Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет»

Кафедра начертательной геометрии и графики

ПОВЕРХНОСТИ. ОБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ, РАЗВЕРТКИ, СЕЧЕНИЯ

Индивидуальные задания и методические указания к заданию по начертательной геометрии и графике для самостоятельной работы студентов специальностей 240301, 240801, 150402, 190601, 270205

Составители Л. Е. Бахтина
З. Г. Котельникова

Утверждено на заседании кафедры
Протокол № 8 от 25.06.2007
Рекомендовано к печати
учебно-методической комиссией
270205
Протокол № 1 от 26.08.2008
Электронная копия находится
в библиотеке главного корпуса
ГУ КузГТУ

Кемерово 2008

ВВЕДЕНИЕ

В машиностроении для изготовления кожухов машин, ограждений станков, вентиляционных устройств, трубопроводов используются листовые материалы. Из них вырезаются развертки, которые путем изгибания и «свертывания» превращаются в необходимые изделия.

В строительстве, градостроительстве часто покрывают изделия, крыши, стены сооружений различными листовыми материалами и химическими составами. Делается это в декоративных целях или для повышения (понижения) электропроводности.

Во всех этих случаях необходимо знать площадь объекта. Чтобы правильно ее определить, надо уметь строить развертки простых геометрических форм.

Цель самостоятельной работы работы:

1. Изучить методы образования гранных поверхностей и поверхностей вращения.
2. Изучить методы построения сечения гранных поверхностей плоскостью общего положения.
3. Научиться строить развертки призм, пирамид, конусов, цилиндров (прямых и наклонных).

1. ОБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для изображения поверхности удобно рассматривать ее как непрерывное множество положений линии (образующей), перемещающейся в пространстве. Образующая может быть постоянной и переменной. Если она перемещается по определенному закону, поверхность закономерная. Если нет – случайная. Не подчинены определенным законам образования поверхности лопастей турбин и нагнетателей, обшивки каркасов морских судов, самолетов, автомобилей и многие другие. К случайным можно отнести топографическую поверхность.

Оптимальную форму этих поверхностей определяют физическими условиями, в которых работают детали, и устанавливают ее в многочисленных экспериментах.

Под кинематическим законом образования поверхности понимается закон изменения формы образующей в процессе ее движения и сам закон движения. Поверхность может быть задана определителем, так называют совокупность геометрических элементов, позволяющих реализовать кинематический закон образования поверхности. Определителем конической поверхности являются ее образующая и направляющая и то, что образующая все время проходит через фиксированную точку пространства. Если эту точку удалить в бесконечность, образующая станет перемещаться по направляющей, оставаясь все время параллельной самой себе. Мы получаем определитель цилиндрической поверхности. Поверхность считается заданной, если относительно любой точки пространства можно решить задачу о принадлежности ее данной поверхности.

По виду образующей различают поверхности линейчатые и нелинейчатые. Образующей первых является прямая линия, а вторых – кривая.

Если же классифицировать поверхности по закону движения образующей, то большинство встречающихся в технике поверхностей можно разделить на:

- поверхности вращения;
- поверхности с плоскостью параллелизма;
- винтовые.

1.1. Линейчатые поверхности

Закон перемещения прямолинейной образующей может быть задан уравнением или графически. Чаще всего образующая перемещается в пространстве, по второй линии – направляющей.

Если направляющей является ломаная линия и прямолинейная образующая, перемещаясь по ней, все время проходит через фиксированную точку, образуется гранная пирамидальная поверхность.

Если удалить фиксированную точку в бесконечность, то образующая перемещается в пространстве, оставаясь параллельной самой себе, получается призматическая поверхность.

При увеличении до бесконечности числа сторон ломаной направляющей пирамидальная поверхность преобразуется в коническую, призматическая – в цилиндрическую (рис. 1).

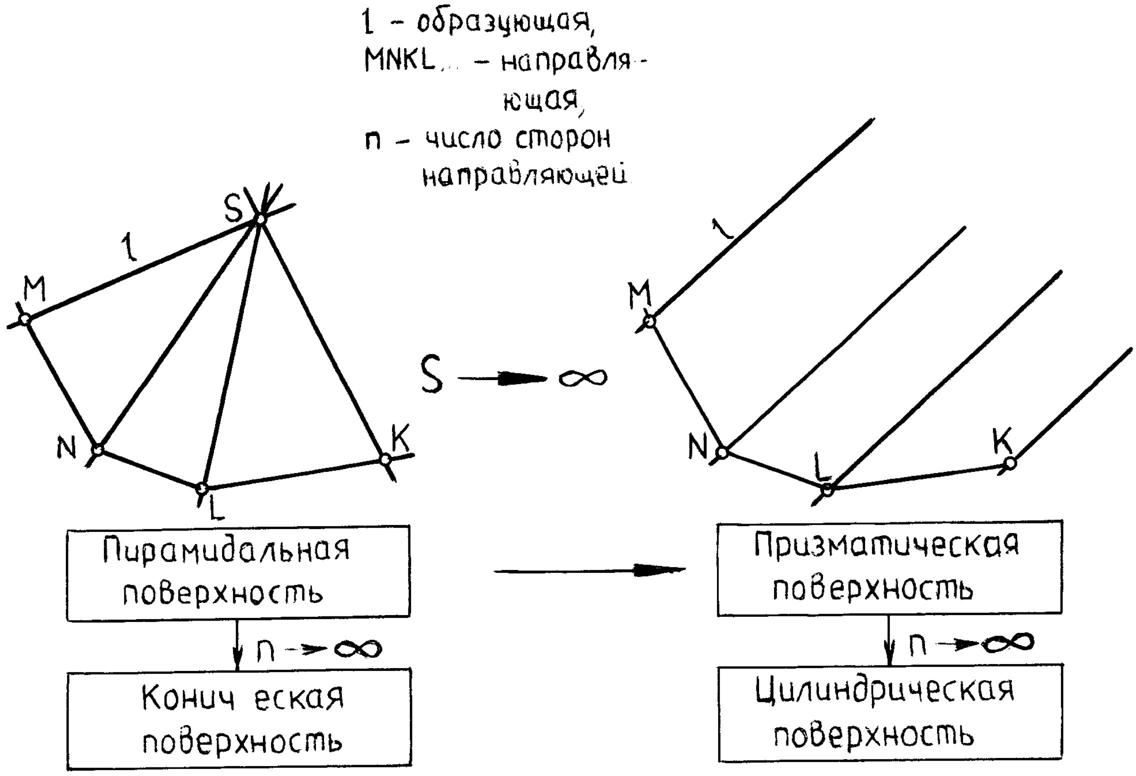


Рис. 1

1.2. Поверхности с плоскостью параллелизма

Поверхности с плоскостью параллелизма образуются прямолинейной образующей, перемещающейся по двум направляющим так, что образующая все время остается параллельной какой-то одной плоскости параллелизма, чаще всего проецирующей или плоскости уровня.

Если обе направляющие – кривые линии, образуется поверхность цилиндроида.

Если одна из направляющих – прямая, а вторая – кривая, образуется поверхность коноида.

Если обе направляющие – прямые (скрещивающиеся), образуется косая плоскость.

1.3. Поверхности вращения

Поверхности вращения могут быть линейчатыми и нелинейчатыми.

Если прямолинейная образующая и ось вращения пересекаются, образуется коническая поверхность вращения (рис. 2 а), если параллельны – цилиндрическая (рис. 2 б), если скрещиваются – поверхность однополостного гиперболоида вращения.

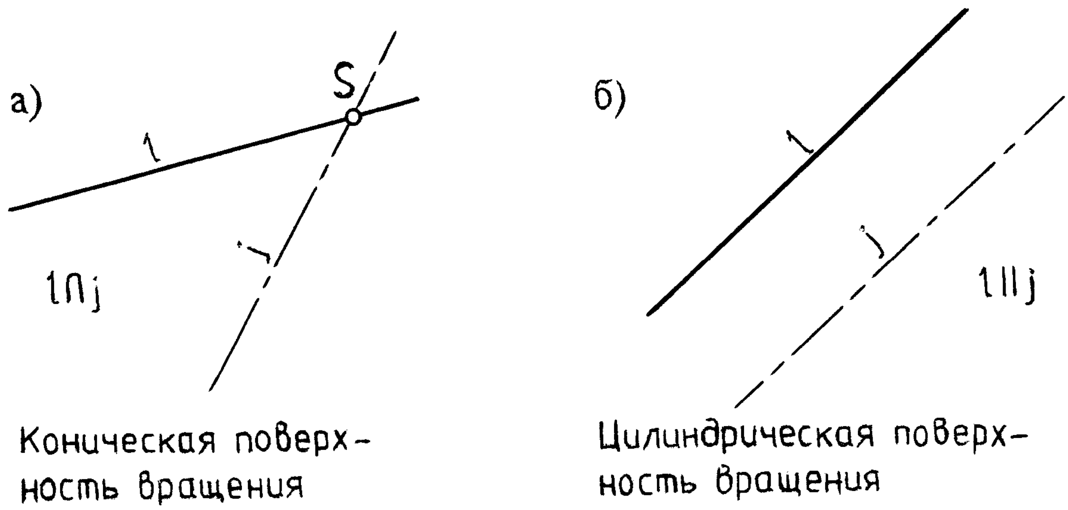


Рис. 2

Образующей поверхности вращения может служить и любая кривая линия. Образующая окружность может, в зависимости от положения оси вращения относительно центра окружности, образовать разные поверхности (рис. 3). Ось вращения лежит в плоскости образующей.

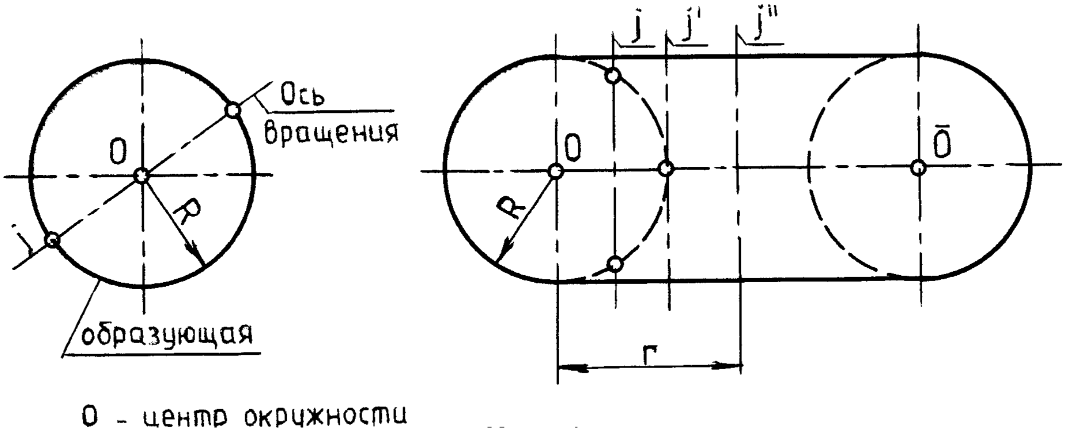


Рис. 3

Если $\iota \in 0$, образуется сферическая поверхность.
Если $r > R$, образуется тор открытый.
Если $r = R$, образуется тор закрытый.
Если $r < R$, образуется тор самопересекающийся.

Вращением эллипса вокруг одной из его осей образуется эллипсоид, гиперболы – гиперболоид, параболы – параболоид.

1.4. Построение точек на поверхностях

Точка принадлежит поверхности, если находится на линии, лежащей на поверхности.

На поверхности вращения различают параллели и меридианы. Плоскость параллели R перпендикулярна оси вращения. Это траектория движения вращающейся точки. Меридианы – это разные положения образующей (рис. 4). Самая большая параллель поверхности – экватор, самая малая – горло.

Построение точек на поверхностях осуществляется с помощью параллелей или меридианов, проходящих через них.

Тело образуется одной замкнутой или совокупностью поверхностей.

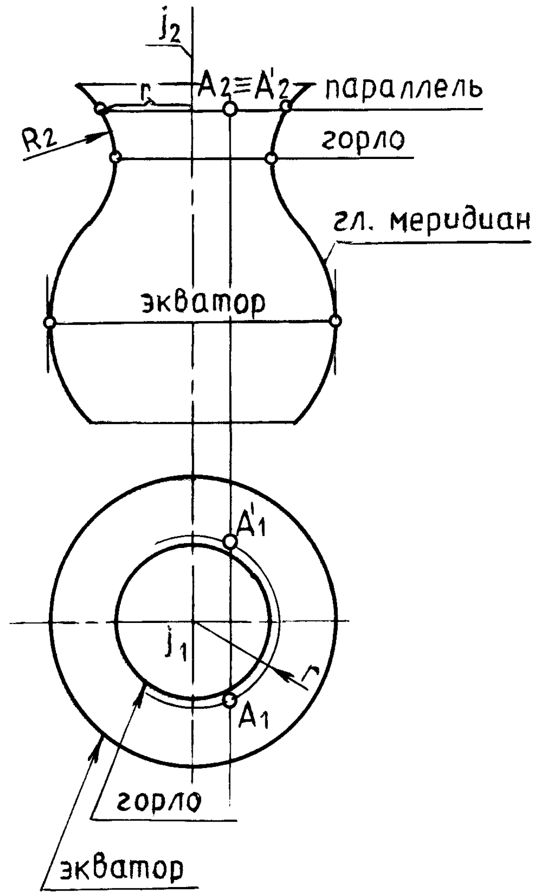


Рис. 4

1.5. Многогранники

Многогранник – совокупность плоских многоугольников, у которых каждая сторона одного является одновременно стороной другого, но только одного.

Выпуклый многогранник размещается по одну сторону от плоскости каждой его грани. Видимость ребер многогранника определяется с помощью конкурирующих точек (рис. 5).

Точки 1 и 2 лежат на одном горизонтально-проецирующем луче зрения и называются горизонтально-конкурирующими. Точка 1 $\in$ AD и находится выше, чем точка 2 $\in$ BC, значит, на горизонтальной проекции будет видимым ребро AD.

Точки 3 и 4 лежат на одном фронтально-проецирующем луче зрения. С их помощью определим видимость ребер на фронтальной проекции многогранника.

Точка 4 $\in$ AC находится дальше от фронтальной плоскости проекций, чем точка 3 $\in$ BD, значит, мы будем видеть ребро AC, а BD будет невидимым (рис. 5).

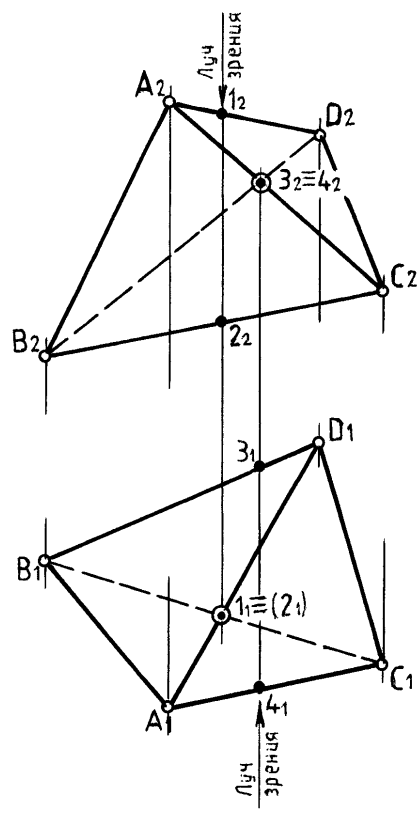


Рис. 5

2. РАЗВЕРТЫВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Разверткой называется фигура, полученная путем совмещения поверхности с плоскостью. Если это удается сделать без разрывов и складок, то поверхность развертывающаяся, если не удается – не развертывающаяся. Для таких поверхностей строятся приближенные развертки. Очень многие, но не все, линейчатые поверхности развертывающиеся.

Прежде чем приступить к построению разверток, нужно вспомнить о некоторых свойствах их:

1. На развертке сохраняются прямые линии поверхности.
2. Параллельные прямые остаются параллельными на развертке.
3. Прямые линии на развертке являются кратчайшими расстояниями на поверхности или геодезическими линиями.
4. Длины отрезков и натуральные величины углов сохраняются.
5. Сохраняются площади фигур.
6. Поверхность и развертка – два точечных множества взаимно однозначных.

2.1. Построение разверток многогранников

Чтобы получить развертку многогранника, нужно вычертить последовательно все его грани в натуральную величину в том порядке, в каком эти грани расположены в пространстве.

Пример 1. Построение развертки пирамиды, основание которой лежит в горизонтальной плоскости (рис. 6).

Все стороны основания такой пирамиды проецируются на $П_1$ без искажения. Необходимо только определить натуральную величину боковых ребер и можно вычертить каждую грань, пользуясь способом засечек. Натуральную величину боковых ребер рациональнее всего найти вращением их вокруг вертикальной оси i, проходящей через вершину пирамиды, до положения, параллельного фронтальной плоскости проекций. Вершина пирамиды при этом остается неподвижной, горизонтальные проекции каждой точки основания перемещаются по окружности, фронтальные – по оси X. Горизонтальные проекции боковых ребер располагаются теперь параллельно оси X, фронтальные представляют собой натуральную величину.

Чтобы нанести на развертку точку K, принадлежащую ребру SC, необходимо повернуть ее в пространстве вместе с этим ребром, при этом ее фронтальная проекция перемещается вдоль оси X. Измерив расстояние от основания ребра до точки K на натуральной величине ребра SC, отложим его от основания ребра SC на развертке.

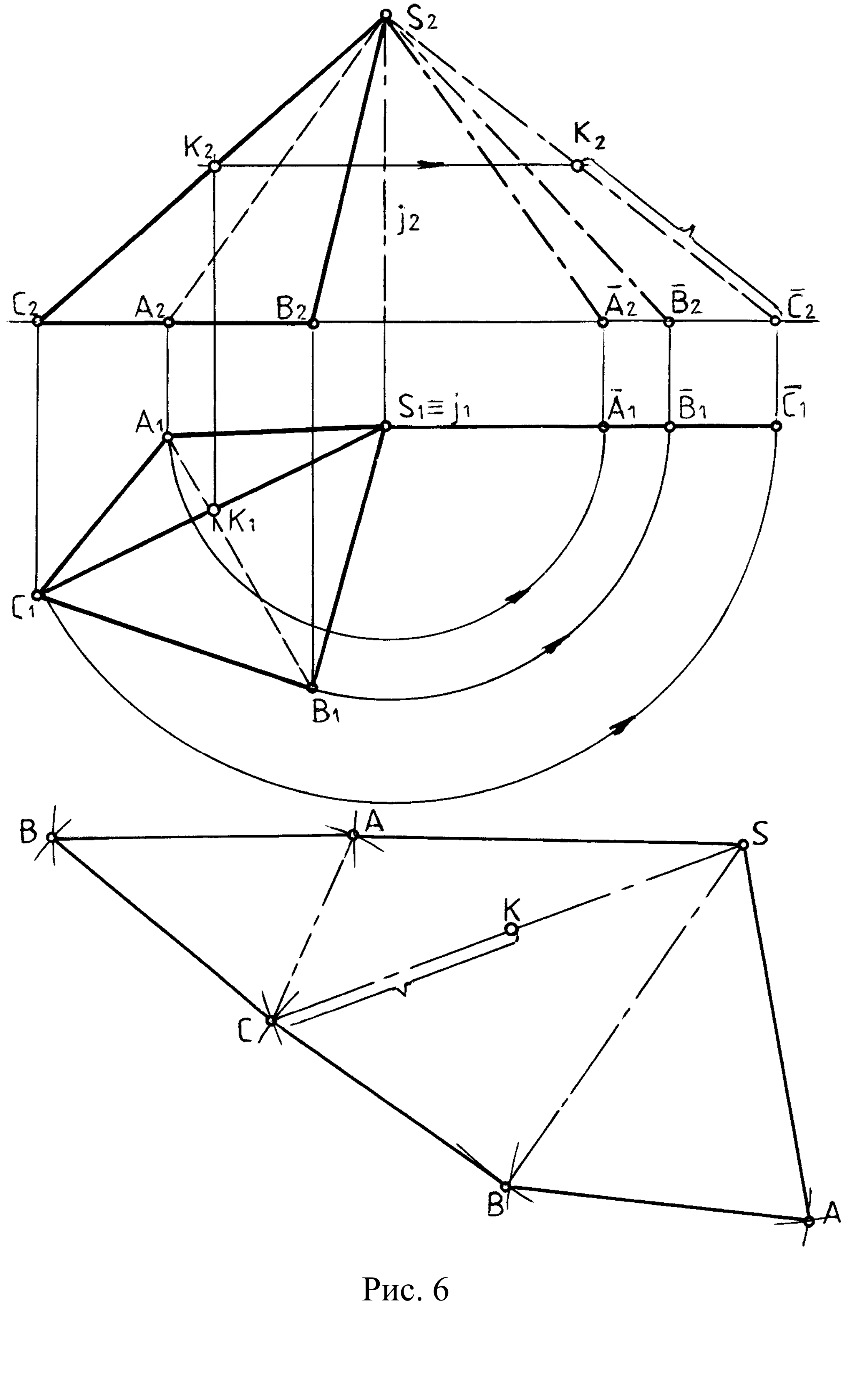


Рис. 6

2.2. Развертка призмы

Для построения ее можно использовать один из трех способов:

1. Раскатка.
2. Способ нормального сечения.
3. Триангуляция (разбиение граней на треугольники).

2.2.1. Способ раскатки

Так как гранями призмы являются параллелограммы, то предварительно решим задачу определения истинной величины этой фигуры (рис. 7). Вращением вокруг оси, совпадающей с фронтально расположенной стороной AB параллелограмма, поворачиваем его до совмещения с плоскостью $П_2$. Стороны AD и BC параллельны горизонтальной плоскости, значит, проецируются на нее без искажения. Точки C и D перемещаются вдоль перпендикуляров к оси вращения. Засекаем на перпендикулярах натуральную величину AD и BC из точек A_2 и B_2 соответственно.

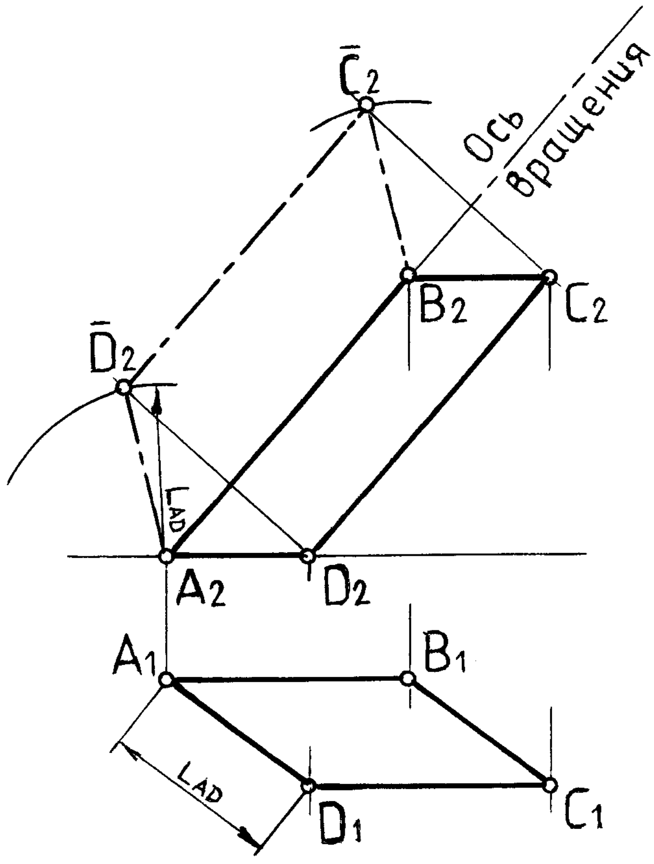


Рис. 7

На рис. 8 заданы проекции наклонной треугольной призмы.

Для построения развертки потребовалось преобразовать эпюр, построив новую проекцию призмы на плоскость $П_4$, параллельную боковым ребрам заданного многогранника.

Развертывание боковой поверхности призмы начато с грани ABFE, построение которой аналогично тому, что было выполнено на рис. 7.

Следующую грань BCGF вращаем вокруг ребра BF. На перпендикулярах к оси AE, по которым перемещаются точки C и G, делаем засечки дугой радиуса BC из точек B и F, как из центров. Также определяются на развертке вершины C и G. Процесс этот повторяется столько раз, сколько боковых граней имеет призма. На том же рис. 8 показано, как определяется на развертке положение некоторой точки K, принадлежащей грани BCGF. Для этой цели через точку в грани проведена прямая KM, параллельная боковым ребрам призмы. Сначала на развертке построена вспомогательная прямая, а затем и точка K, ей принадлежащая.

2.2.2. Способ нормального сечения

На рис. 9 были заданы проекции наклонной треугольной призмы. Основания ее проецируются без искажения на плоскость $П_1$. Натуральная величина боковых ребер определена заменой плоскостей проекций. Новая плоскость проекций $П_4$ параллельна боковым ребрам.

С целью определения нормальной ширины каждой боковой грани введена плоскость Г, пересекающая боковые ребра под прямым углом. Натуральная величина нормального сечения $1_1 2_1 3_1$ определена плоско-параллельным перемещением его в положение параллельное плоскости проекций $П_1$, при котором $1_4 2_4 3_4$ располагается параллельно оси X_{14}, а точки $1_1 2_1 3_1$ перемещаются вдоль ребер призмы, которым они принадлежат.

Для построения развертки необходимо:

1. На прямой линии, расположенной на свободном поле чертежа, как угодно, отложить последовательно натуральные величины сторон нормального сечения 1 2 3 1.

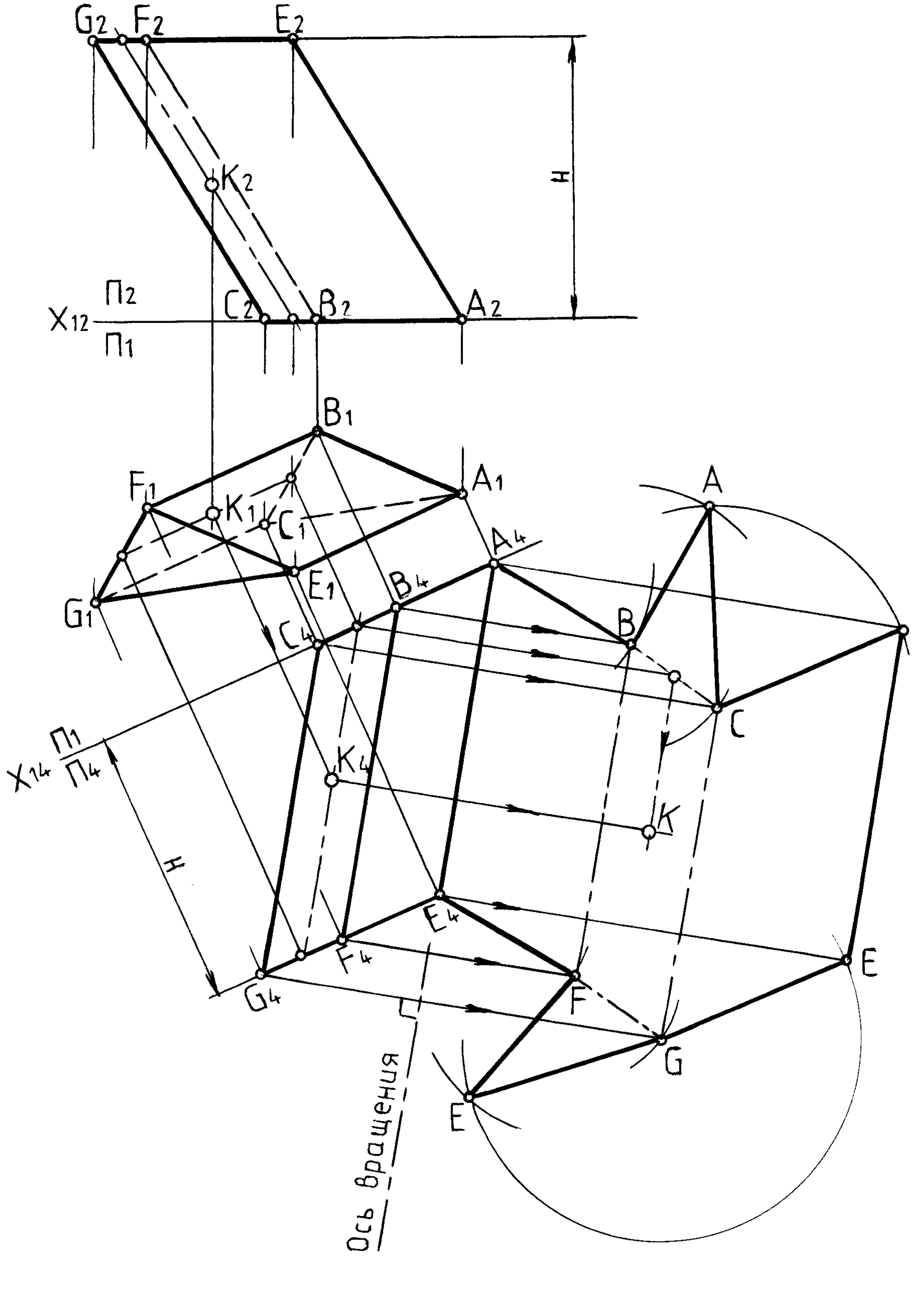

G2
F2
E2
H
K2
П2
X12
П1
C2
B2
A2
B1
A1
F1
K1
C1
E1
G1
A4
B4
C4
A
B
A
C
X14
П1
П4
K4
K
H
E4
F4
G4
E
F
G
E
Ось вращения

Рис. 8

2. Через точки 1 2 3 1 провести прямые, перпендикулярные линиям нормального сечения.

3. Отложить на них от линии нормального сечения в одну сторону натуральные расстояния до верхнего основания DEFD, в другую – до нижнего BACB.

4. К основанию любой из граней пристроить верхнее и нижнее основания призмы.

Построение точки K на развертке, принадлежащей ребру BD, показано на рис. 9.

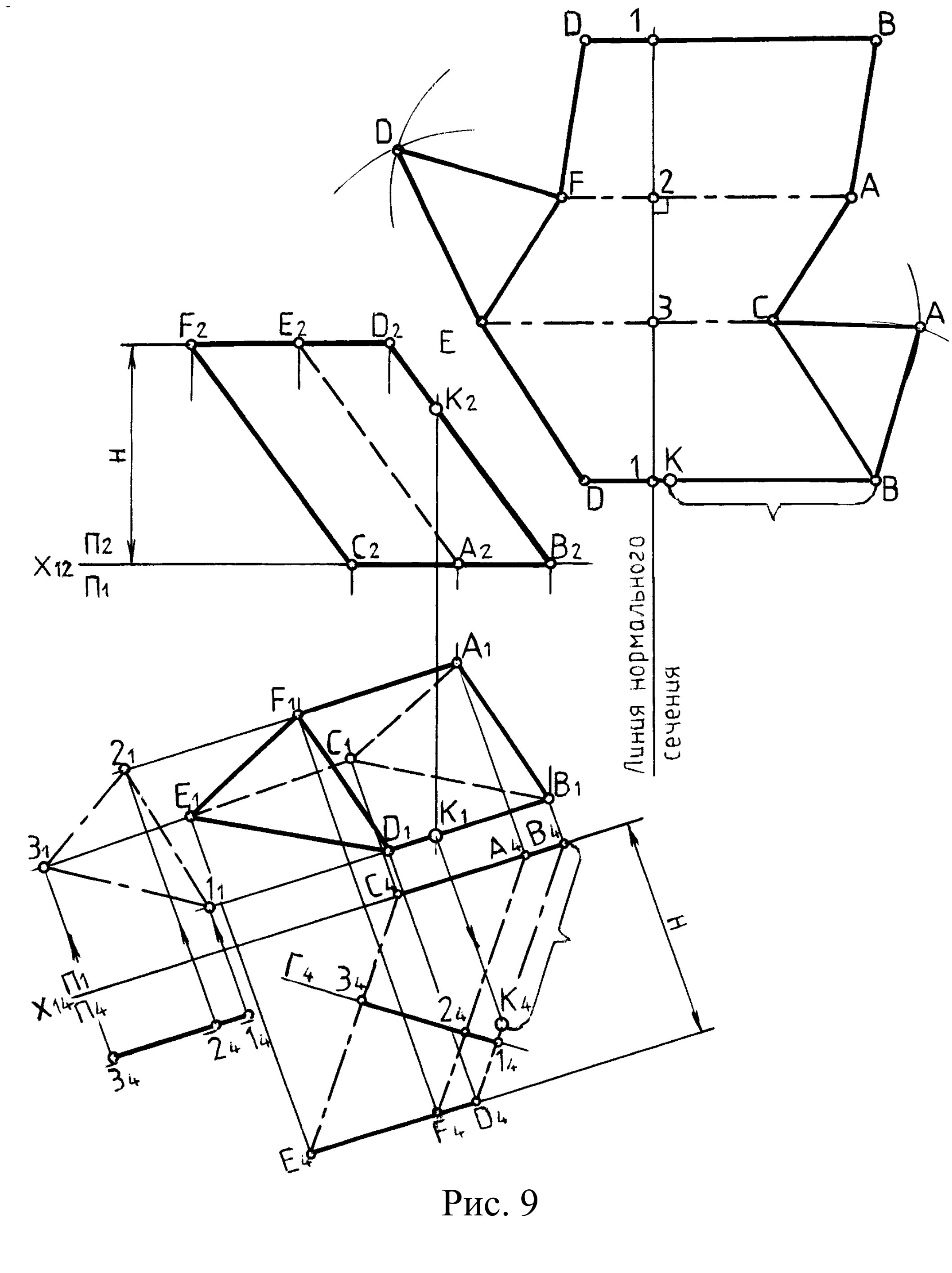


Рис. 9

2.2.3. Способ триангуляции

Способ триангуляции (способ засечек) предполагает проведение одной диагонали в каждой боковой грани призмы. Определив натуральные величины диагоналей и боковых ребер любым способом, можно строить натуральные величины каждой грани засечками, располагая их последовательно в необходимом порядке.

3. РАЗВЕРТКИ ПРОСТЕЙШИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ

Для построения разверток прямого кругового цилиндра и конуса необходимо знать длину образующей и диаметр основания.

3.1. Развертка прямого кругового цилиндра

Развертка прямого кругового цилиндра представляет собой прямоугольник, одна из сторон которого равна длине окружности πD, а другая − высоте h цилиндра (рис. 10).

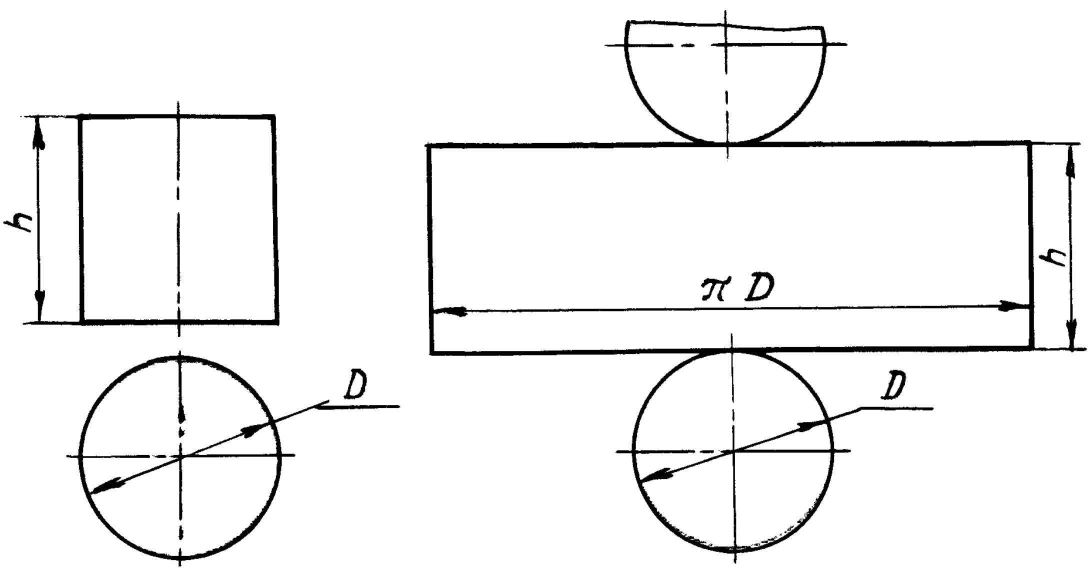


Рис. 10

3.2. Развертка прямого кругового конуса

Развертка прямого кругового конуса представляет собой круговой сектор, радиус которого равен длине образующей конуса, а длина дуги – длине окружности основания конуса πD, φ – центральный угол (рис. 11).

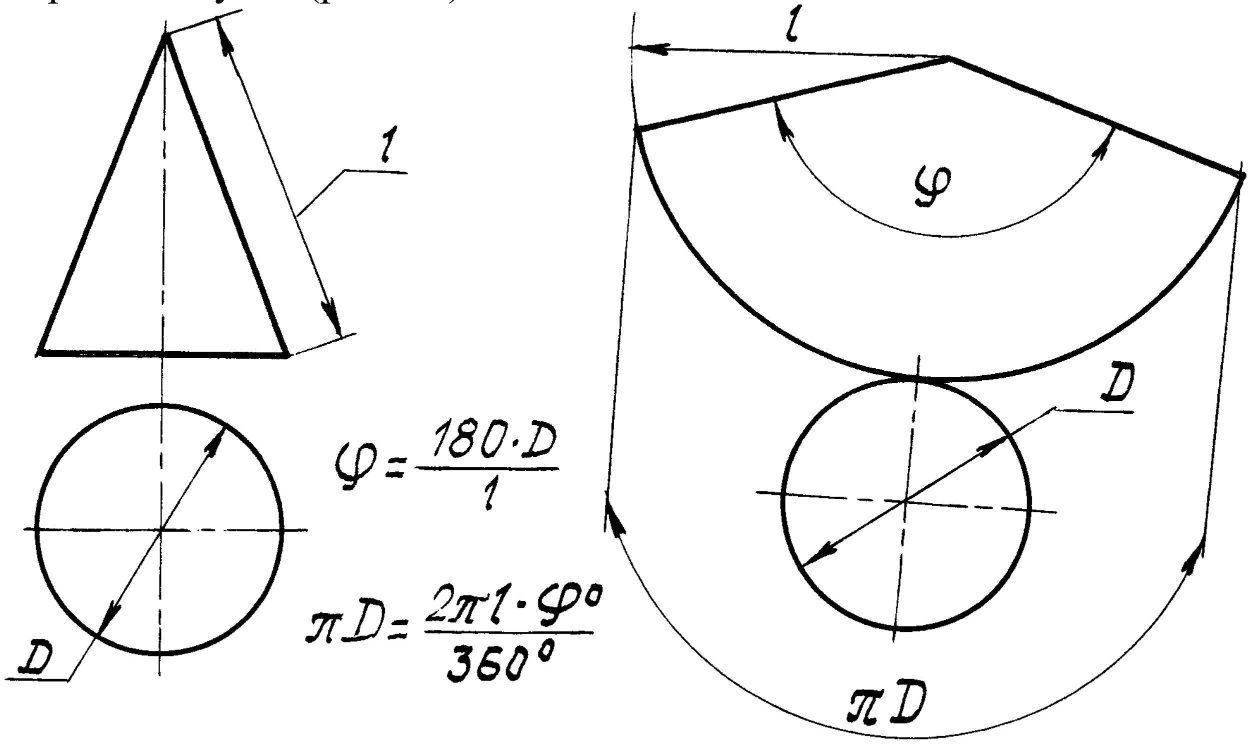


Рис. 11

4. РАЗВЕРТЫВАНИЕ КРИВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для построения разверток наклонных или прямых, но не круговых конусов и цилиндров рекомендуется поступать следующим образом:

1. В заданный цилиндр или конус вписывают n-угольную призму или пирамиду. Число n зависит от размеров чертежа, но во всех случаях его не следует брать меньше шести.

2. Строят развертку n угольной пирамиды или призмы так, как было описано выше (рис. 7, 8). Полученные точки соединяют плавной линией (рис. 12).

4.1. Развертка цилиндра

На рис. 12 показано построение развертки наклонного цилиндра способом раскатки. В цилиндр вписана шестиугольная призма.

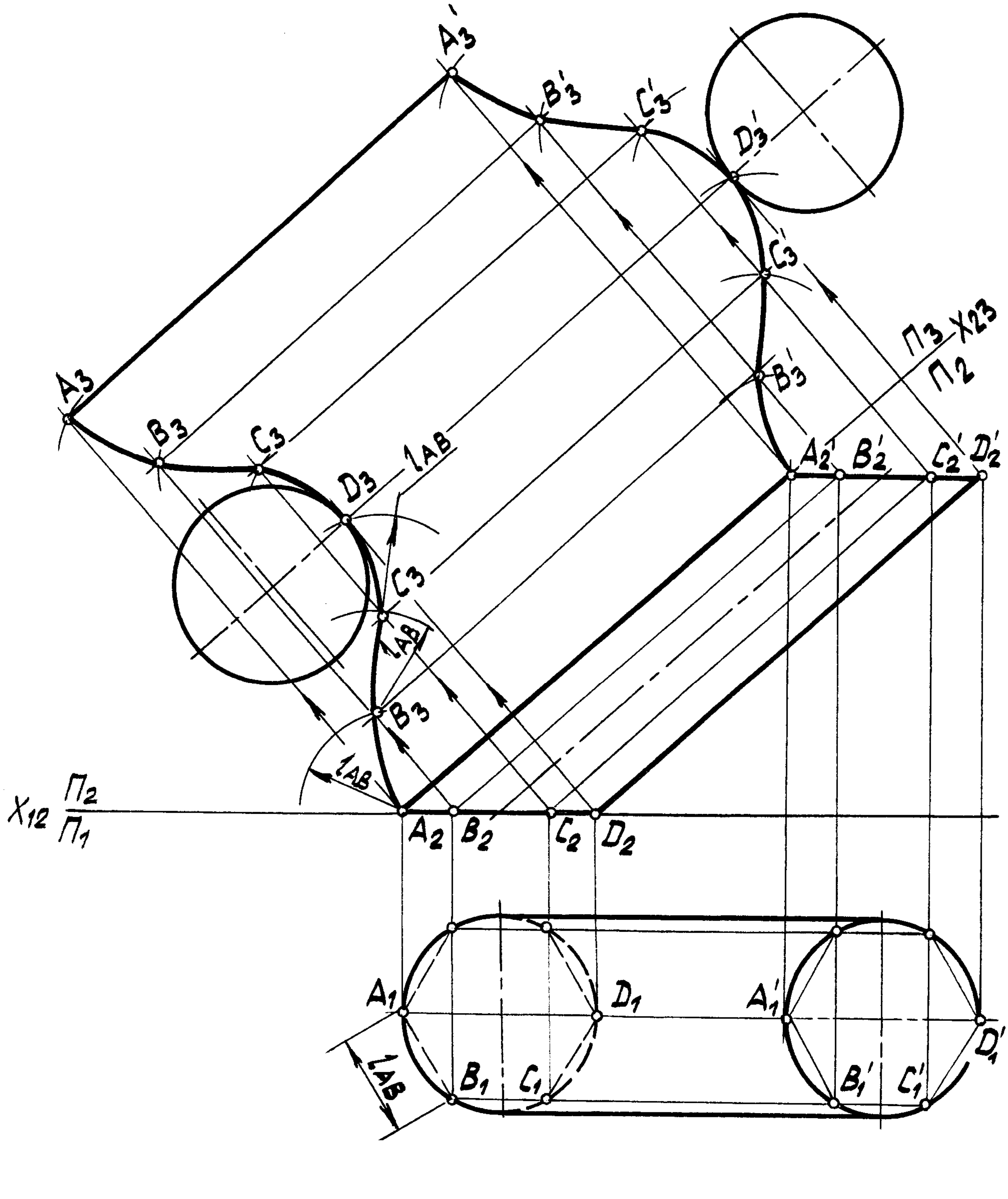


Рис. 12

4.2. Развертка конуса

На рис. 13 построена развертка наклонного кругового конуса. В него вписана шестиугольная пирамида. Построение развертки пирамиды показано на рис. 6. К разверткам боковых поверхностей цилиндра и конуса пристраиваются натуральные величины оснований в удобном для этого месте.

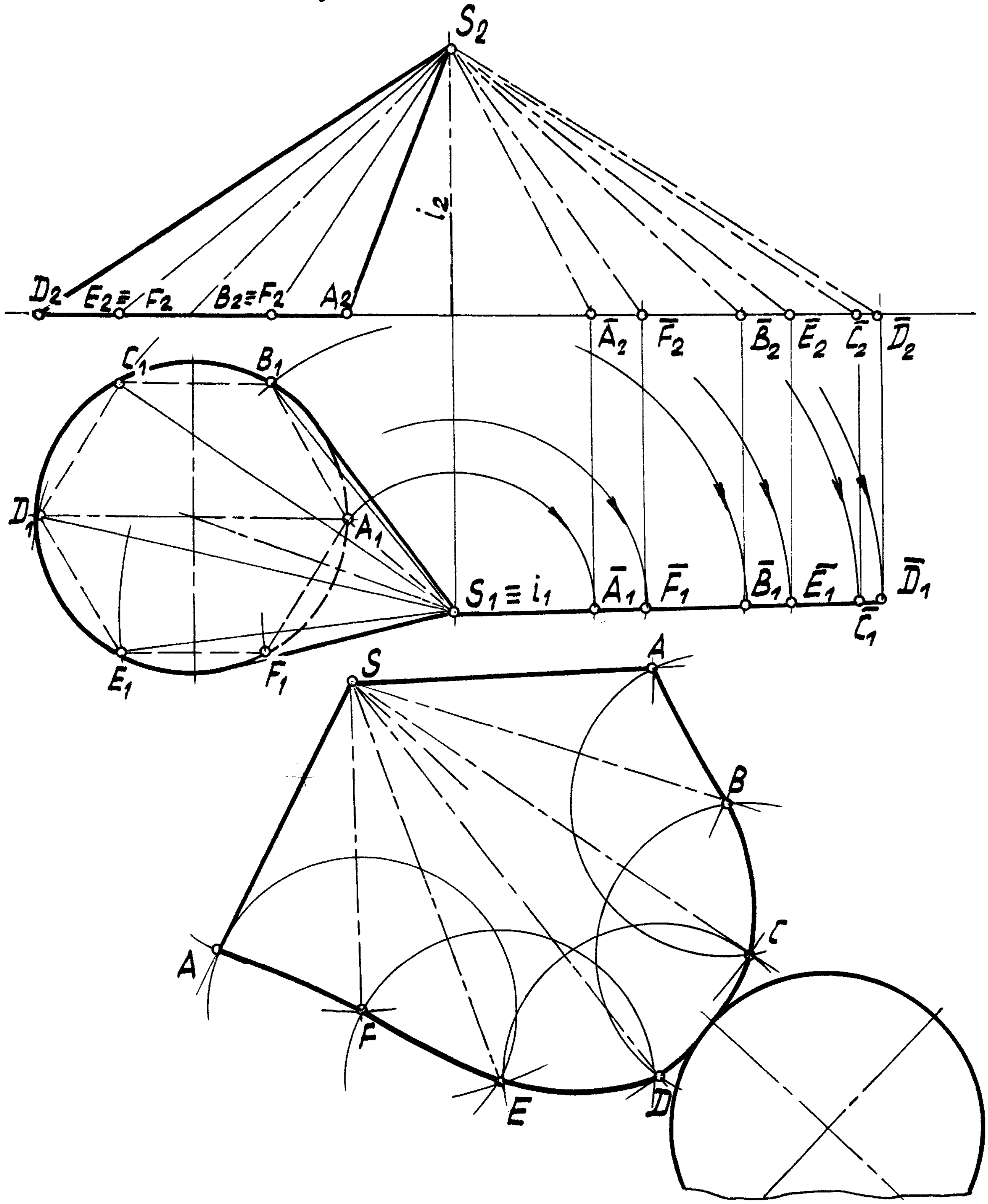


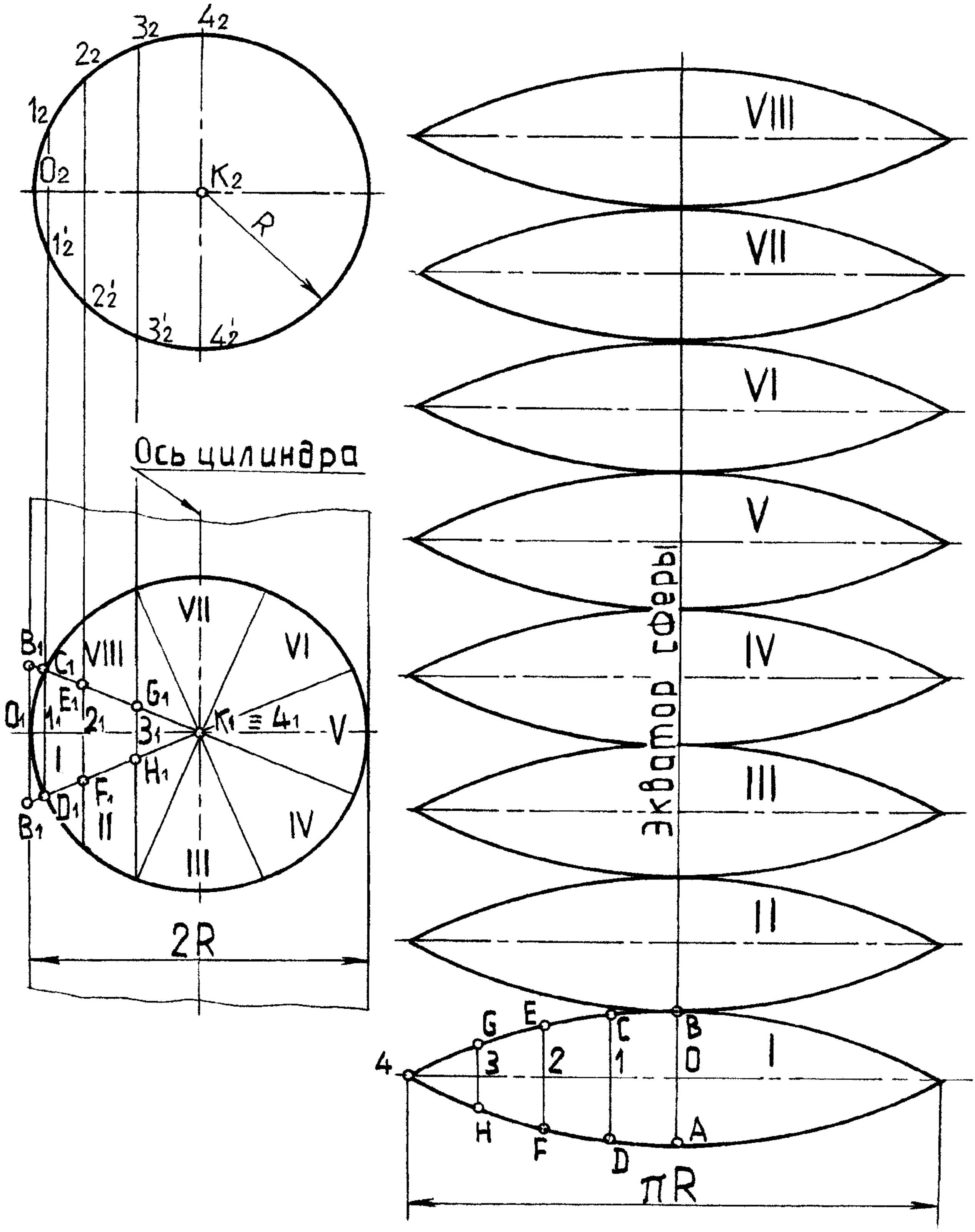
Рис. 13

4.3. Развертка сферы

Сферическая поверхность относится к неразвертывающимся. Существующие способы построения ее развертки дают лишь приближенные результаты. Сущность рассматриваемого способа заключается в том, что элемент сферической поверхности заменяется элементом цилиндрической или конической. При этом под элементом сферы понимают часть ее, ограниченную двумя большими кругами, являющимися меридианами сферы или параллелями.

Пусть дана сфера (рис. 14), поверхность которой разделена меридианами на несколько (например, восемь) равных частей. Каждый из образовавшихся элементов сферы проецируется на $П_1$ в виде сектора. Опишем теперь вокруг сферы цилиндрическую поверхность, ось которой проходит через центр сферы перпендикулярно к $П_2$ (контур цилиндрической поверхности изображен тонкой линией).

Заменяем элемент сферы частью поверхности созданного цилиндра. Горизонтальной проекцией этого цилиндрического элемента является треугольник АВК, а фронтальной – контур сферы (дуга окружности 4-4′). Для построения развертки цилиндрического элемента (лепестка) разделим его фронтальную проекцию на восемь равных частей и построим горизонтальные проекции образующих, соответствующих точкам деления. Натуральные длины отрезков образующих для построения развертки берем с горизонтальной проекции (отрезки A_1B_1, C_1D_1, E_1F_1, G_1H_1), а расстояние между ними измеряем на фронтальной проекции (между точками 0_2 и 1_2, 1_2 и 2_2 и т.д.). Развертка из восьми лепестков поверхности сферы показана на рис. 14. Через середину отрезка АВ проведена ось симметрии перпендикулярно развернутой линии экватора. На этой оси отложены влево четыре отрезка, равные отрезкам 0_2 -1_2, 1_2-2_2 и т. д. Через точки 1, 2 и 3 проведены параллельные экватору прямые, на которых отложены CD, EF и GH. Соединив плавной кривой концы отрезков, получаем развертку одной половины лепестка. Аналогично построена другая его половина. Восемь таких лепестков представляют собой приближенно построенную развертку сферы.



4_2
3_2
2_2
1_2
O_2
K_2
R
$1'_2$
$2'_2$
$3'_2$
$4'_2$
Ось цилиндра
VII
VI
VIII
B_1
C_1
E_1
G_1
O_1
H_1
2_1
3_1
$K_1 \equiv 4_1$
V
I
H_1
F_1
B_1
D_1
II
IV
III
2R
VIII
VII
VI
V
IV
III
II
I
Экватор сферы
4
G
E
C
B
3
2
1
O
H
F
D
A
πR

Рис. 14

5. ПЛОСКИЕ СЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКА ПЛОСКОСТЬЮ

Плоские сечения многогранников – это замкнутые фигуры, вершины и стороны которых определяются пересечением заданной плоскости соответственно с ребрами и гранями данного геометрического тела. Таким образом, для построения сечений находят или точки пересечения ребер с заданной плоскостью (способ ребер), или строят прямые, по которым плоскость пересекается с гранями (способ граней). Покажем применение их на следующих конкретных примерах.

5.1. Сечение призмы плоскостью общего положения

На рис. 15а показано построение сечения наклонной призмы способом ребер. Отдельно вынесено определение точки пересечения ребра *a* с заданной секущей плоскостью Г (рис. 15б).

Ребро *a* заключено во фронтально-проецирующую плоскость R, построена линия MN пересечения плоскости R с заданной плоскостью Г, определена точка пересечения 1 ребра *a* с линией MN. Это и есть точка пересечения ребра *a* с плоскостью Г. Аналогично найдены точки пересечения других боковых ребер призмы (2, 3) с плоскостью Г. Точки соединяют с учетом видимости ребер многогранника.

Поскольку боковые ребра призмы параллельны между собой, параллельными будут вспомогательные фронтально-проецирующие плоскости и линии пересечения их с заданной плоскостью Г.

Так же можно построить сечение пирамиды, но вспомогательные плоскости не будут параллельны между собою и линии их пересечения с заданной плоскостью тоже.

Задача значительно облегчается, если секущая плоскость проецирующая. Тогда сечение проецируется на одну из плоскостей проекций в одну линию.

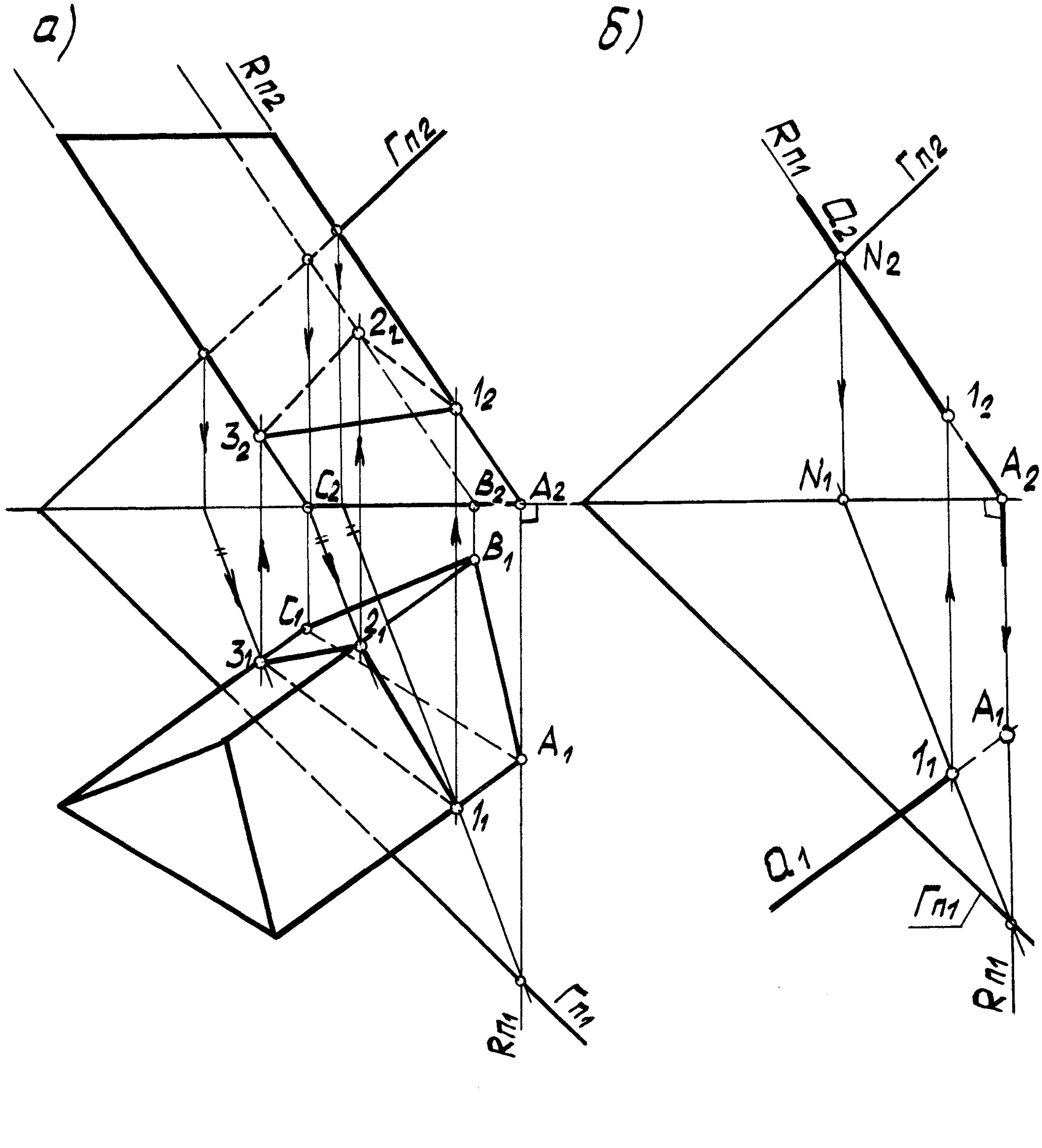


Рис. 15

На рис. 16 построено сечение пирамиды фронтально-проецирующей плоскостью.

Можно, используя способы преобразования проекций, превратить плоскость общего положения в проецирующую.

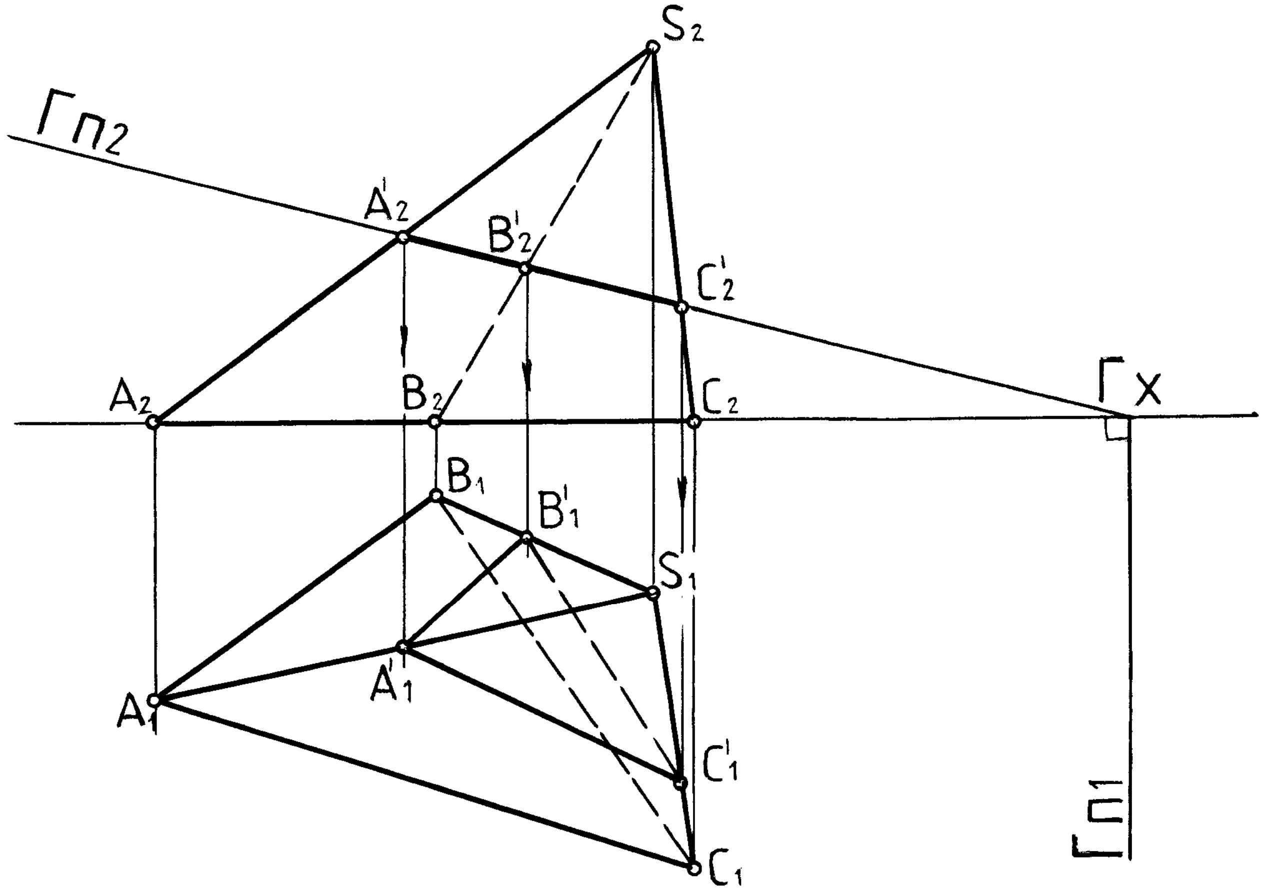


Рис. 16

На рис. 17 такая задача решается заменой плоскостей проекций. Новая плоскость проекций располагается перпендикулярно заданной секущей плоскости. При этом новая ось проекций должна быть перпендикулярна одному из следов плоскости заданной или линии уровня ее.

Для построения разверток усеченных поверхностей бывает необходимо определять натуральную величину сечения. На рис. 17 она определена заменой плоскостей проекций. После того как сечение пирамиды стало проецирующим, выбирается новая плоскость проекций $П_5$, параллельная секущей плоскости Г. При этом новая ось проекций располагается параллельно проекции $A'_4B'_4C'_4$. На плоскость $П_5$, сечение проецируется теперь без искажения $A'_5B'_5C'_5$.

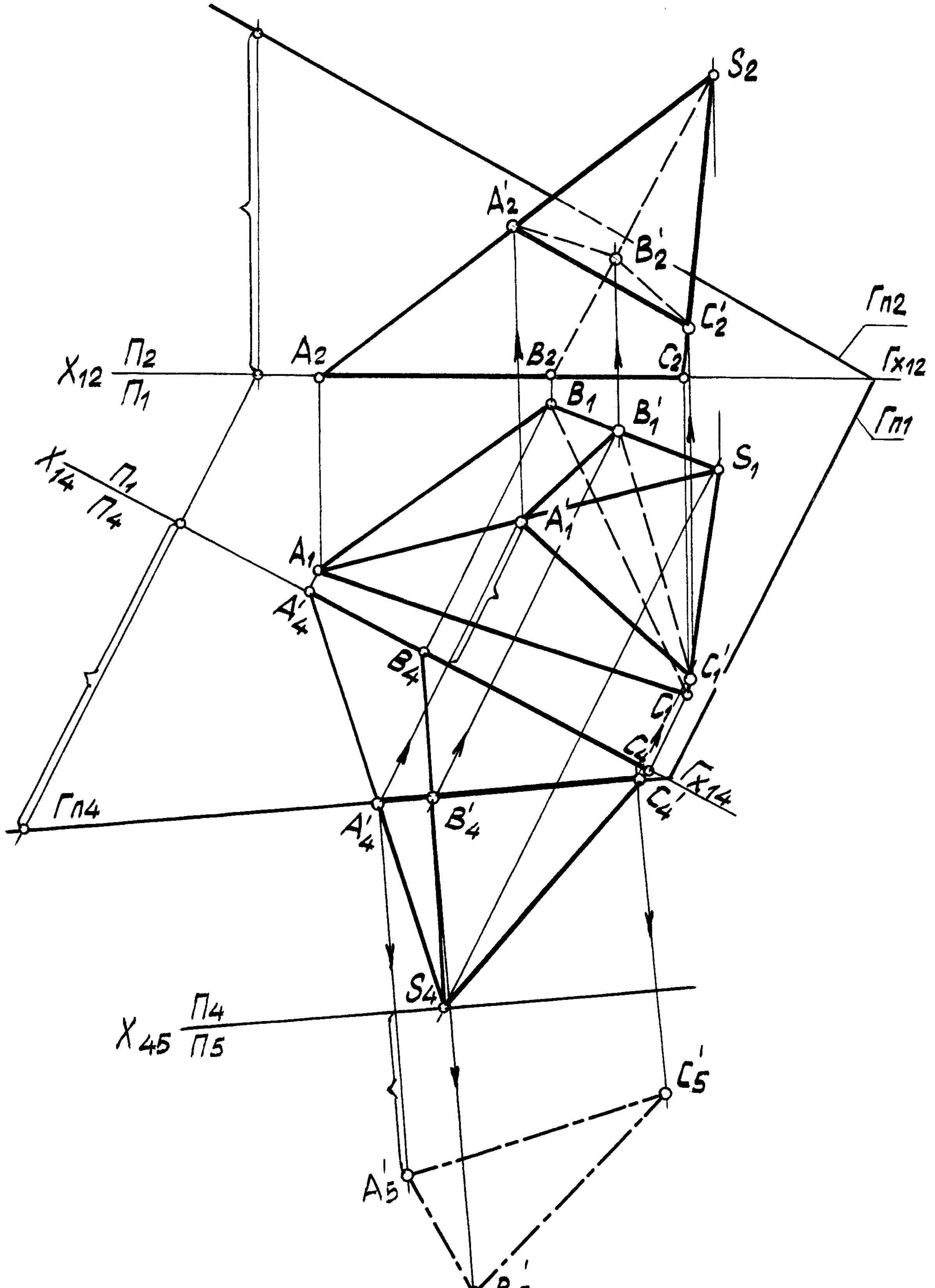

S2
A'2
B'2
C'2
Гп2
A2
B2
C2
X12
П2
П1
Гх12
B1
B'1
Гп1
S1
X14
П1
П4
A'1
A1
A'4
B4
C'1
C1
C4
Гх14
Гп4
A'4
B'4
C'4
S4
X 45
П4
П5
C'5
A'5
B'5

Рис. 17

6. ПОСТРОЕНИЕ СЕЧЕНИЙ СПОСОБОМ КОСОУГОЛЬНОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ НА ОДНУ ИЗ ПЛОСКОСТЕЙ ПРОЕКЦИЙ

В некоторых случаях удобно строить сечение многогранника плоскостью способом косоугольного проецирования на одну из плоскостей проекций.

Если выбрать направление проецирования параллельным заданной секущей плоскости, то она, а вместе с ней и сечение выродятся в одну прямую линию. Направление проецирования может быть параллельным любой прямой, принадлежащей плоскости, но рациональнее всего, если плоскость задана следами, выбрать его параллельным следу плоскости. Тогда плоскость будет проецироваться на свой след.

На рис. 18 построено сечение пирамиды плоскостью общего положения P. Направление проецирования S параллельно фронтальному следу плоскости. Вся плоскость P спроецируется на свой горизонтальный след. Достаточно построить горизонтальную проекцию вершины пирамиды O_0 и соединить ее с горизонтальными проекциями точек основания, совпадающими с самими точками A_1 B_1 C_1. Косоугольная проекция пирамиды пересекается с косоугольной проекцией плоскости по прямой C_0' A_0' B_0', являющейся косоугольной проекцией сечения. Обратными лучами точки сечения переносятся на соответствующие ребра пирамиды. Точка сечения на ребре C перенесена на фронтальную проекцию CO с помощью фронтали секущей плоскости, точки ребер A и B – с помощью вертикальных линий связи.

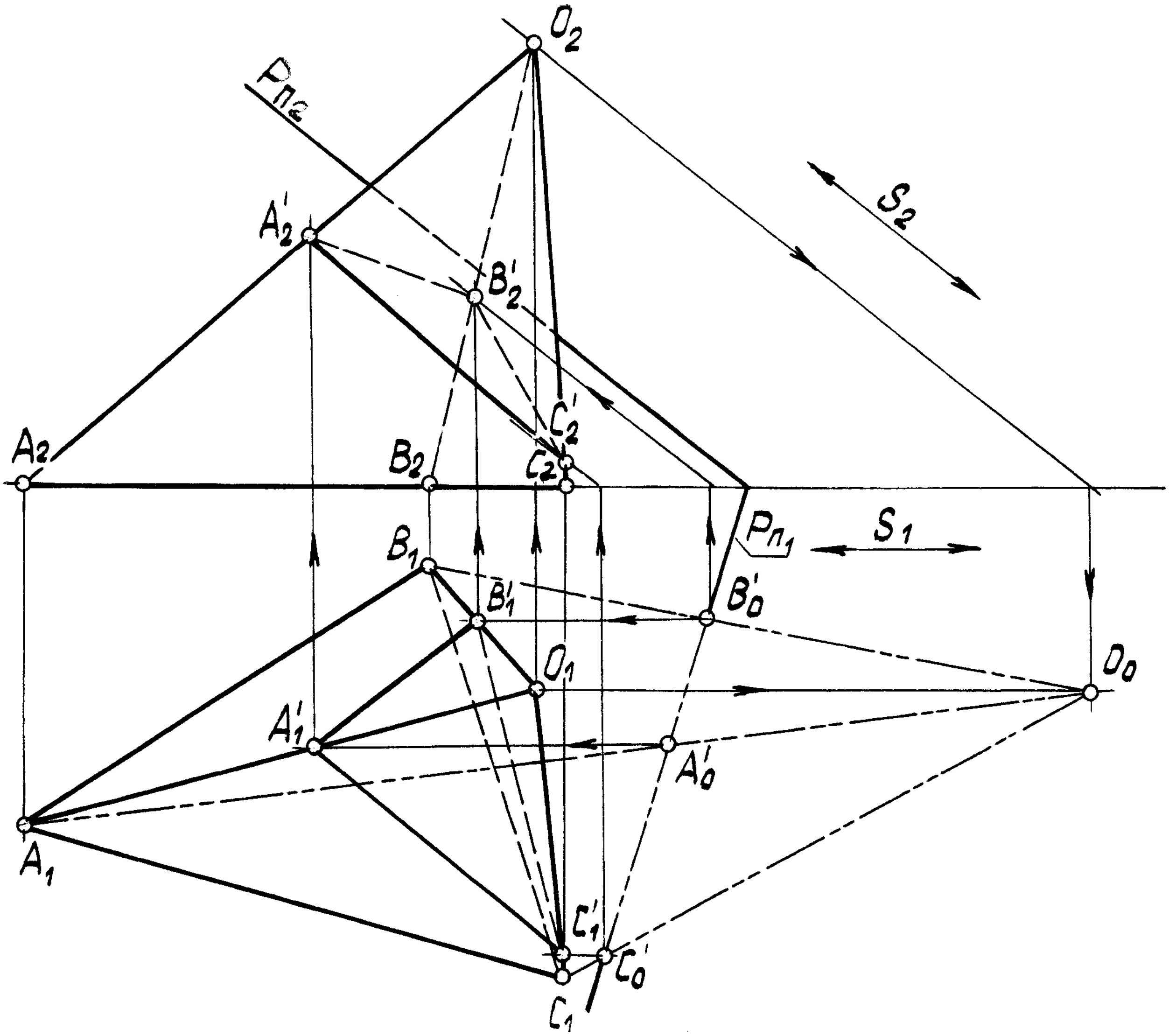


Рис. 18

На рисунке 19 способом косоугольного проецирования построено сечение наклонной призмы. Направление проецирования точек параллельно фронтальному следу плоскости.

Косоугольная проекция нижнего основания призмы совпадает с горизонтальной проекцией самого основания $A_1B_1C_1$. Строятся косоугольные проекции точек верхнего основания $A'_0B'_0C'_0$ и соединяются с соответствующими точками нижнего основания.

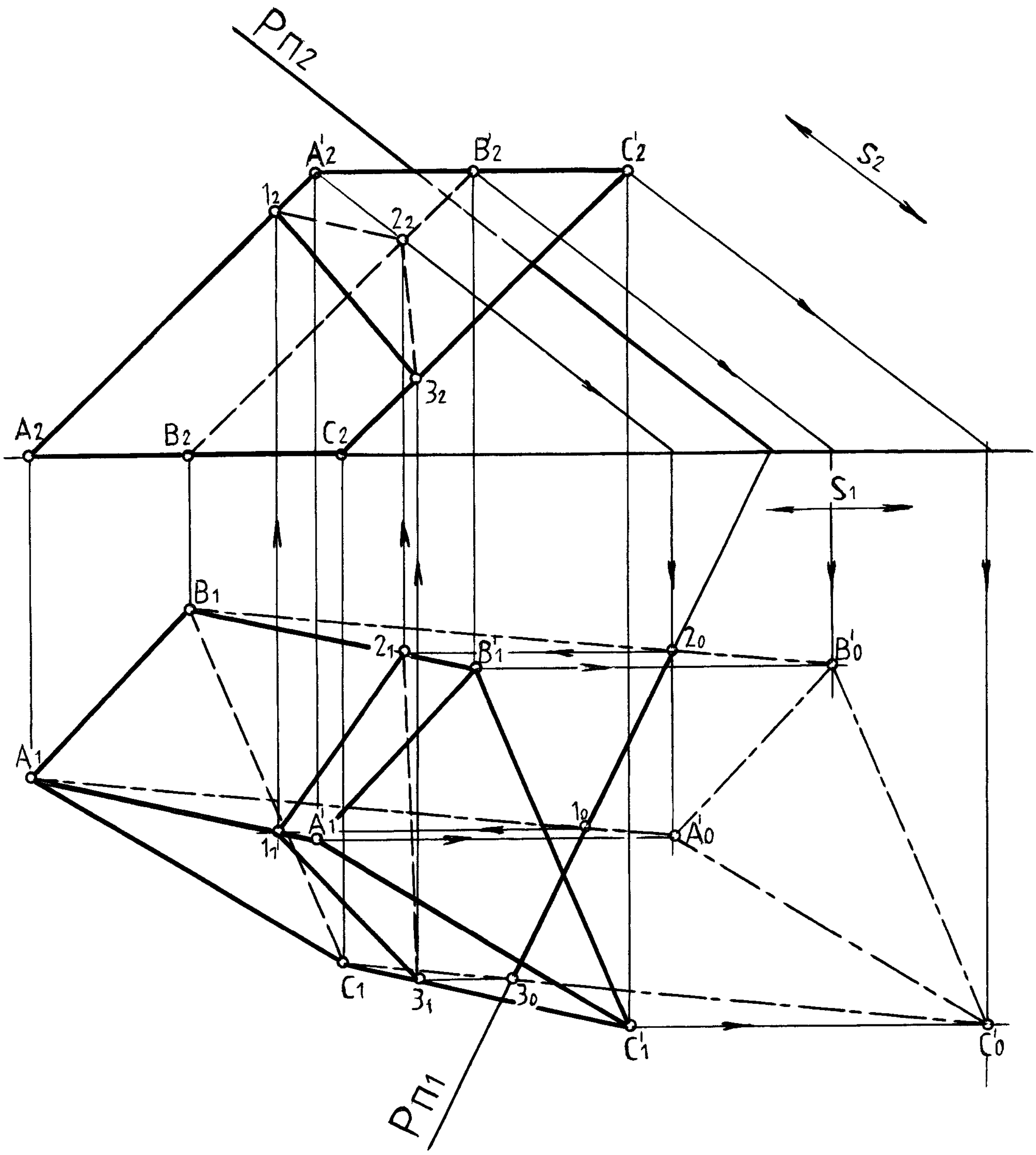


Рис. 19

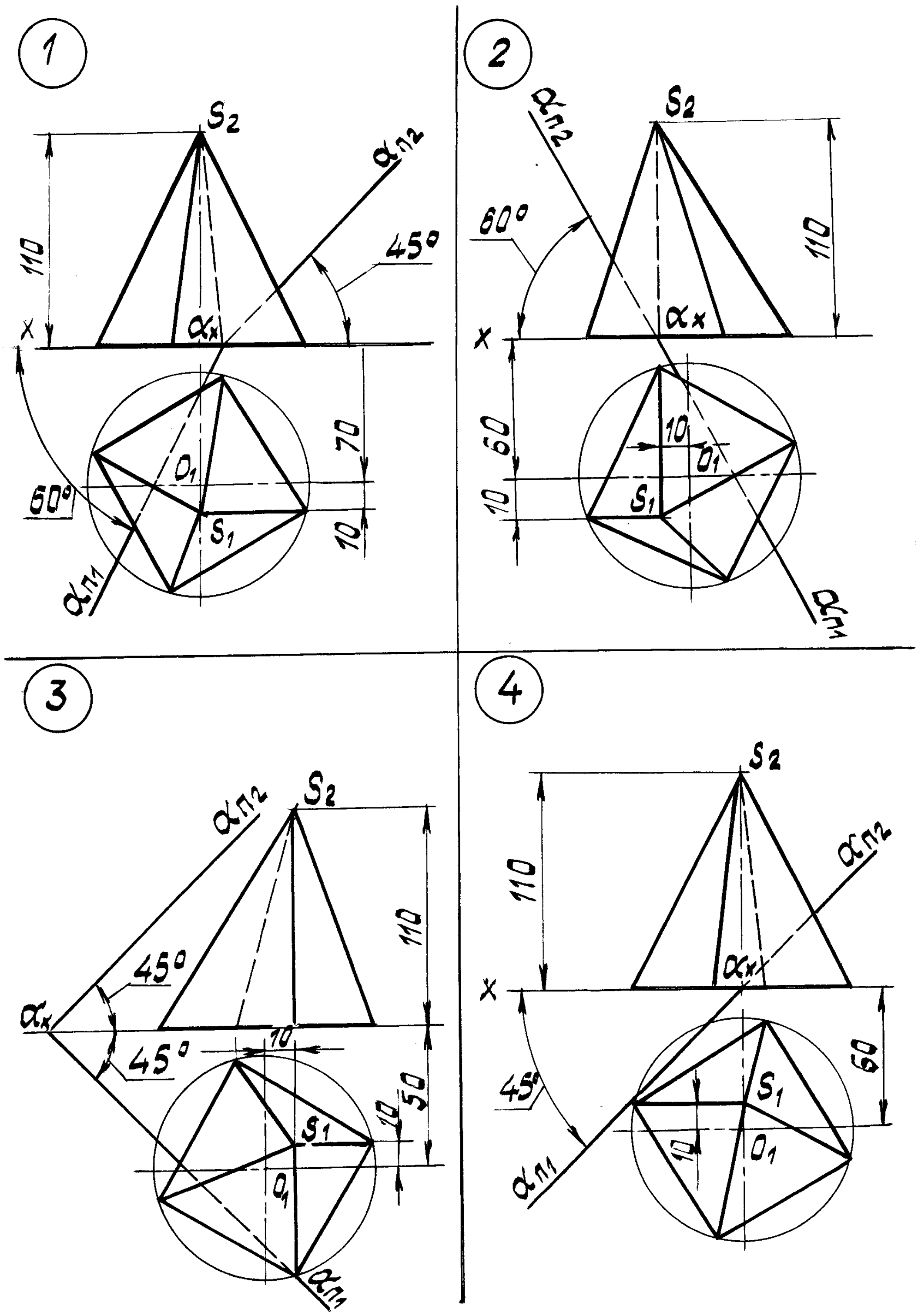
$1_0 2_0 3_0$ – косоугольная проекция сечения. Обратными лучами определяется горизонтальная проекция сечения, а в проекционной связи с ней – фронтальная. Положение точки 2_2 проверено с помощью фронтали.

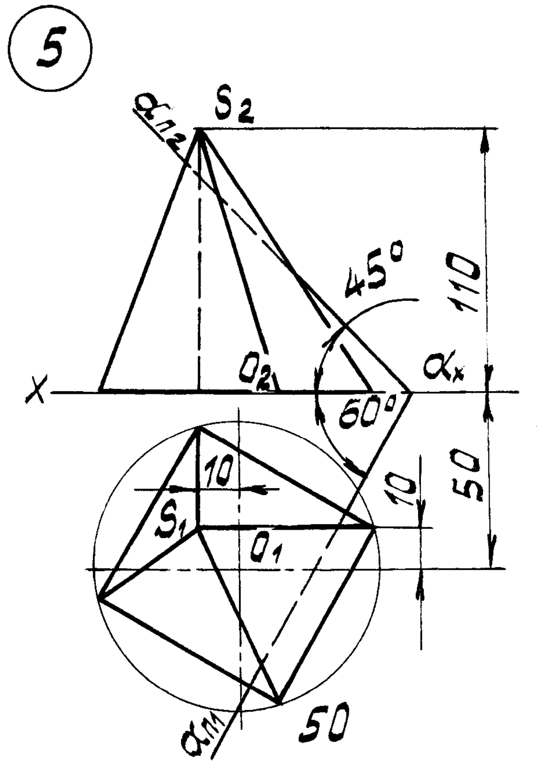
Построить сечение заданного тела плоскостью и развертку усеченной части.
Варианты заданий даны в приложении.

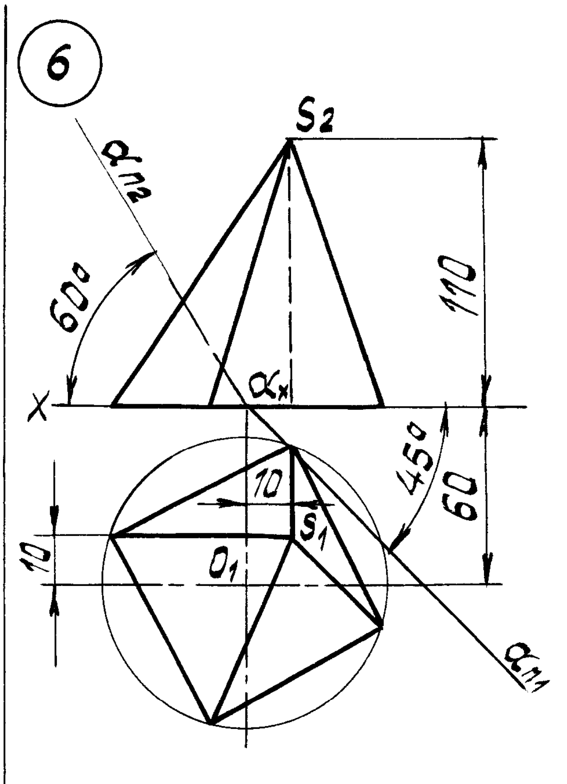
Условные обозначения:
Проекции тела – черные – S
Следы плоскости – синие – S /2
Сечение (проекции и натуральная величина) – красные – S
Линия сечения на развертке – красная – S

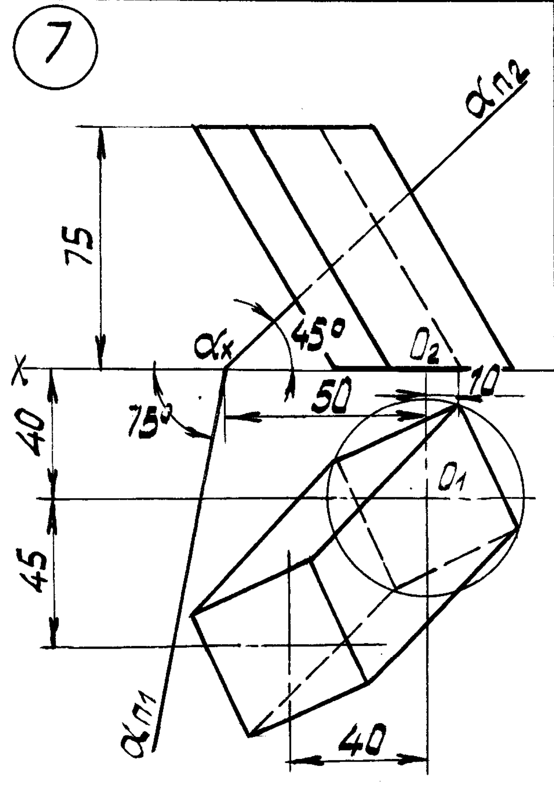
Примечания:
1. В вариантах с 1 по 6 основание пирамиды – квадрат.
Диаметр описанной окружности основания равен – 80 мм.
2. В вариантах с 7 по 12 основание пирамиды – квадрат.
Диаметр описанной окружности основания – 60 мм.
3. В вариантах с 13 по 18 основание пирамиды – равносторонний пятиугольник. Диаметр описанной окружности равен – 80 мм.
4. В вариантах с 19 по 24 основание призмы – равносторонний пятиугольник. Диаметр описанной окружности основания равен – 60 мм.
5. В вариантах с 25 по 27 основание пирамиды – квадрат.
Диаметр описанной окружности равен – 80 мм.
6. В вариантах с 28 по 30 основание призмы – квадрат.
Диаметр описанной окружности основания равен – 60 мм.

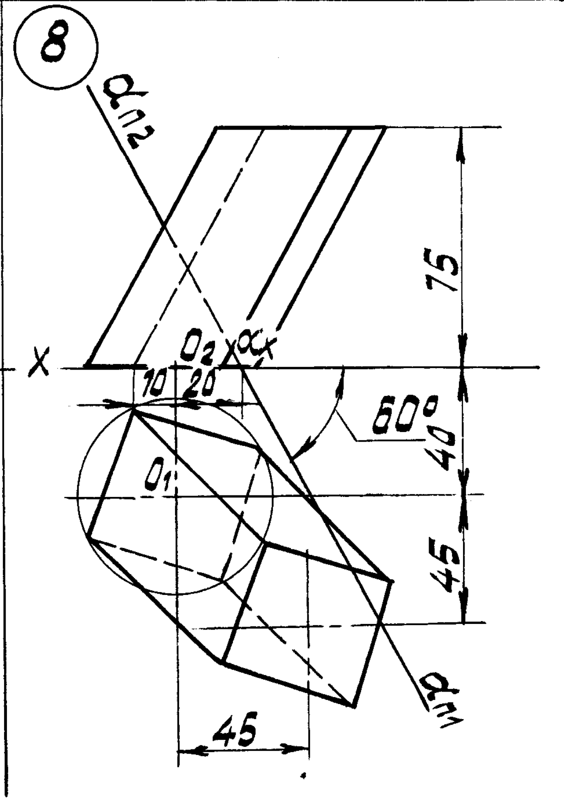
Приложение

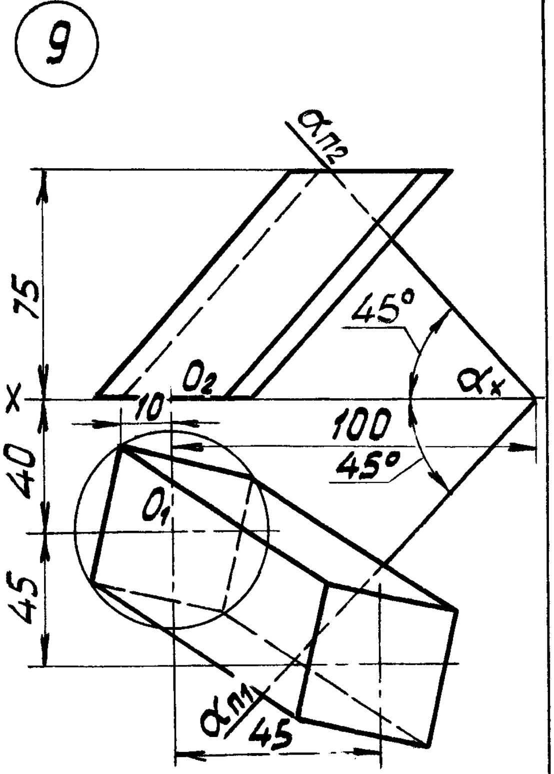

1
S2
αп2
110
45°
x
αx
70
O1
60°
S1
10
αп1
2
αп2
S2
60°
110
x
αx
60
10
O1
S1
10
αп1
3
αп2
S2
110
45°
αx
45°
10
S1
50
O1
αп1
4
S2
110
αп2
x
αx
45°
S1
60
10
O1
αп1

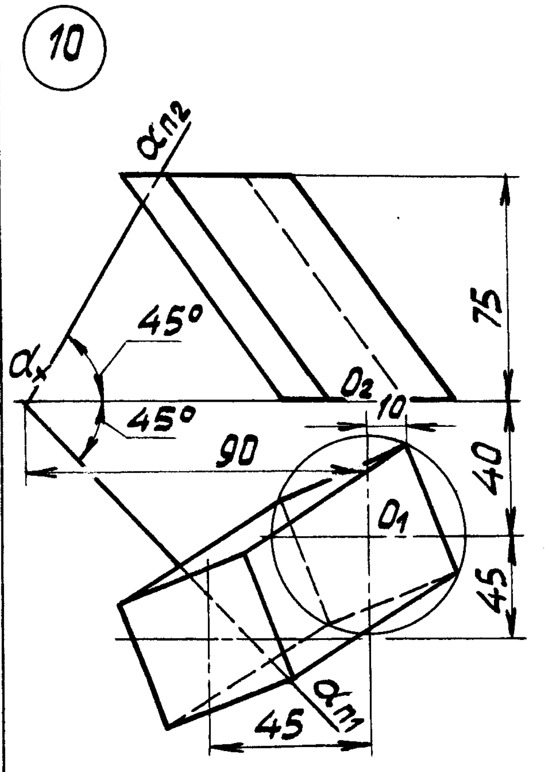

5
$\alpha_{п2}$
S_2
45°
110
O_2
α_x
X
60°
10
10
50
S_1
O_1
$\alpha_{п1}$
50

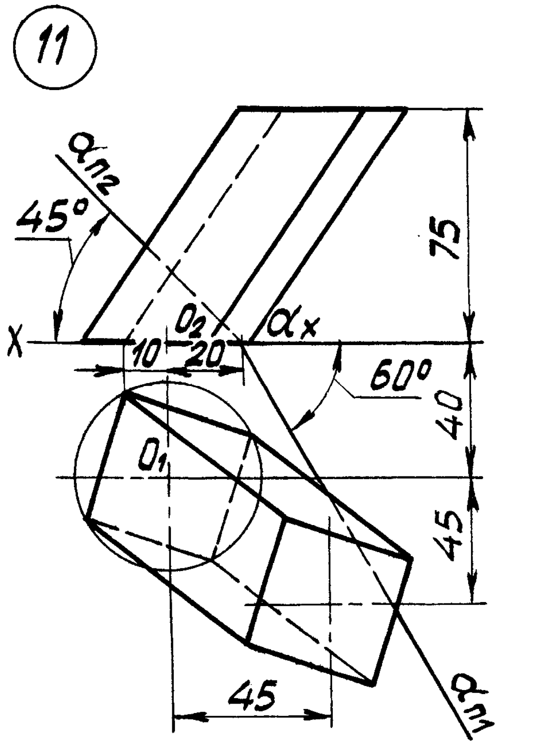

6
$\alpha_{п2}$
S_2
60°
110
X
α_x
45°
10
60
10
S_1
O_1
$\alpha_{п1}$

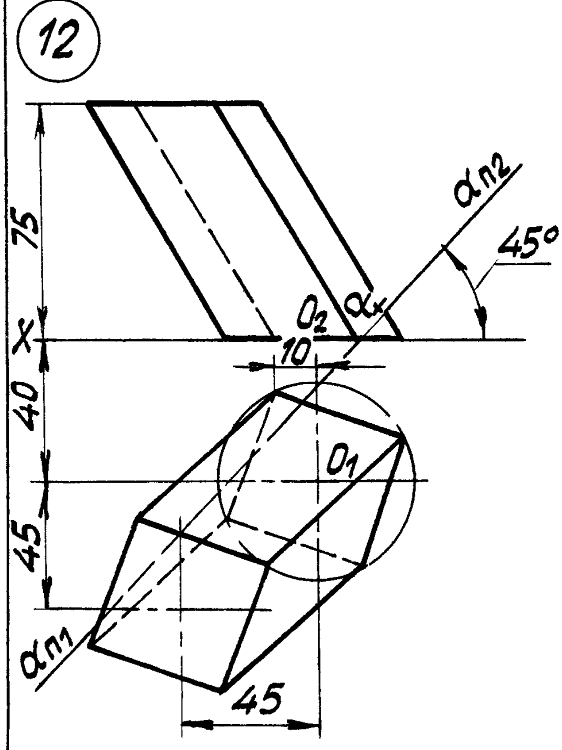

7
$\alpha_{п2}$
75
X
α_x
45°
O_2
10
50
75°
40
O_1
45
$\alpha_{п1}$
40

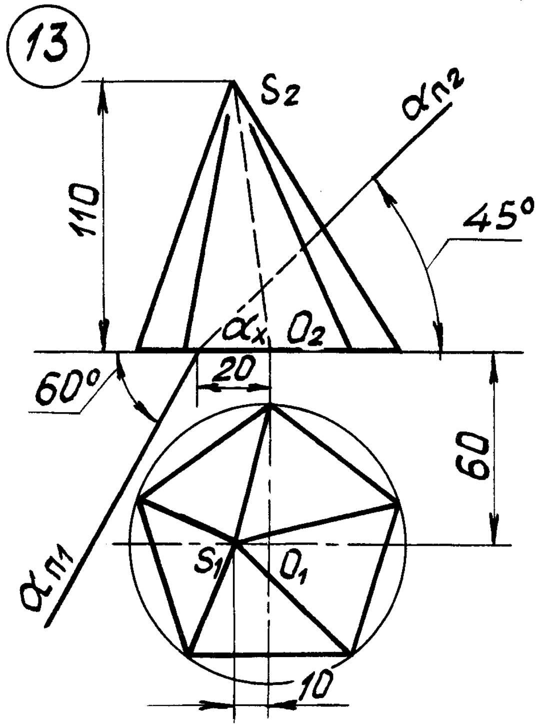

8
$\alpha_{п2}$
75
X
O_2
α_x
10
20
60°
40
O_1
45
$\alpha_{п1}$
45

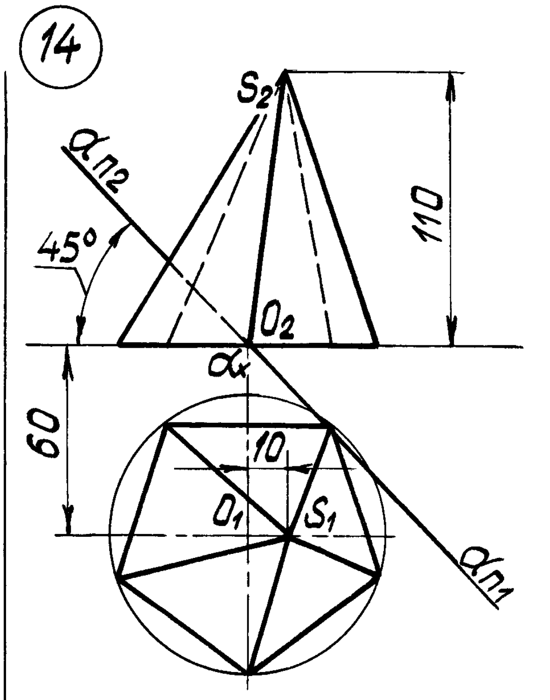

9
α_{n2}
75
45°
α_x
x
O_2
10
100
45°
40
O_1
45
α_{n1}
45

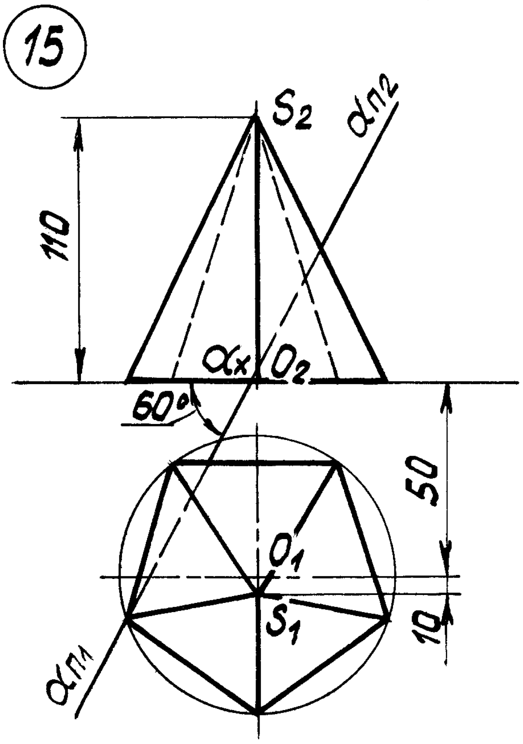

10
α_{n2}
45°
α_x
75
O_2
10
45°
90
40
O_1
45
α_{n1}
45

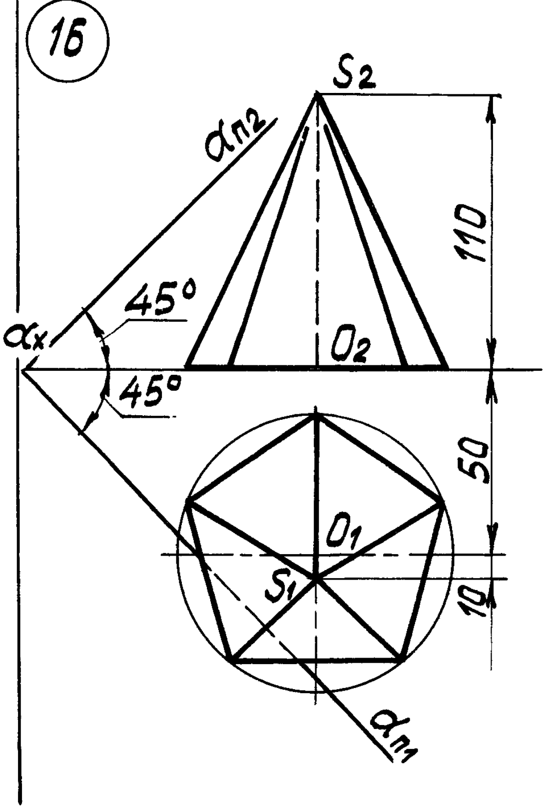

11
α_{n2}
45°
75
x
O_2
α_x
10
20
60°
40
O_1
45
45
α_{n1}

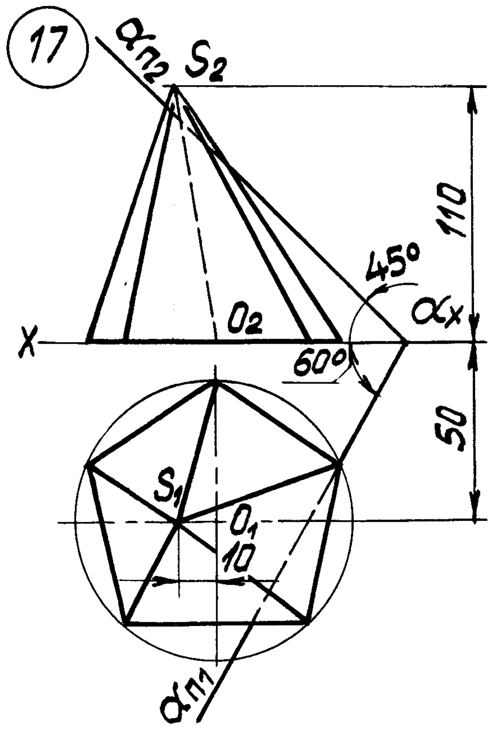

12
75
α_{n2}
45°
x
O_2
α_x
10
40
O_1
45
α_{n1}
45

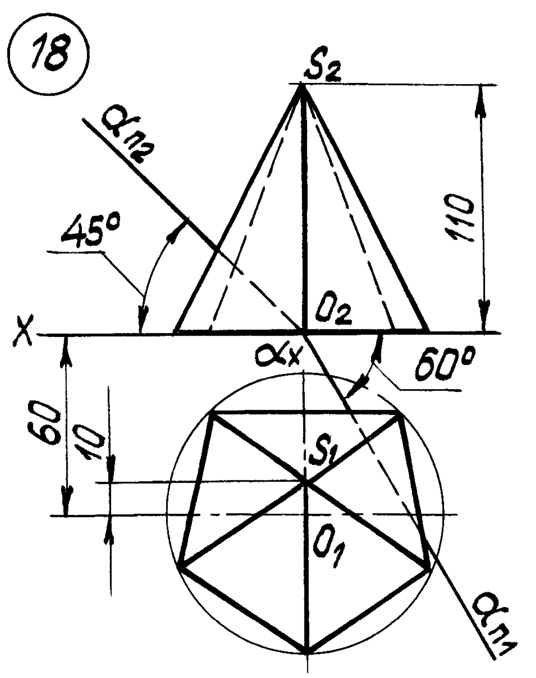

13
S_2
$\alpha_{\Pi 2}$
45°
110
α_x
O_2
60°
20
60
$\alpha_{\Pi 1}$
S_1
O_1
10

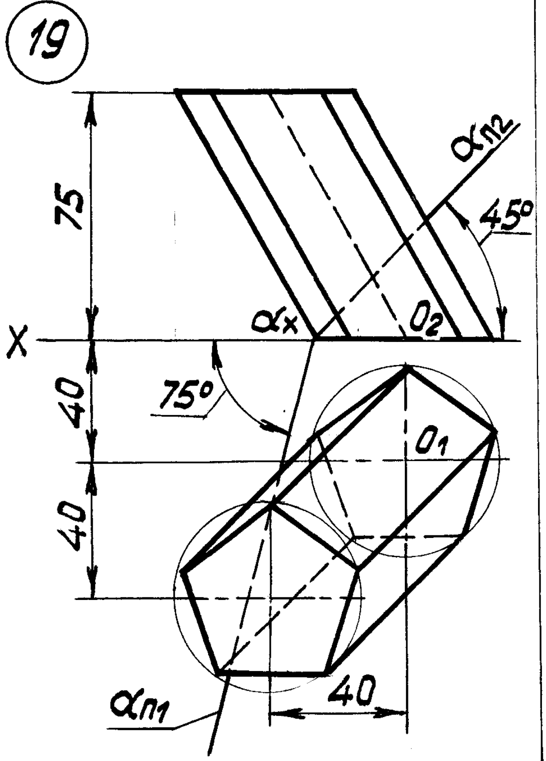

14
S_2
$\alpha_{\Pi 2}$
45°
110
O_2
α_x
60
10
O_1
S_1
$\alpha_{\Pi 1}$

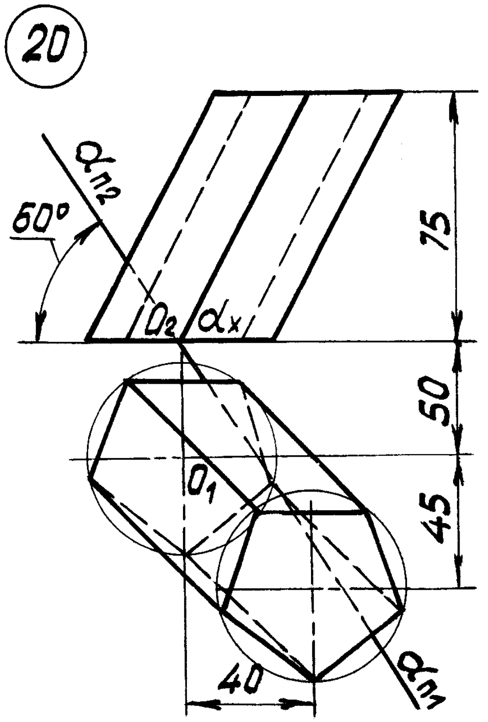

15
S_2
$\alpha_{\Pi 2}$
110
α_x
O_2
60°
50
O_1
S_1
10
$\alpha_{\Pi 1}$


16
S_2
$\alpha_{\Pi 2}$
110
45°
α_x
O_2
45°
50
O_1
S_1
10
$\alpha_{\Pi 1}$

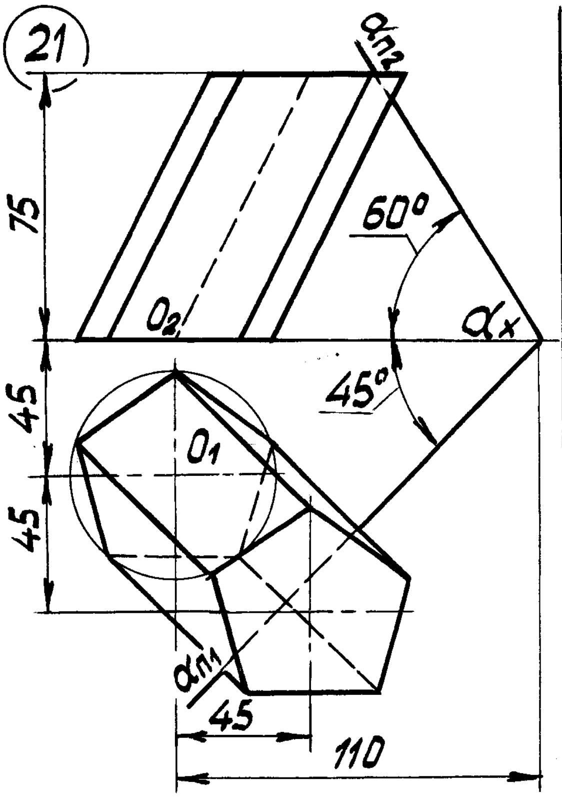

17
$\alpha_{п2}$
S_2
110
45°
α_x
X
O_2
60°
50
S_1
O_1
10
$\alpha_{п1}$


18
S_2
$\alpha_{п2}$
110
45°
X
O_2
α_x
60°
60
10
S_1
O_1
$\alpha_{п1}$


19
$\alpha_{п2}$
75
45°
X
α_x
O_2
40
75°
O_1
40
$\alpha_{п1}$
40

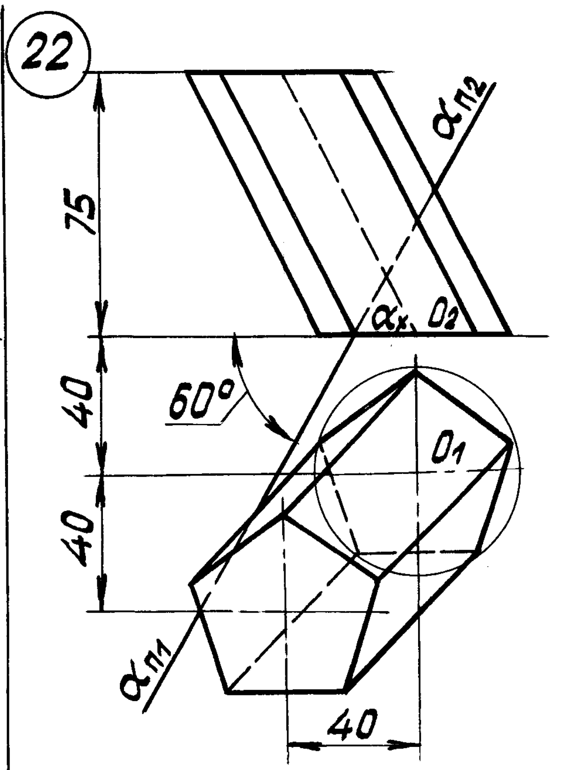

20
$\alpha_{п2}$
60°
75
O_2
α_x
50
O_1
45
$\alpha_{п1}$
40

21



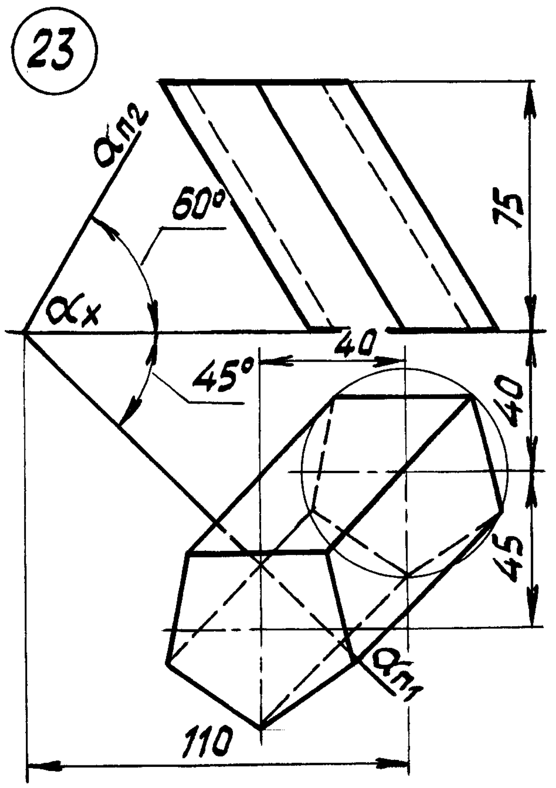
$\alpha_{\pi 2}$
75
60°
O_2
α_x
45°
45
O_1
45
$\alpha_{\pi 1}$
45
110

22



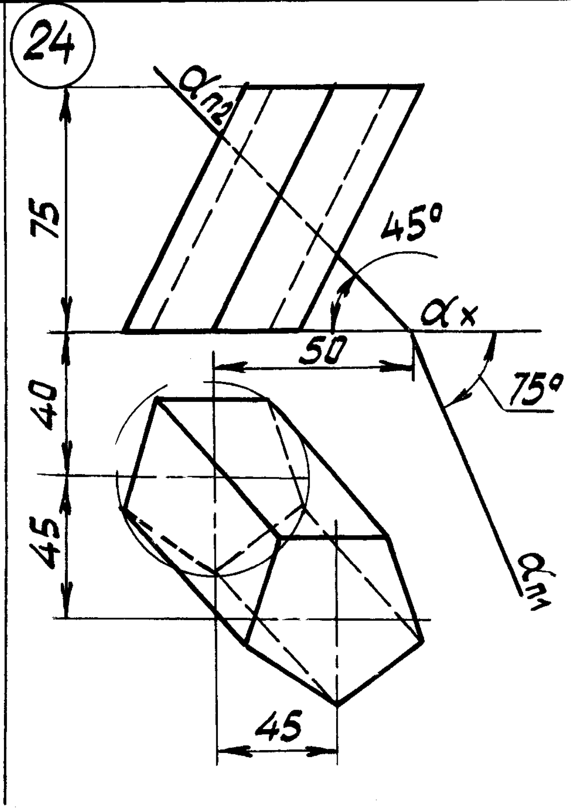
$\alpha_{\pi 2}$
75
α_x
O_2
40
60°
O_1
40
$\alpha_{\pi 1}$
40

23



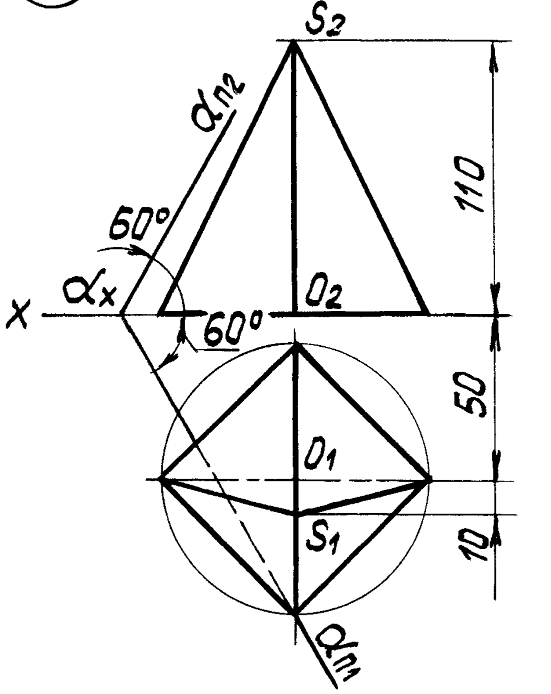
$\alpha_{\pi 2}$
60°
75
α_x
40
45°
40
45
$\alpha_{\pi 1}$
110

24

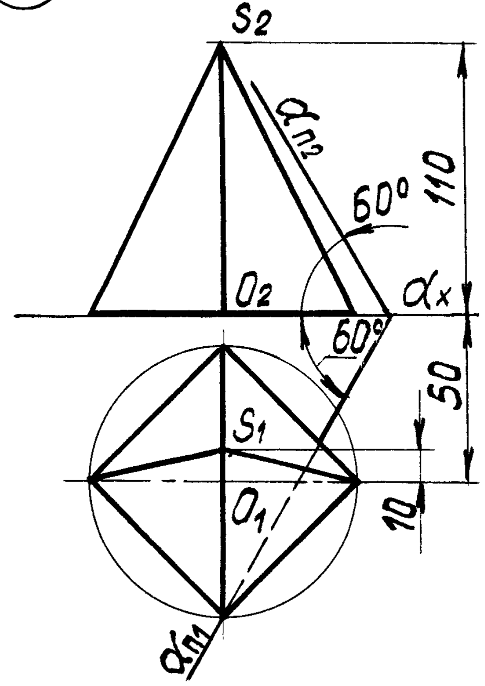


$\alpha_{\pi 2}$
75
45°
α_x
50
75°
40
45
$\alpha_{\pi 1}$
45

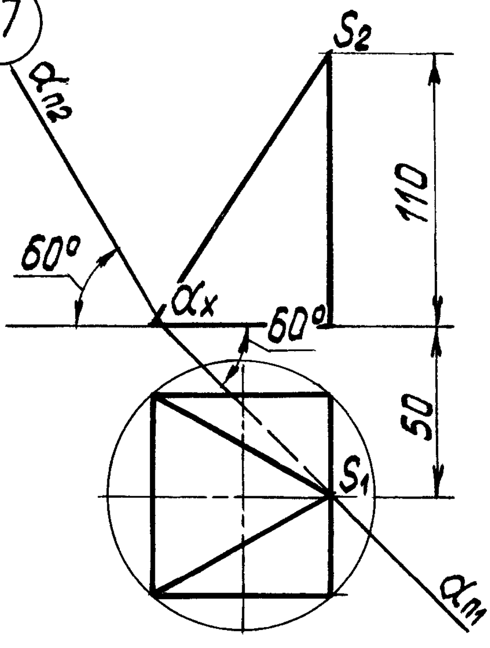
25


S2
αп2
60°
x
αx
O2
60°
110
50
O1
S1
10
αп1

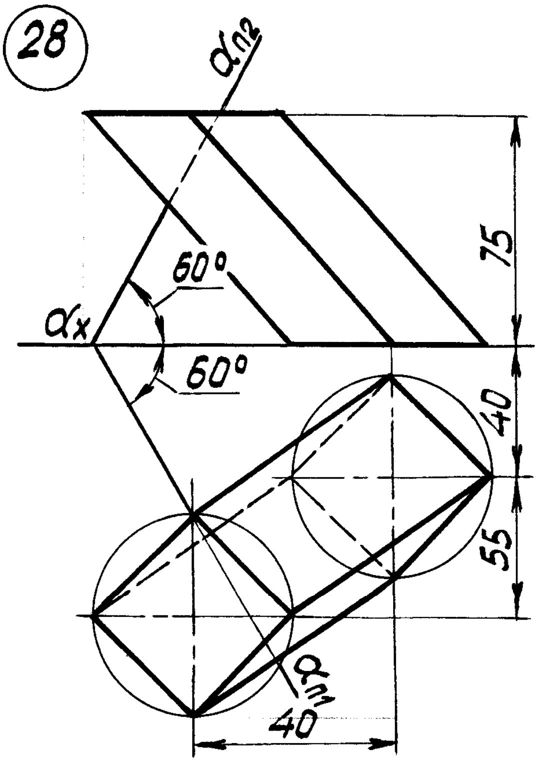
26

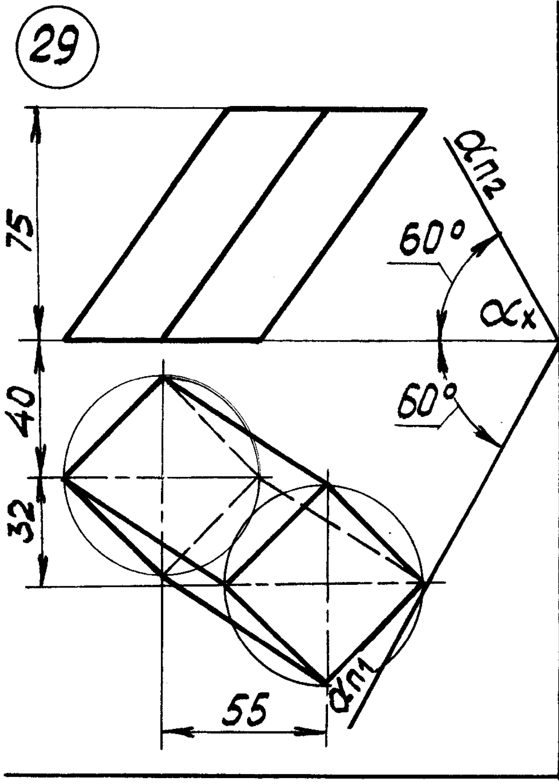

S2
αп2
60°
110
O2
αx
60°
50
S1
O1
10
αп1

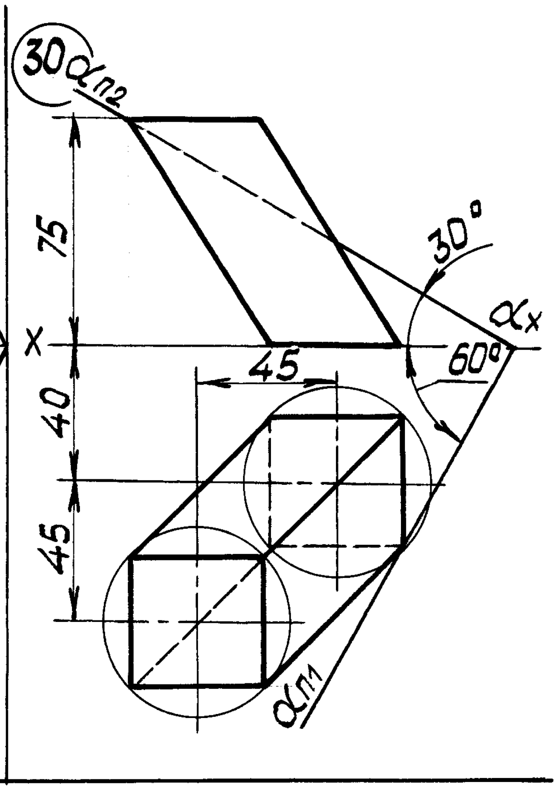
27


S2
αп2
110
60°
αx
60°
50
S1
αп1

28


αп2
75
60°
αx
60°
40
55
αп1
40


29
75
40
32
55
60°
60°
α_x
$\alpha_{п2}$
$\alpha_{п1}$


30
$\alpha_{п2}$
75
40
45
45
30°
60°
x
α_x
$\alpha_{п1}$

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский. – М.: Высш. шк., 1999. – 272 с.

2. Чекмарев, Ю. Г. Инженерная графика. – М.: Высш. шк., 2000. – 365 с.

3. Локтев, О. В. Краткий курс начертательной геометрии. – М.: Высш. шк., 1985. – 136 с.

4. Фролов, С. А. Начертательная геометрия. – М.: Машиностроение, 1978. – 236 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Составители
Людмила Евгеньевна Бахтина
Зоя Георгиевна Котельникова

ПОВЕРХНОСТИ. ОБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ, РАЗВЕРТКИ, СЕЧЕНИЯ

Индивидуальные задания и методические указания к заданию
по начертательной геометрии и графике для самостоятельной работы
студентов специальностей 240301, 240801, 150402, 190601, 270205

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 26.09.2008. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 2,1.
Тираж 100 экз. Заказ
ГУ КузГТУ.
650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.
Типография ГУ КузГТУ.
650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.