB	xC	yC	zC	r	h
1	78	72	0	10	50	62	46	30	62	82	125	10	45	100
2	78	72	0	82	125	10	10	50	62	46	30	62	45	100
3	80	72	0	46	30	62	82	125	10	10	50	62	45	100
4	80	70	0	10	50	62	82	125	10	46	30	62	45	100
5	78	70	0	46	30	62	10	50	62	82	125	10	44	102
6	80	72	0	45	30	60	10	50	60	80	125	8	45	98
7	80	68	0	46	28	60	10	48	60	80	126	0	45	98
8	82	68	0	47	28	65	10	50	65	82	126	6	45	98
9	82	68	0	48	28	65	10	52	65	84	128	6	43	98
10	82	68	0	49	30	66	12	48	66	84	130	5	44	102
11	80	66	0	50	30	64	12	46	64	85	128	4	43	102
12	80	66	0	44	32	60	12	52	60	85	132	5	43	102
13	80	66	0	44	30	60	15	50	60	86	132	5	42	102
14	82	65	0	45	30	62	15	48	62	86	130	5	42	102
15	82	65	0	45	32	62	15	48	62	84	135	0	42	100
16	84	65	0	45	28	66	10	50	66	84	135	0	43	100
17	84	64	0	45	30	66	10	52	60	85	136	5	44	100
18	86	64	0	44	30	65	14	52	65	88	136	4	44	100
19	86	64	0	44	28	65	14	50	65	88	140	4	44	98
20	86	64	0	46	26	70	14	50	70	90	140	6	42	98
21	85	70	0	48	26	68	16	48	68	90	142	8	42	95
22	85	70	0	45	26	70	16	48	70	88	142	8	46	95
23	85	70	0	44	28	68	15	46	68	86	138	10	46	96
24	85	68	0	44	28	66	15	46	66	85	138	10	46	96
25	85	68	0	40	30	64	16	45	64	85	140	8	46	97
26	80	70	0	40	25	62	14	48	62	86	125	8	45	97
27	80	70	0	40	25	60	12	50	60	85	125	0	45	102

Таблица 5.

Данные к задаче 8

(координаты и размеры в миллиметрах)

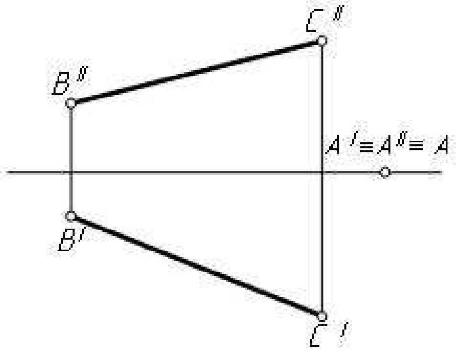
№ вар	**xK**	**yK**	**zK**	**R**	**h**	**xE**	**yE**	**zE**	**r**
1	80	70	0	45	100	50	70	32	35
2	80	70	0	45	100	50	70	32	30
3	80	72	0	45	100	55	72	32	32
4	80	72	0	45	100	60	72	35	35
5	70	70	0	44	102	50	70	32	32
6	75	70	0	45	98	65	70	35	35
7	75	70	0	45	98	70	70	35	35
8	75	72	0	45	98	75	70	35	35
9	75	72	0	43	98	80	72	35	35
10	75	75	0	44	102	50	72	35	35
11	80	75	0	43	102	85	75	36	36
12	80	75	0	43	102	85	75	40	35
13	80	75	0	42	102	80	75	40	35
14	80	70	0	42	102	80	70	40	32
15	80	70	0	42	100	75	70	40	32
16	70	72	0	43	100	75	72	42	32
17	70	72	0	44	100	70	72	40	32
18	70	74	0	44	100	70	74	36	32
19	70	74	0	44	98	68	74	32	34
20	75	70	0	42	98	68	70	32	36
21	75	72	0	42	95	66	72	35	35
22	75	75	0	46	95	66	75	38	32
23	80	75	0	46	96	64	75	36	32
24	80	75	0	46	96	64	75	34	34
25	80	70	0	46	97	62	70	38	32
26	80	70	0	45	97	62	70	38	34
27	80	70	0	45	102	60	70	34	34

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

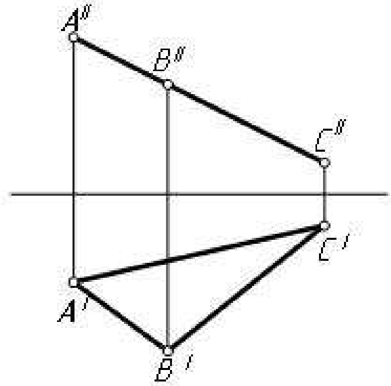
Контрольные работы и тестовые задания

Вариант № 1

Задание № 1. Способом замены плоскостей проекций определить расстояние от точки А до прямой ВС.

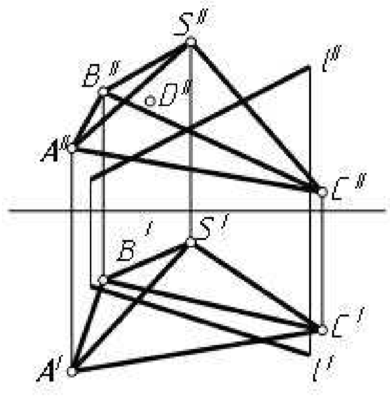


Задание № 2. Найти центр окружности вписанной в △ АВС (использовать способ вращения)

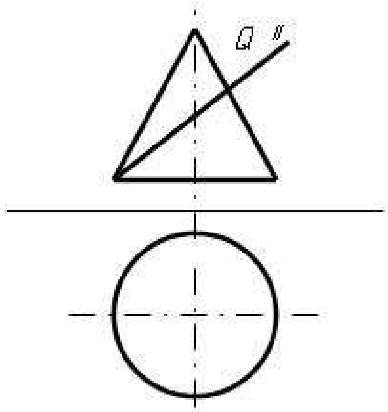


Задание № 3. Определить видимость ребер пирамиды и найти недостающую проекцию точки D, принадлежащей грани BSC.

Задание № 4. Определить точки пересечения прямой l с гранями пирамиды

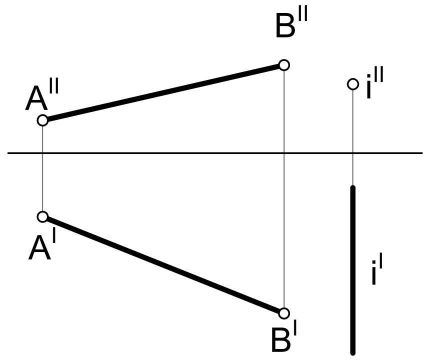


Задание № 5. Построить линию пересечения поверхности конуса с фронтально-проецирующей плоскостью Q

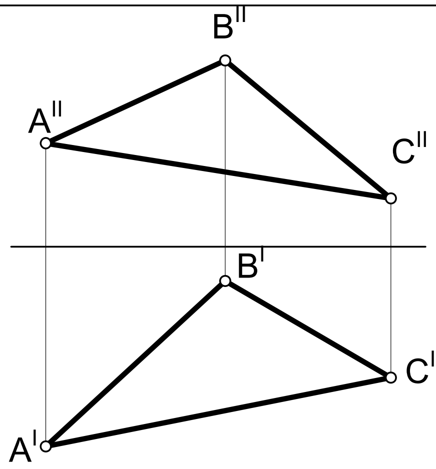


ВАРИАНТ № 2

Задание № 1. Повернуть отрезок прямой AB вокруг оси i на 90^0 по часовой стрелке.

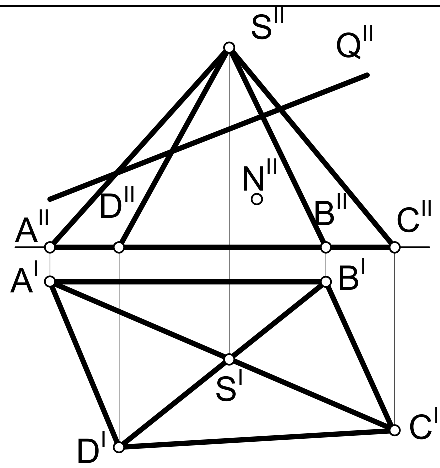


Задание № 2. Способом плоско параллельного перемещения преобразовать плоскость △ ABC во фронтально - проецирующую.

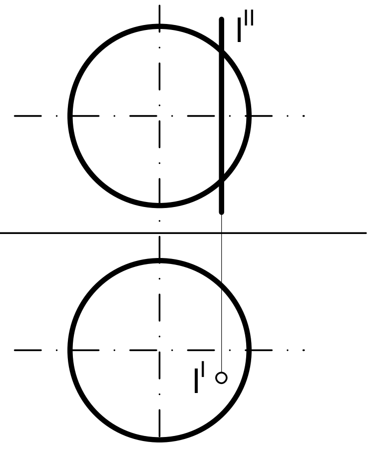


Задание № 3. Определить видимость ребер пирамиды и найти недостающую проекцию точки N, принадлежащей грани ASB.

Задание № 4. Построить натуральную величину сечения пирамиды фронтально - проецирующей плоскостью Q.

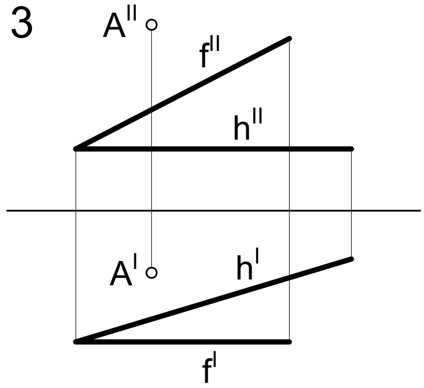


Задание № 5. Определить точки пересечения прямой l с поверхностью сферы.

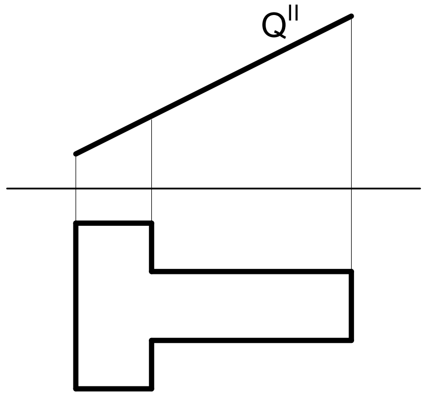


ВАРИАНТ № 3

Задание № 1. Способом замены плоскостей проекций определить расстояние от точки А до плоскости общего положения Σ (hxf).

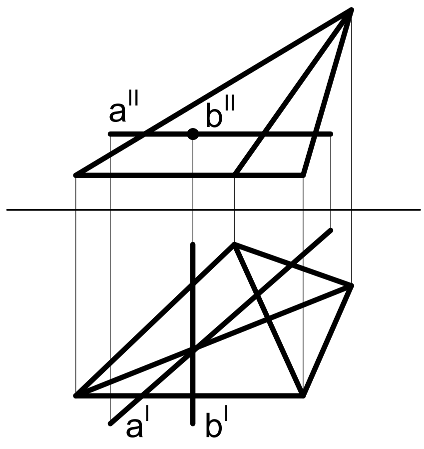


Задание № 2. Способом вращения определить натуральную величину плоского многоугольника Q.



Задание № 3. Определить точки пересечения прямых a и b с гранями треугольной пирамиды. Показать видимость.

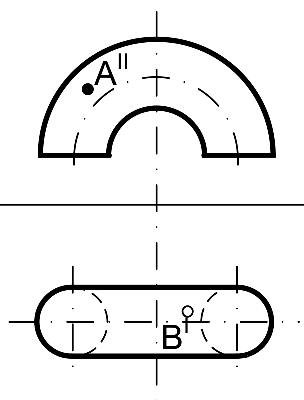
Задание № 4. Построить линию пересечения плоскости Σ (axb) с поверхностью пирамиды.



Задание №5. Определить недостающие проекции точек, принадлежащих поверхности тора:

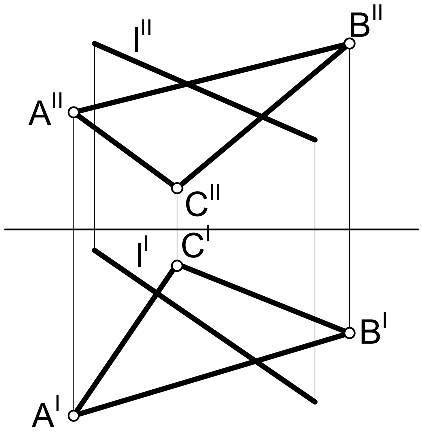
○ - точка находится на видимой части поверхности тора;

● - точка находится на невидимой части поверхности тора;

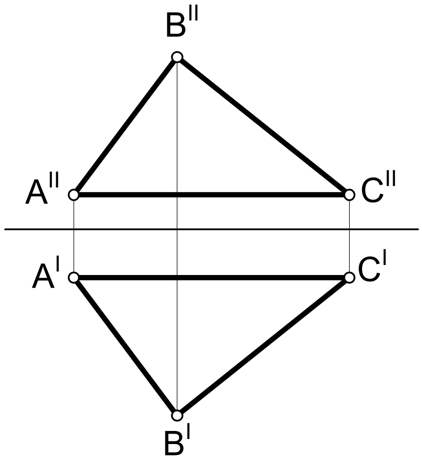


ВАРИАНТ № 4

Задание № 1. Способом замены плоскостей проекций определить точку пересечения прямой l с плоскостью Σ ($\triangle$ABC).

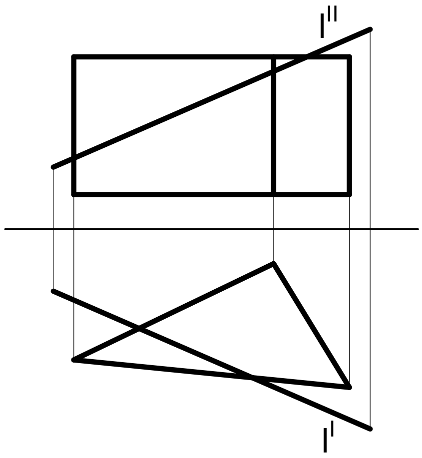


Задание № 2. Способом плоскопараллельного перемещения определить угол наклона плоскости Q($\triangle$ABC) к фронтальной плоскости проекций.

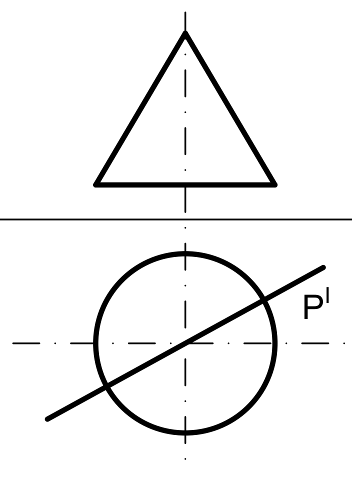


Задание № 3. Определить точки пересечения прямой l с поверхностью призмы. Показать видимость.

Задание № 4. Построить развертку поверхности призмы и нанести на нее точки пересечения с прямой l.

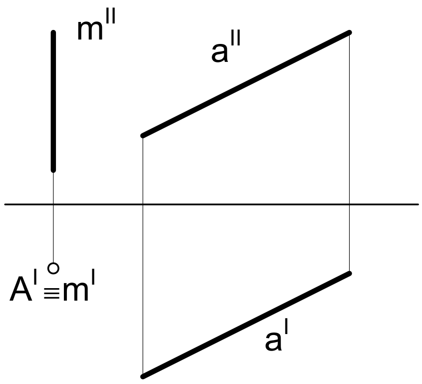


Задание № 5. Построить линию пересечения поверхности конуса с горизонтально - проецирующей плоскостью.

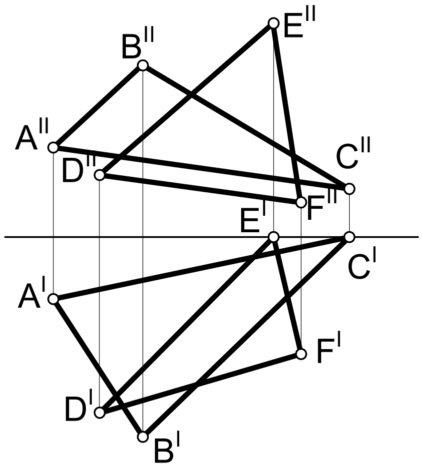


ВАРИАНТ №5

Задание № 1. Определить фронтальную проекцию точки А, если известно, что при вращение вокруг прямой m она оказывается на прямой a.

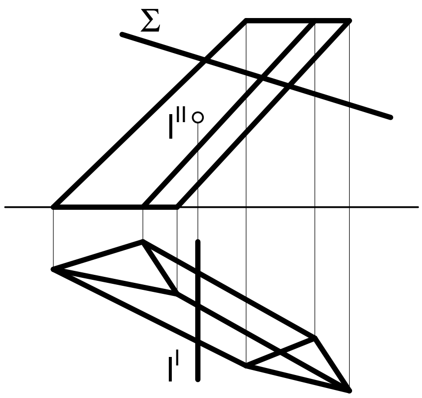


Задание № 2. Методом замены плоскостей проекций построить линию пересечения плоскостей, заданных треугольниками ABC и DEF.

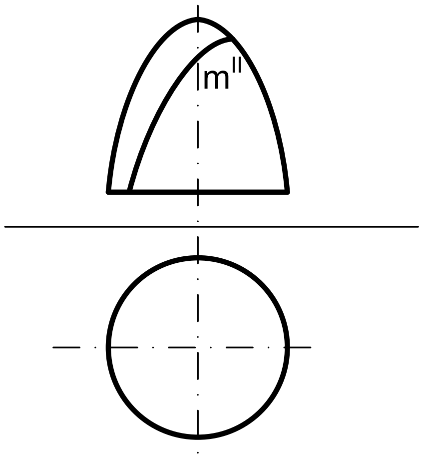


Задание № 3. Определить точки пересечения прямой l с поверхностью призмы.

Задание № 4. Определить натуральную величину сечения фронтально - проецирующей плоскостью Σ поверхности призмы.

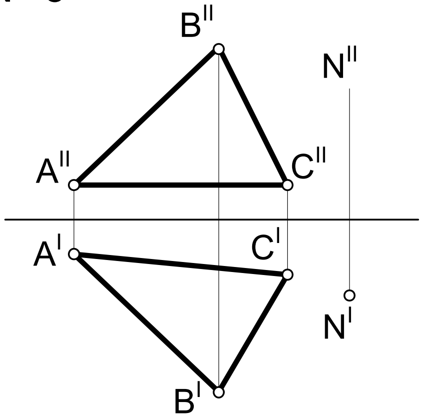


Задание № 5. Построить недостающую проекцию кривой линии m, принадлежащей поверхности вращения.

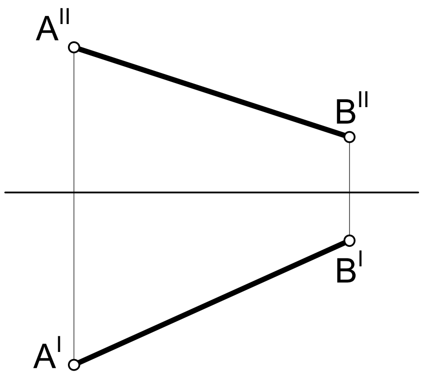


ВАРИАНТ № 6

Задание № 1. Способом замены плоскостей проекций определить расстояние от точки N до плоскости Q ($\triangle$ ABC).

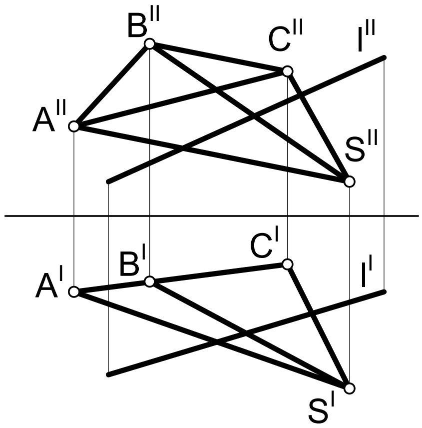


Задание № 2. Последовательным вращением вокруг проецирующих осей перевести отрезок общего положения AB в горизонтально - проецирующее положение.



Задание № 3. Определить точки пересечения рямой l с поверхностью пирамиды.

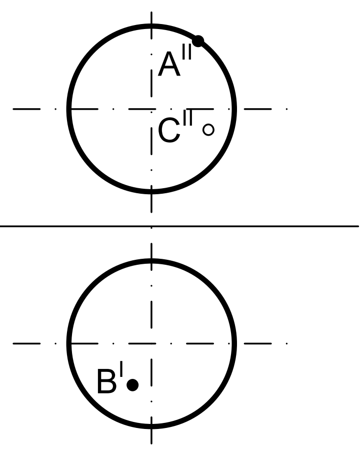
Задание № 4. Построить развертку пирамиды и нанести на нее точки пересечения с прямой l.



Задание № 5. Определить недостающие проекции точек, принадлежащих поверхности сферы:

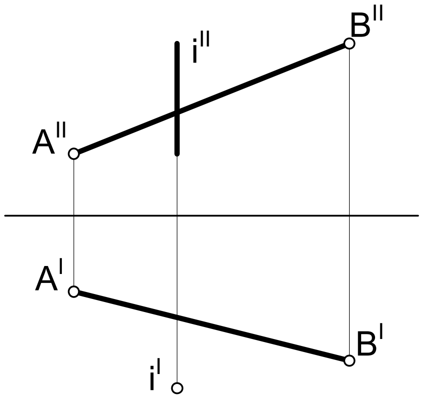
○ - точка находится на видимой части поверхности;

● - точка находится на невидимой части поверхности;

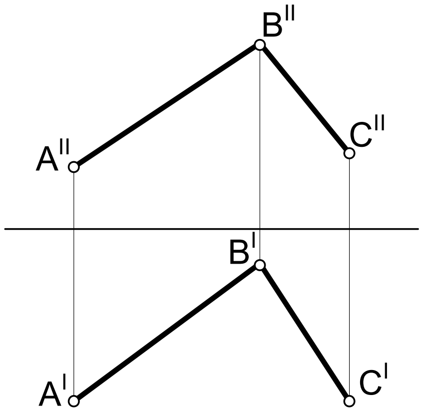


ВАРИАНТ № 7

Задание № 1. Повернуть отрезок АВ вокруг оси i на угол 120^o по направлению движения часовой стрелки.



Задание № 2. Способом замены плоскостей проекций определить натуральную величину угла $\angle ABC$.

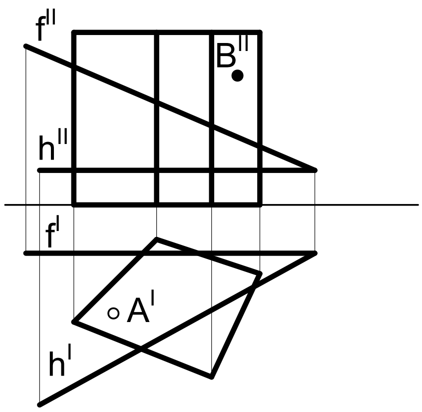


Задание № 3. Построить линию пересечения прямой призмы с плоскостью $\Sigma(hxf)$.

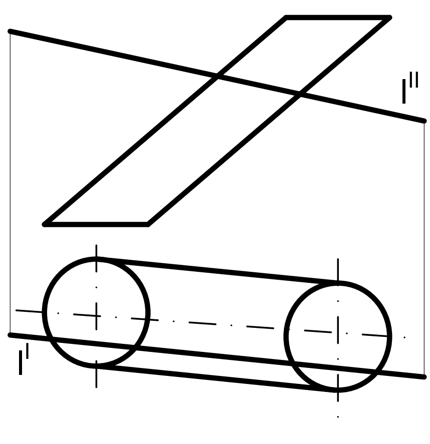
Задание № 4. Определить недостающие проекции точек, принадлежащих поверхности призмы:

○ - точка находится на видимой части поверхности;

● - точка находится на невидимой части поверхности;

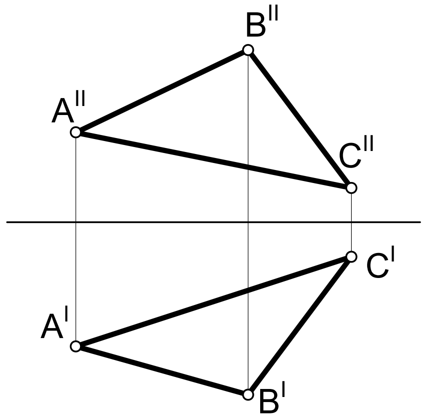


Задание №5. Определить точки пересечения прямой l с цилиндрической поверхностью.



ВАРИАНТ № 8

Задание № 1. Плоско - параллельным перемещением определить центр окружности вписанной в $\triangle$ ABC.



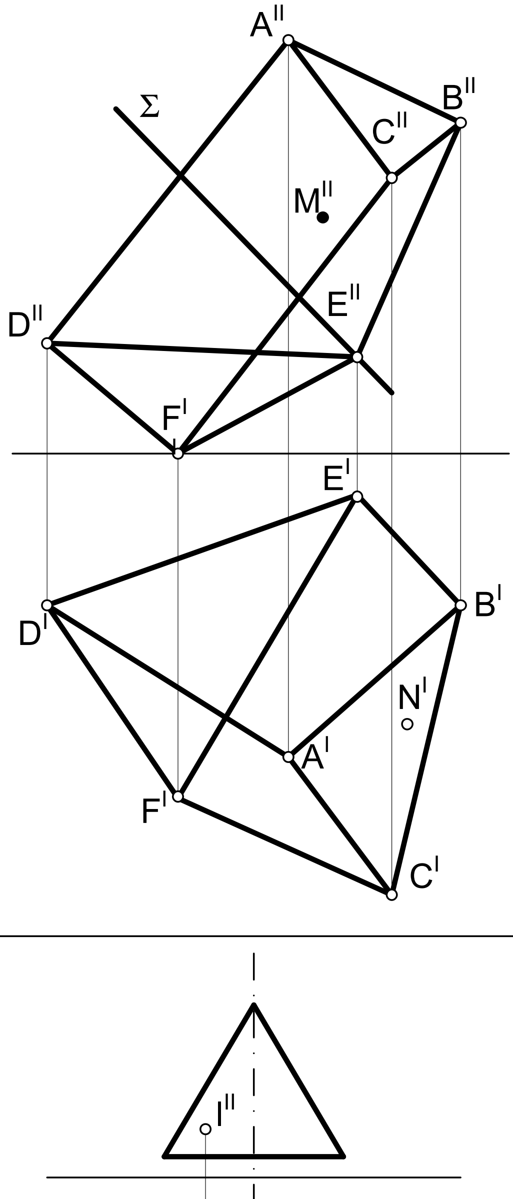
Задание № 2. Способом замены плоскостей проекций определить расстояние между ребрами AD и CF.

Задание № 3. Построить линию пересечения призмы с фронтально - проецирующей плоскостью Σ. Определить натуральную величину сечения способом вращения вокруг проецирующей оси, проходящей через вершину E.

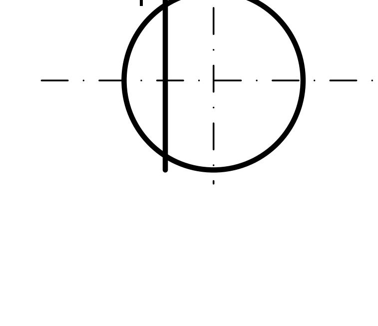
Задание № 4. Найти недостающие проекции точек, принадлежащих поверхности призмы:

● - точка находится на видимой части поверхности;

- точка находится на невидимой части поверхности;

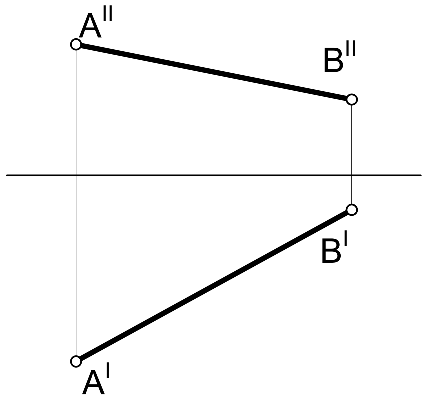


Задание № 5. Определить точки пересечения прямой l с поверхностью конуса.

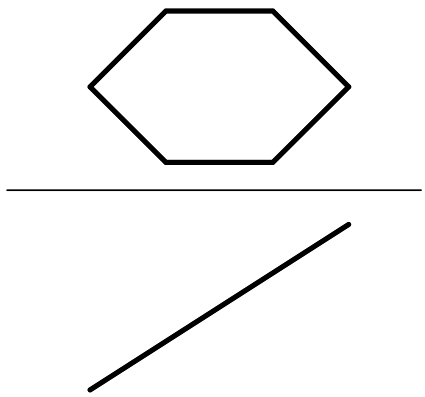


ВАРИАНТ № 9

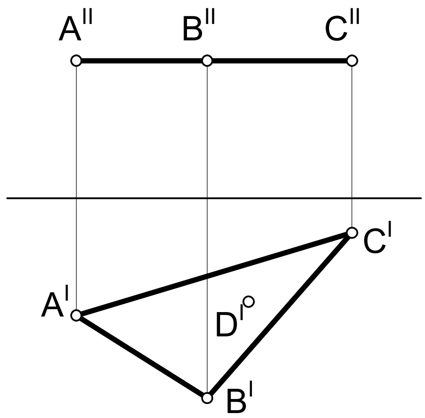
Задание № 1. Способом замены плоскостей проекций определить угол наклона отрезка АВ к горизонтальной плоскости проекций.



Задание №2.
Способом вращения определить натуральную величину плоского многоугольника.

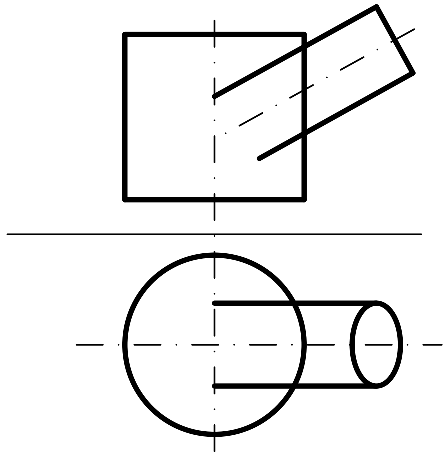


Задание № 3.
Построить проекции пирамиды, основанием которой является треугольник АВС. Высота пирамиды равна радиусу окружности, описанной около △ АВС. Высота соединяет вершину пирамиды с точкой D ее основания.



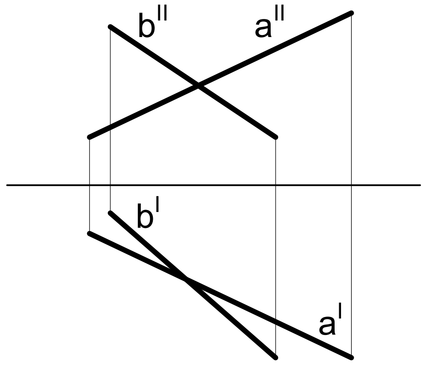
Задание № 4. Построить линию пересечения прямого и наклонного цилиндра.

Задание № 5. Построить развертку прямого цилиндра и нанести на нее линию пересечения.

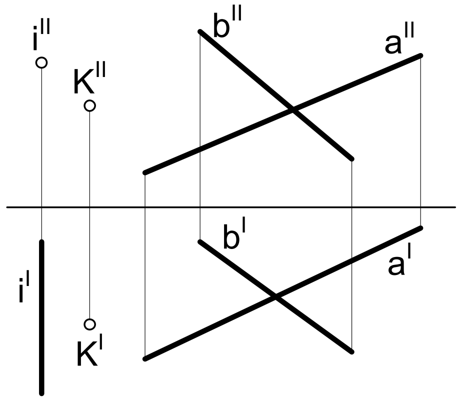


ВАРИАНТ № 10

Задание № 1. На прямых a и b найти ближайшие друг к другу точки.



Задание № 2. Повернуть точку K вокруг оси i так, чтобы она совместилась с плоскостью Σ(axb).

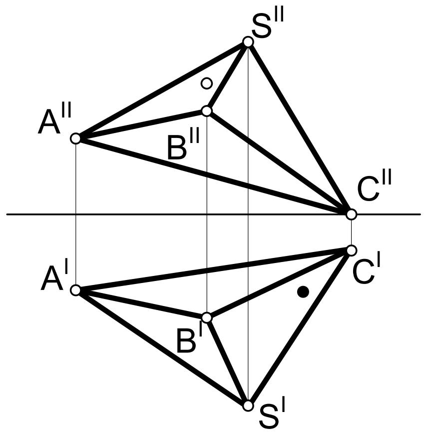


Задание № 3. Определить видимость ребер пирамиды и найти недостающие проекции точек:

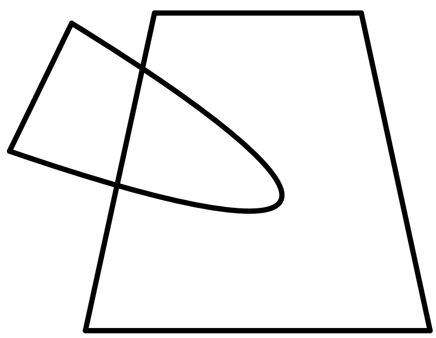
○ - точка находится на видимой части поверхности;

● - точка находится на невидимой части поверхности;

Задание № 4. Определить натуральную величину грани ABC.



Задание № 5. Методом сфер построить линию пересечения поверхностей вращения.



ПРИЛОЖЕНИЕ В
Контрольные работы и тестовые задания по инженерной графике

Тестовые задания по теме "ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ"

А. Укажите размеры дополнительного формата:

1	2	3	4
841 X 1189	297 X 420	420 X 891	594 X 841

Б. Укажите масштаб увеличения:

1	2	3	4
M 1:10	M 1:5	M 1:1	M 5:1

В. Каким размером шрифта по ГОСТ 2.304-82 написано слово "Деталь"?

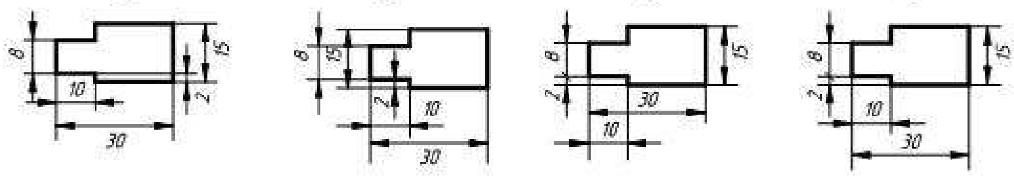
1	2	3
5	7	10

Г. Какую линию применяют в качестве размерной?

1 2 3 4

Д. На каком чертеже правильно нанесены линейные размеры?

1 2 3 4

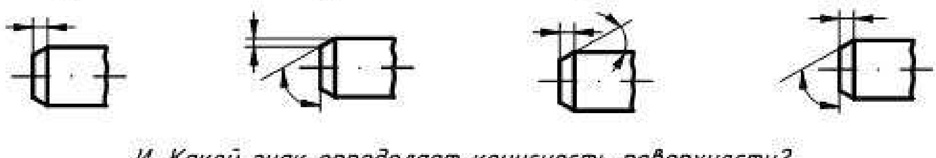


Е. На каком чертеже правильно нанесен размер радиуса?

1 2 3 4

Ж. На каком чертеже правильно нанесены размеры фаски под углом 30°?

1 2 3 4



И. Какой знак определяет конусность поверхности?

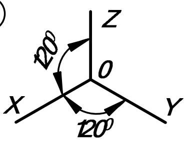
1 ∠ 2 ◁ 3 > 4 <

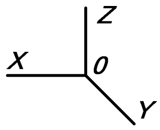
К. На каком чертеже правильно нанесен размер детали?

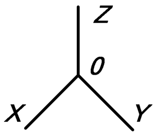
1 2 3 4

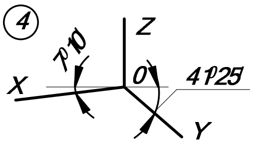
Тестовые задания по теме "АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ"

А. На каком чертеже вычерчены оси стандартной прямоугольной диметрии?

1 

2 

3 

4 

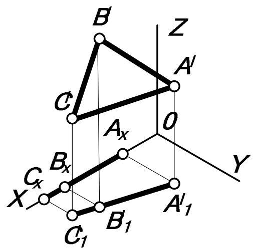
Б. Для какой аксонометрической оси используется приведенный коэффициент искажения, равный 0,5, в диметрии?

1 X

2 Y

3 Z

В. Укажите вторичную проекцию треугольника АВС?



1 $A'B'C'$

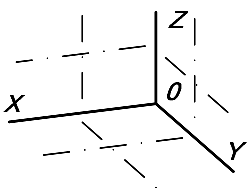
2 $A_xB_xC_x$

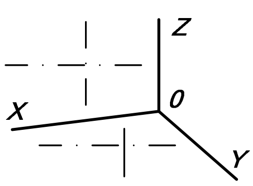
3 $A'_1B'_1C'_1$

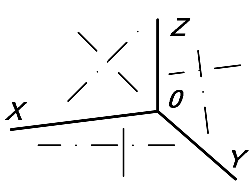
Г. Чему равна большая ось АВ и малая ось CD эллипса - прямоугольной изометрии окружности, расположенной в плоскости xOz?

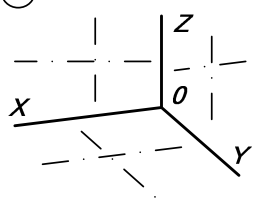
1	2	3	4
AB=1,06d CD=0,35d	AB=1,22d CD=0,71d	AB=1,06d CD=0,95d	AB=1,3d CD=0,54d

Д. На каком чертеже правильно вычерчены направления большой и малой осей эллипсов - прямоугольной диметрии окружностей?

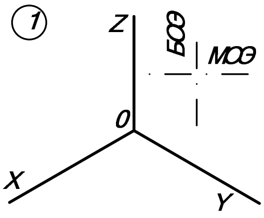
1 

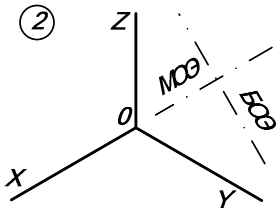
2 

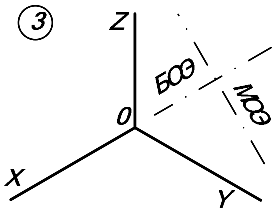
3 

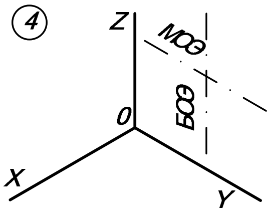
4 

Е. На каком чертеже правильно вычерчено направление большой и малой осей эллипса - прямоугольной изометрии окружности, расположенной в координатной плоскости yOz?

1 

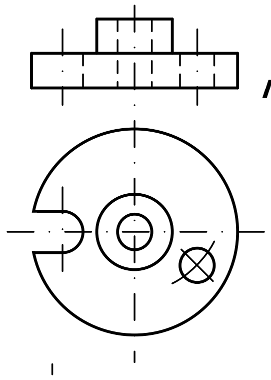
2 

3 

4 

Тестовые задания по теме "ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ"

А. Какой разрез целесообразно выполнить для детали, изображенной на комплексном чертеже?

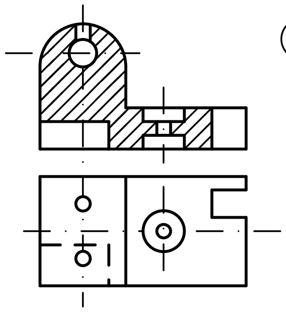


1 простой   2 ступенчатый   3 поперечный   4 ломаный

Б. Как правильно обозначить этот разрез?

1 разрез А-А   2 А-А   3 А ⌐ А   4 А-А

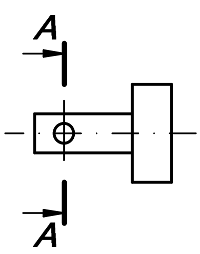
В. Сколько секущих плоскостей использованно при выполнении разреза детали?

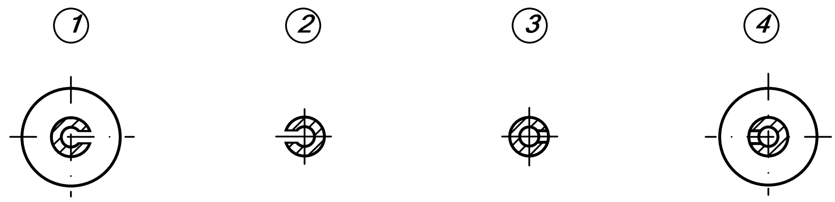


1 две   2 три   3 четыре   4 пять

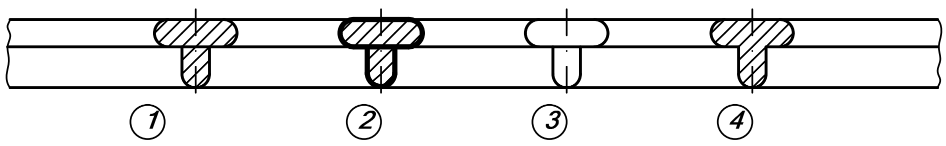
Г. Какое обозначение расположения секущих плоскостей соответствует выполненному разрезу?

Д. Какое изображение соответствует сечению А-А?

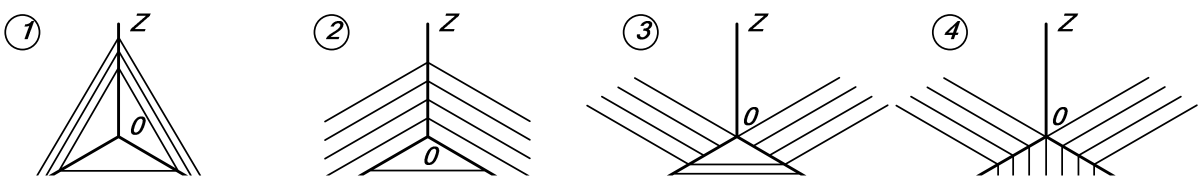




Е. Какое сечение выполнено правильно?

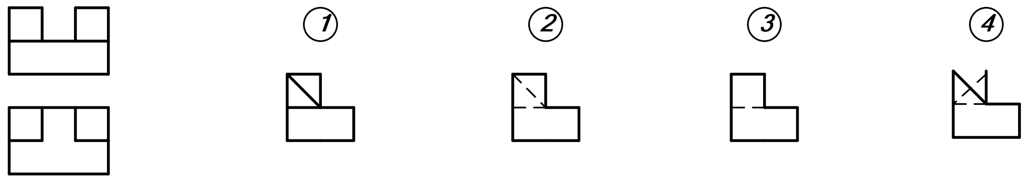


Ж. На каком рисунке выполнена схема штриховки в прямоугольной изометрии?

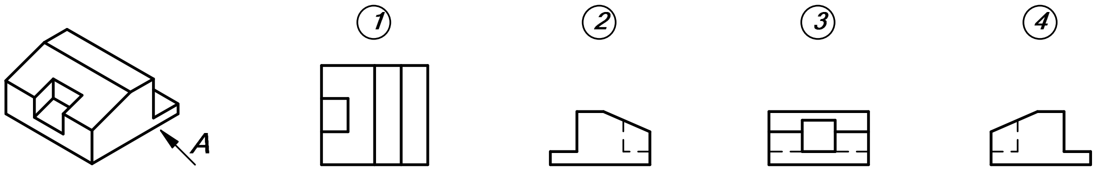


Тестовые задания по теме "РАЗРЕЗЫ, СЕЧЕНИЯ"

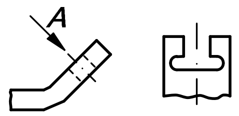
А. Какое из изображений не может быть видом слева предмета, изображенного на комплексном чертеже?



Б. Принимая вид по стрелке А за главный, укажите изображение, соответствующее виду слева:

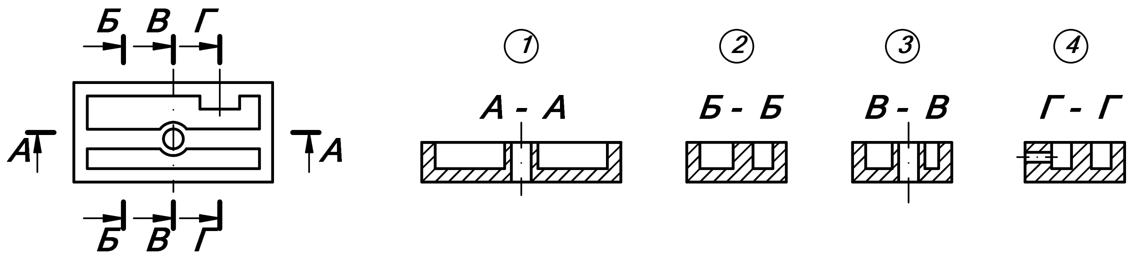


В. Какую надпись нужно сделать над изображением, полученным по направлению стрелки А?

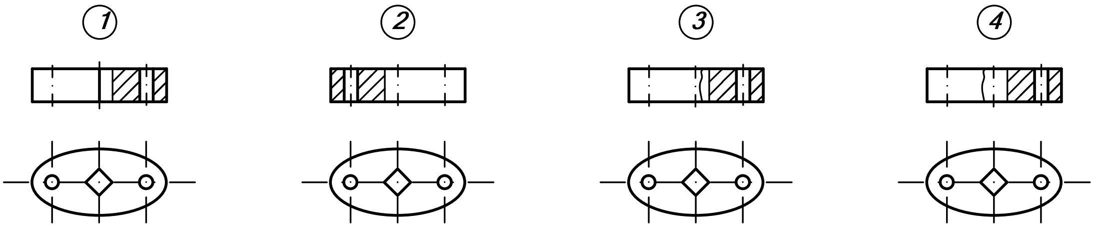


1. А
2. А - А
3. Вид А
4. ○

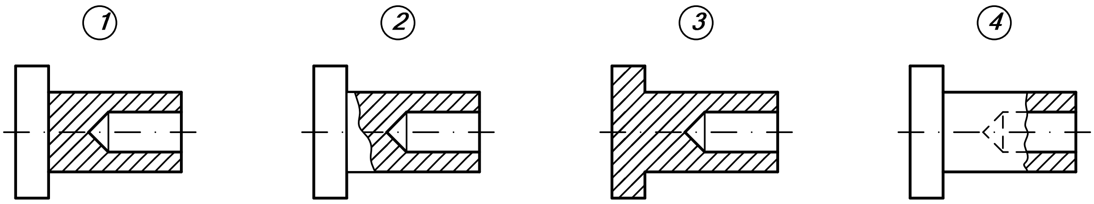
Г. При построении какого разреза допущена ошибка?



Д. На каком четеже правильно соединен вид с разрезом?



Е. На каком четеже правильно выполнен разрез?



Тестовые задания по теме "ИЗОБРАЖЕНИЕ И ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗЬБЫ"

А. Укажите изображение, соответствующее профилю метрической резьбы:

1 2 3 4

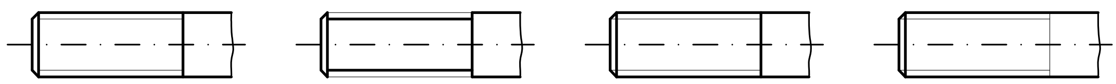
Б. На каком чертеже изображение резьбы выполненно в полном соответствии с ГОСТ 2.311-68?

Каталог стандартов

Поиск

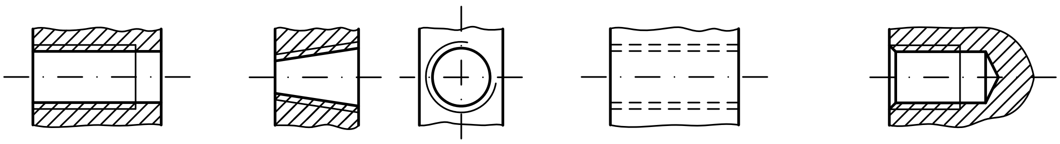
Обозначение	ГОСТ 2.311-68
Наименование	Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы
Дата введения	01.01.1971
Дата отмены	-
Заменен на	-

1 2 3 4



В. На каком чертеже допущена ошибка в изображении резьбы?

1 2 3 4



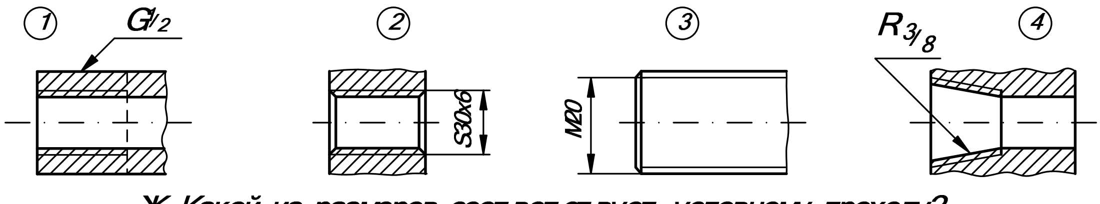
Г. Укажите условное обозначение резьбы трапецеидальной:

1 S 2 G 3 Tr 4 Rd

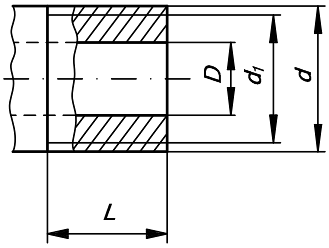
Д. Укажите условное обозначение метрической резьбы с мелким шагом:

1 S60x10(PS) 2 M60x4 3 Tr20x4 4 R1½

Е. На каком чертеже допущена ошибка в простановке обозначения резьбы?



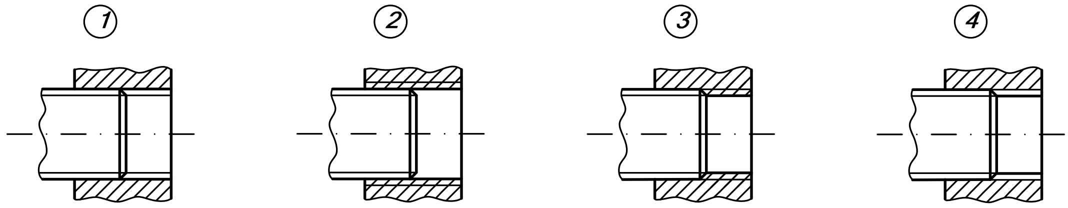
Ж. Какой из размеров соответствует условному проходу?



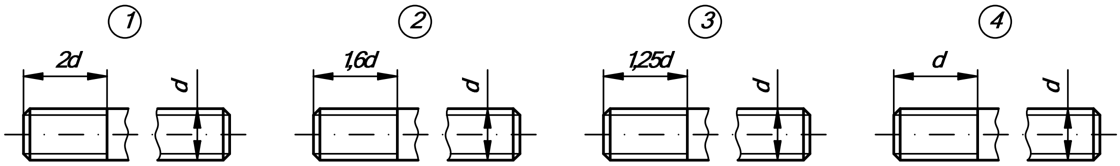
1 L 2 D 3 d_1 4 d

Тестовые задания по теме "РЕЗЬБОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ И СОЕДИНЕНИЯ"

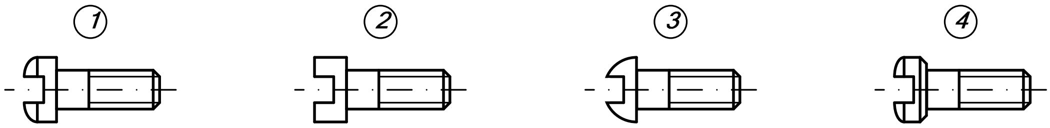
А. На каком чертеже резьбовое соединение выполненно в полном соответствии с ГОСТ 2.311-68?



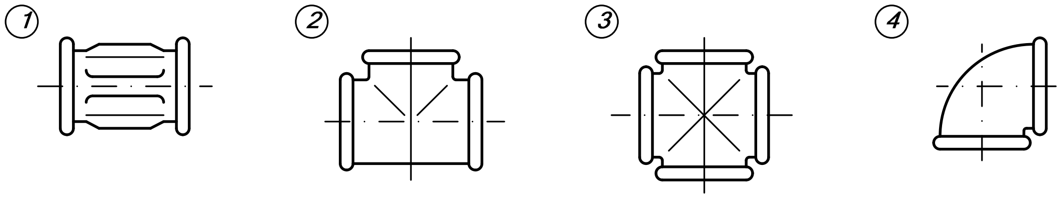
Б. Какая шпилька должна ввинчиваться в алюминий?



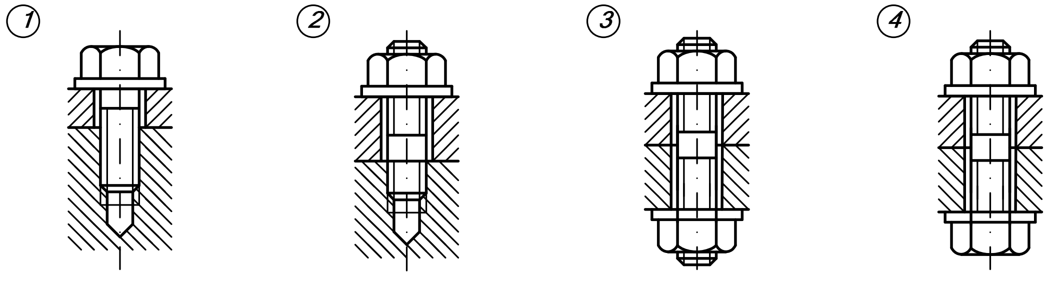
В. Укажите винт с полукруглой головкой?



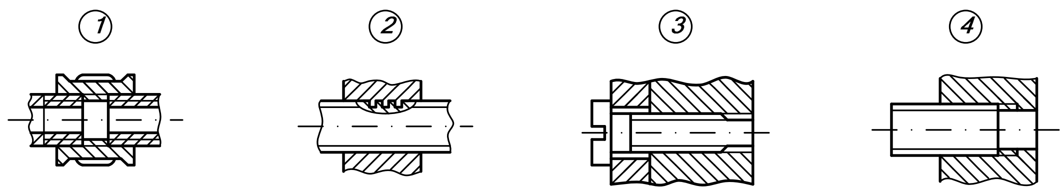
Г. Укажите рисунок, на котором изображен тройник прямой?



Д. Какое из резбовых соединений является болтовым соединением?



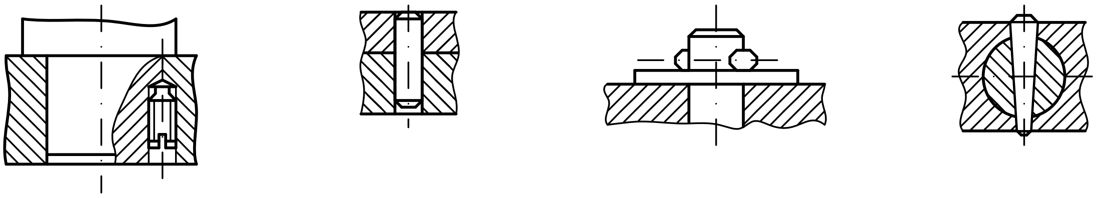
Е. Какое из соединений является соединением ходового винта и гайки?



Тестовые задания по теме "СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ"

А. На каком чертеже изображено соединение штифтом цилиндрическим?

1 2 3 4

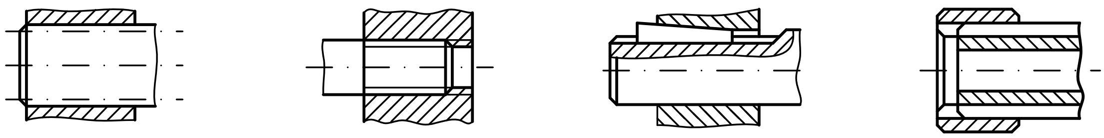


Б. Укажите чертеж шлицевого валика:

1 2 3 4

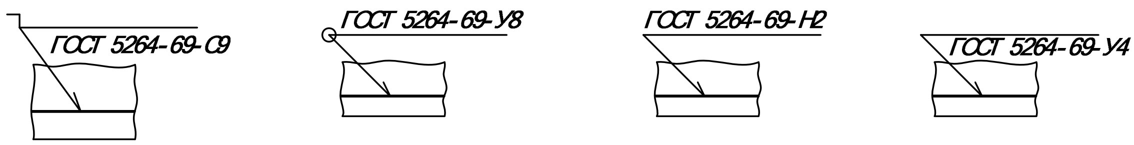
В. Укажите чертеж шпоночного соединения:

1 2 3 4



Г. На каком чертеже приведен стыковой сварной шов, показанный с оборотной стороны?

1 2 3 4



Д. Какой из вспомогательных знаков в условном обозначении шва соответствует шву по незамкнутому контуру?

1 2 3 4

Е. На каком чертеже изображено и обозначено соединение пайкой?

1 2 3 4

Тестовые задания по теме "ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ, ПРУЖИНЫ"

А. Какие передачи преобразуют вращательное движение в поступательное?

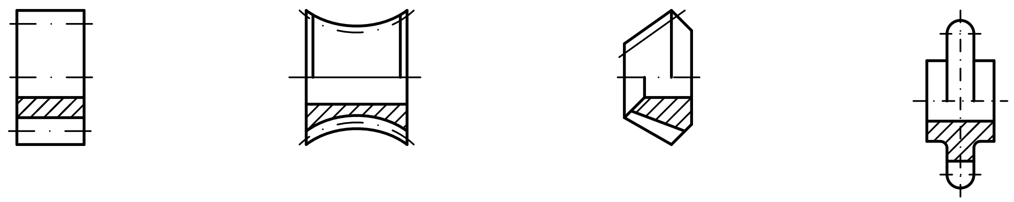
1	2	3	4
червячные	реечные	конические	цилиндрические

Б. По какой формуле подсчитывают диаметр окружности вершин зубчатого колеса?

1	2	3	4
$d=mz$	$d_f=m(z-2{,}5)$	$d_a=m(z+2)$	$h_f=1{,}25m$

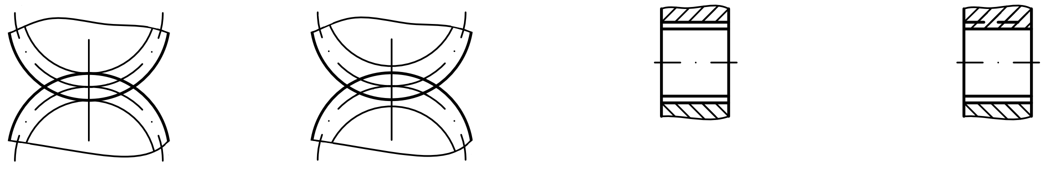
В. На каком чертеже изображено зубчатое цилиндрическое колесо?

1 2 3 4



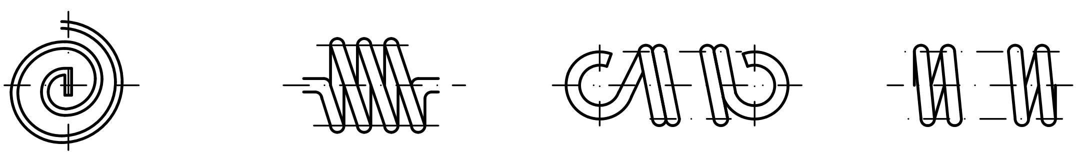
Г. На каком чертеже правильно изображены линии зацепления зубчатых передач?

1 2 3 4



Д. На каком чертеже изображена пружина, работающая на растяжение?

1 2 3 4

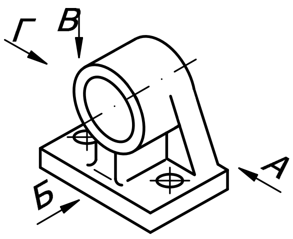


Е. Какие пружины имеют прямоугольное сечение?

1	2	3
пружины кручения	пружины растяжения	пружины спиральные

Тестовые задания по теме "ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ"

А. В направлении какой стрелки следует выбрать главный вид детали?

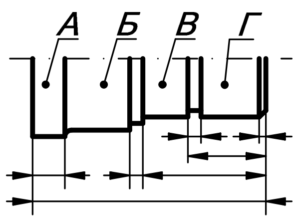


①	②	③	④
А	Б	В	Г

Б. Какие изображения необходимо выполнить для полной передачи формы этой детали?

①	②	③	④
1. главный вид; 2. вид сверху; 3. вид слева.	1. главный вид; 2. вид сверху с местным резцом.	1. главный вид; 2. вид сверху; 3. профольный разрез на виде слева.	1. главный вид; 2. вид слева с мест резцом.

В. Каким способом нанесены размеры детали по ее длине?



① координатным
② цепным
③ смешанным
④ комбинированным

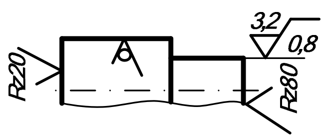
Г. Длина какого участка детали является "свободным" размером?

①	②	③	④
А	Б	В	Г

Д. Какое из обозначений соответствует наибольшей шероховатости поверхности?

①	②	③	④
Rz40 √	Rz20 √	2,5 √	1,25 √

Е. Какое из обозначений шероховатости на изображении детали нанесено неверно



①	②	③	④
3,2 0,8	√	Rz20 √	Rz80 √

Укажите обозначение шероховатости в правом верхнем углу чертежа, выполненно
полном соответствии с ГОСТ 2.309-79:

①	②	③	④
√(√)	√ Rz80 (√)	√(√)	√(√)

Станийчук Александр Владимирович,
доцент кафедры дизайна АмГУ, канд. техн. наук;

Медведев Александр Михайлович,
доцент кафедры дизайна АмГУ, канд. техн. наук.

Начертательная геометрия: методические указания и контрольные задания. Учебно-методическое пособие.

Изд-во АмГУ. Подписано к печати . Формат 60х84/16. Усл. печ. л. 5,29. Тираж 100. Заказ .
Отпечатано в типографии АмГУ.