

Ю.П. Беженарь

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ЧЕРЧЕНИЕ

*Методические рекомендации для студентов специальности
1-19 01 01 «Дизайн (предметно-пространственной среды)»
специализации 1-19 01 00-0201 «Экспозиционный дизайн»,
1-19 01 01-0202 «Дизайн интерьеров»*

2009

УДК 681.3(075.8)
ББК 32.973.26-018.2я73
Б38

Автор: старший преподаватель кафедры дизайна, декоративно-прикладного искусства и технической графики УО «ВГУ им. П.М. Машерова» **Ю.П. Беженарь**

Рецензенты:

доцент кафедры дизайна, декоративно-прикладного искусства и технической графики
УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат педагогических наук *А.А. Алхименюк*;
доцент кафедры дизайна, декоративно-прикладного искусства и технической графики
УО «ВГУ им. П.М. Машерова», кандидат педагогических наук *В.В. Кулененок*

В методических рекомендациях содержатся задачи и задания для аудиторной и самостоятельной работы, вопросы по всем основным темам курса начертательной геометрии и черчения, способствующие решению предложенной системы задач обязательного практикума, общие требования к выполнению графических работ. Рассчитано для студентов художественно-графических факультетов специальности «Дизайн (предметно-пространственной среды)».

УДК 681.3(075.8)
ББК 32.973.26-018.2я73

© Беженарь Ю.П., 2009
© УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Принятые обозначения	5
Словарь терминов	6
Часть 1. ЗАДАЧИ	7
1.1. Точка, прямая, плоскость, их взаимное положение	7
1.2. Способы преобразования чертежа	17
1.3. Изображение многогранников	18
1.4. Изображение кривых линий и поверхностей, их пересечений	24
Часть 2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ	33
2.1. Линия среза	33
2.2. Построение изображений – видов, разрезов, сечений ..	35
Часть 3. ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ПРАКТИКУМ	39
3.1. Общие требования к оформлению обязательного практикума	39
3.2. Центральные и параллельные проекции	39
3.3. Точка, прямая, плоскость в прямоугольных проекциях. Позиционные и метрические задачи	39
3.4. Способы преобразования проекций	42
3.5. Многогранники. Кривые линии. Поверхности. Пересечение поверхностей плоскостью и прямой линией. Способы построения разверток поверхностей	44
3.6. Взаимное пересечение поверхностей	45
Часть 4. ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	58
4.1. Общие требования к оформлению графических работ ..	58
4.2. «Сечение геометрических тел»	59
4.3. «Пересечение поверхностей»	62
4.4. «Пересечение поверхностей»	64
Приложения	67
Литература	85

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические рекомендации предназначены для студентов художественно-графических специальностей вуза и соответствуют программе курса «Начертательная геометрия и черчение», рассчитанного на два семестра.

Успешное изучение курса начертательной геометрии и черчения возможно при условии последовательного решения задач одновременно с изучением теоретического материала.

Данное учебное издание состоит из четырех частей. В первой и второй частях содержатся задачи и задания для аудиторных и самостоятельных работ (по усмотрению преподавателя), в третью часть включены условия задач по всем основным темам курса начертательной геометрии и являются обязательными для выполнения на (практикум). В четвертую часть включены три графические работы также обязательные для выполнения. Большинство аналогичных задач содержатся в экзаменационные билеты.

Решению задач должно предшествовать изучение теоретического материала определенного раздела курса, состоящего из:

а) ознакомления с содержанием изучаемой темы по конспекту лекций;

б) изучением соответствующих разделов темы в учебниках по начертательной геометрии, черчению и ответа на поставленные вопросы;

в) перехода к детальному изучению материала, усвоения основных теоретических положений, определения последовательности решения графических задач.

Последовательное, систематическое и своевременное решение задач способствует развитию пространственных представлений, закреплению теории и усвоению приемов решения широкого круга геометрических задач на проекционных чертежах.

Задачи, предназначенные для аудиторной и самостоятельной работы решаемые в рабочей тетради, сдаются преподавателю, ведущему практические занятия.

Автор выражает искреннюю благодарность коллегам по работе, советы и материалы которых использованы при подготовке данного издания: В.Н. Виноградову, Е.Т. Жуковой, С.И. Малашенкову, А.А. Чекмареву, Л.С. Шабека и т.д.

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. Точки в пространстве – заглавными буквами латинского алфавита до буквы *O*: *A, B, C, D, ..., N, O*, а также цифрами.
2. Последовательность точек (и других элементов) – подстрочными индексами: A_1, A_2, A_3 и т.д.
3. Линии в пространстве – по точкам, определяющим линию.
4. Углы – строчными буквами греческого алфавита с указанием градуса: $\alpha^\circ, \beta^\circ$ и т.д.
5. Плоскости – строчными буквами греческого алфавита: $\alpha, \beta, \gamma, \dots$
6. Поверхности – строчными буквами греческого алфавита: δ, ϵ, ρ и т.д.
7. Плоскости проекций: произвольная плоскость – π , горизонтальная – π_1 , фронтальная – π_2 , профильная – π_3 , дополнительные – π_4, π_5 .
8. Оси проекций – строчными буквами x, y, z . Начало координат – заглавной буквой *O*.
9. Проекции точек: на произвольную плоскость π – $A^\circ, B^\circ, C^\circ, \dots$; на горизонтальную плоскость – $A_1, B_1, C_1, \dots$; на фронтальную плоскость – $A_2, B_2, C_2, \dots$; на профильную плоскость – $A_3, B_3, C_3, \dots$; на дополнительную плоскость – A_4, B_4, C_4 .
10. Проекции линии – по проекциям точек, определяющих линию.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

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

Ось проекций – линия пересечения плоскостей проекций.

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

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

Конкурирующие точки – точки, проекционно совпадающие на одной из плоскостей проекций.

Горизонтально конкурирующие точки имеют совпадающие проекции на горизонтальной плоскости проекций; *фронтально конкурирующие точки* имеют совпадающие проекции на фронтальной плоскости проекций.

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

Прямая уровня – прямая, параллельная одной из плоскостей проекций.

Горизонталь (горизонтальная прямая уровня) параллельна плоскости П1. *Фронталь* параллельна плоскости П2. *Профильная прямая* – параллельна ПЗ.

Проецирующая прямая – прямая, перпендикулярная одной из плоскостей проекций. Например, фронтально-проецирующая прямая перпендикулярна фронтальной плоскости проекций. На эту плоскость прямая проецируется в *следы прямой* – точки пересечения прямой с плоскостями проекций.

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

Проецирующая плоскость – плоскость, перпендикулярная одной из плоскостей проекций.

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

Многогранник – замкнутая гранная поверхность, имеющая не менее 4-х граней (пирамида, призма, тетраэдр и т.д.).

Поверхность вращения образуется вращением образующей l вокруг оси вращения i .

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

Очерк поверхности – проекция контура поверхности на плоскость проекций.

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

Часть 1. ЗАДАЧИ

1.1. Точка, прямая, плоскость, их взаимное положение

Вопросы

1. Что называют осью проекции?
2. Что такое чертеж (эюра)?
3. Чем измеряют на чертежах расстояние от пространственной точки до горизонтальной, фронтальной и профильной проекций плоскости?
4. Где находится точка, если ее горизонтальная и фронтальная проекции совпадают и находятся над их осью?
5. В чем отличие прямой общего положения от прямых частных положений? Привести примеры.

Задача 1. На наглядном изображении (рис. 1.1) нанести обозначения плоскостей проекций, осей, проекции пространственной точки A и указать ее координаты, $A\{\dots, \dots, \dots\}$.

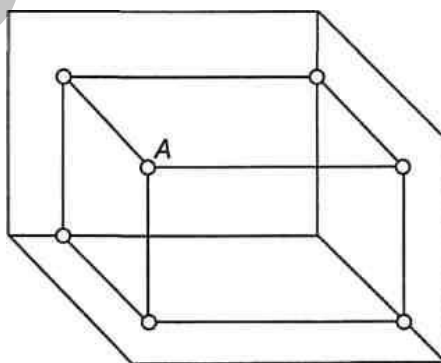


Рис. 1.1.

Задача 2. Построить чертеж прямой, если известны координаты ее точек: $A(10,20,0)$, $B(50,0,10)$ (рис. 1.2).



Рис. 1.2.

Задача 3. Построить горизонтальную проекцию точки C , принадлежащей прямой AB (рис. 1.3).

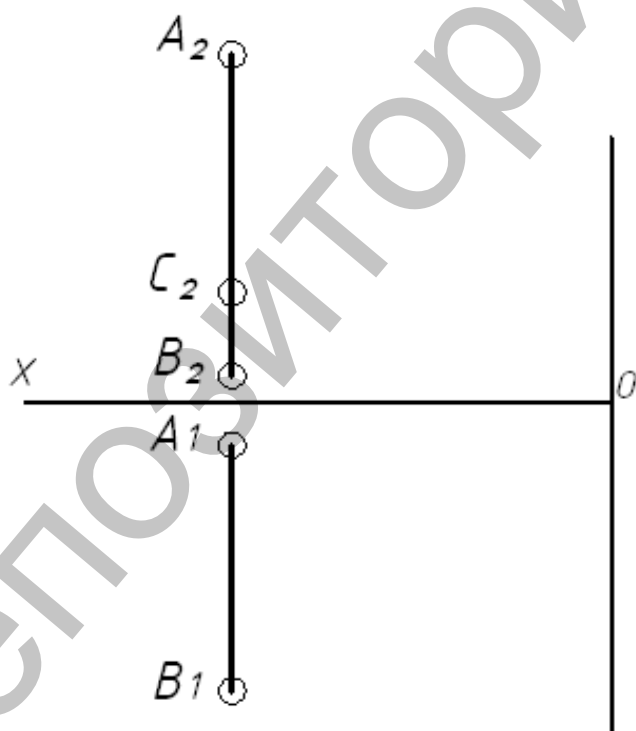


Рис. 1.3.

Задача 4. Построить профильную проекцию треугольника ABC (рис. 1.4).

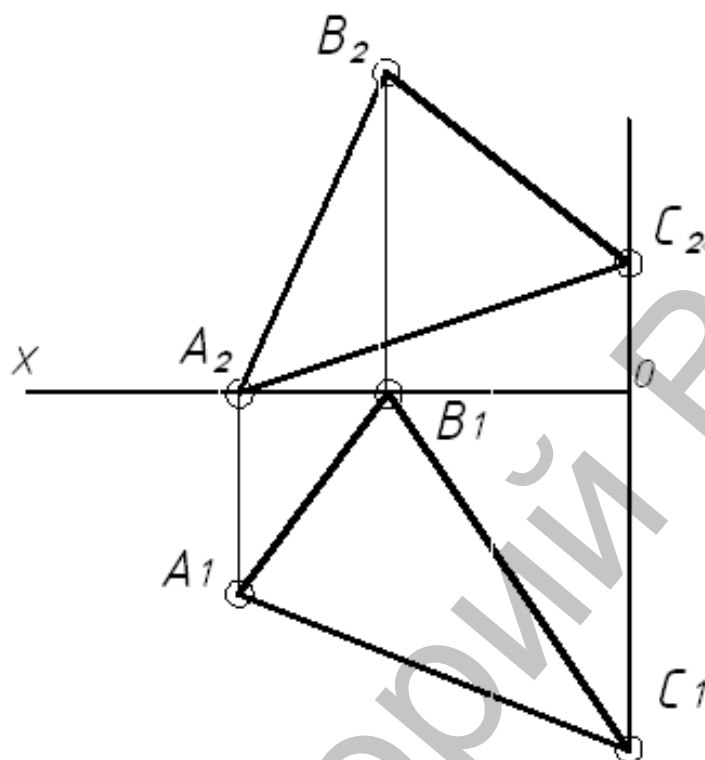


Рис. 1.4.

Задача 5. Построить чертеж отрезка прямой AB , если она параллельна плоскости π_1 и отстоит от нее на 20 мм, а точка A равноудалена от плоскостей π_1 и π_2 (рис. 1.5).

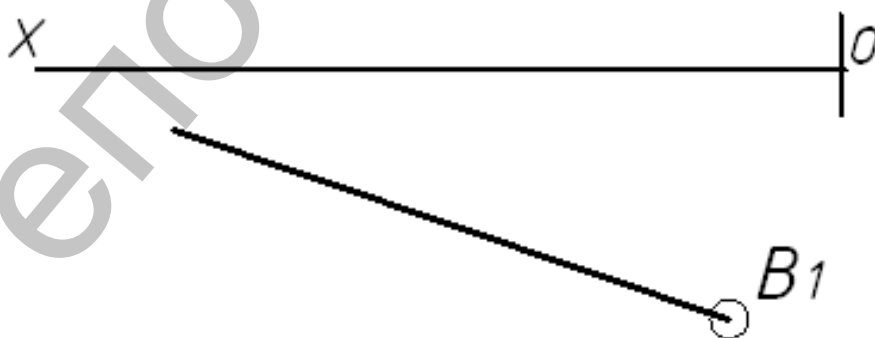


Рис. 1.5.

Задача 6. Построить проекции пирамиды $SABCD$ по координатам ее вершин: $S(20,5,55)$, $A(80,15,10)$, $B(50,55,10)$, $C(10,35,10)$, $D(20,5,10)$ и закрасить каждую из видимых граней SAB и SBC своим цветом на всех проекциях (рис. 1.6).

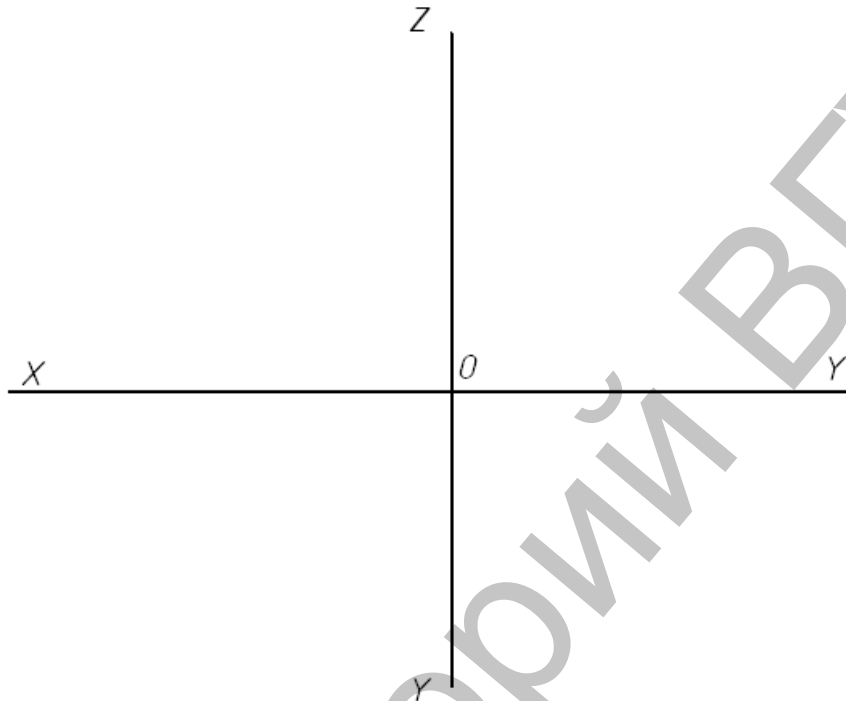


Рис. 1.6.

Задача 7. Построить недостающие проекции точек A , B , C и D , принадлежащих одной прямой (рис. 1.7).

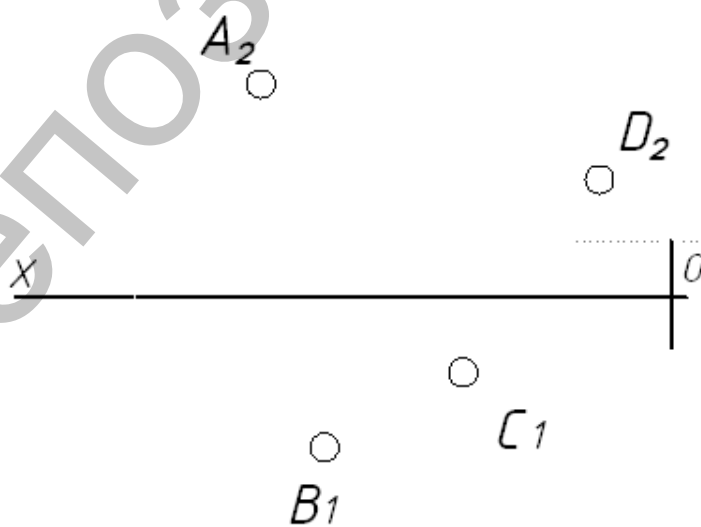


Рис. 1.7.

Задача 8. Пересечь прямые AB и CD прямой EF , параллельной плоскости π_1 и отстоящей от нее на расстоянии 20 мм (рис. 1.8).

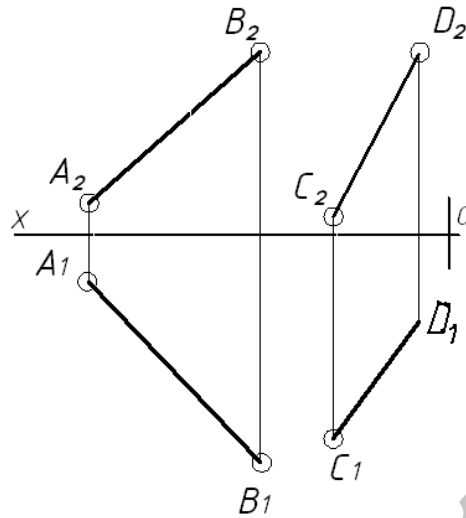


Рис. 1.8.

Вопросы

1. Сформулируйте правило определения натуральной величины отрезка прямой общего положения.
2. Как на чертеже определить углы наклона прямой общего положения к плоскостям проекций?
3. Как на чертеже разделить отрезок прямой общего положения в заданном отношении?
4. В каких случаях прямой угол проецируется на плоскость проекций в натуральную величину?
5. Как по проекциям двух прямых можно судить о взаимном расположении этих прямых в пространстве?

Задача 9. Определить длину отрезка прямой AB и углы наклона прямой к плоскостям проекций (рис. 1.9).

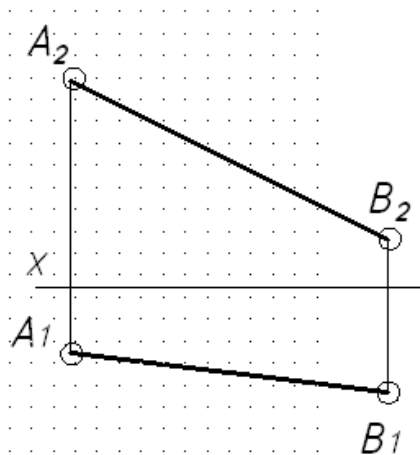


Рис. 1.9.

Задача 10. На заданной прямой AM отложить отрезок AB , равный 30 мм (рис. 1.10).

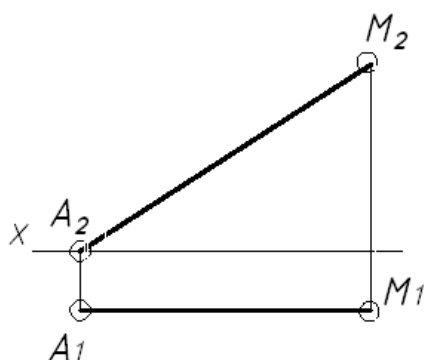


Рис. 1.10.

Задача 11. Построить квадрат $ABCD$ со стороной BC на прямой BM (рис. 1.11).

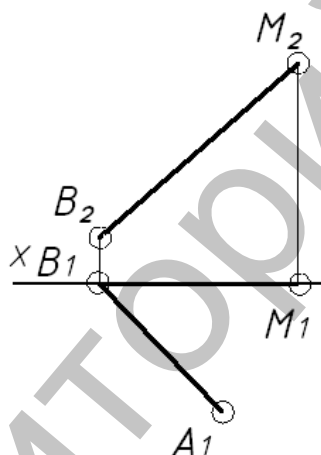


Рис. 1.11.

Задача 12. Определить высоту треугольника ABC , если его основание – отрезок AC (рис. 1.12).

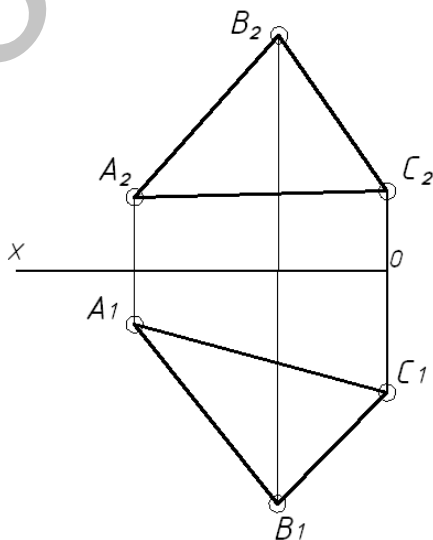


Рис. 1.12.

Задача 13. Построить прямоугольник $ABCD$ с большей диагональю BD на прямой MN , $AB:BC=2:3$ (рис. 1.13).

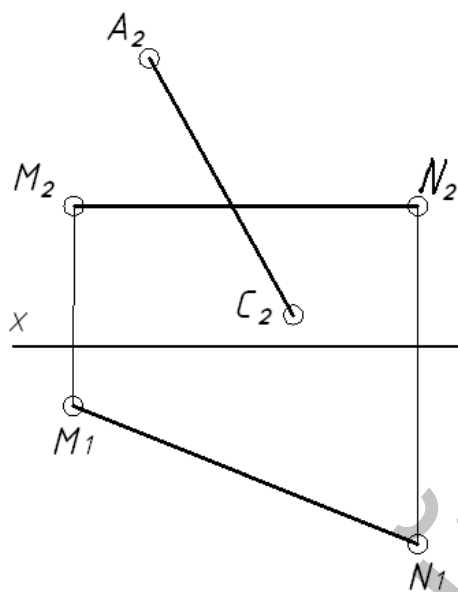


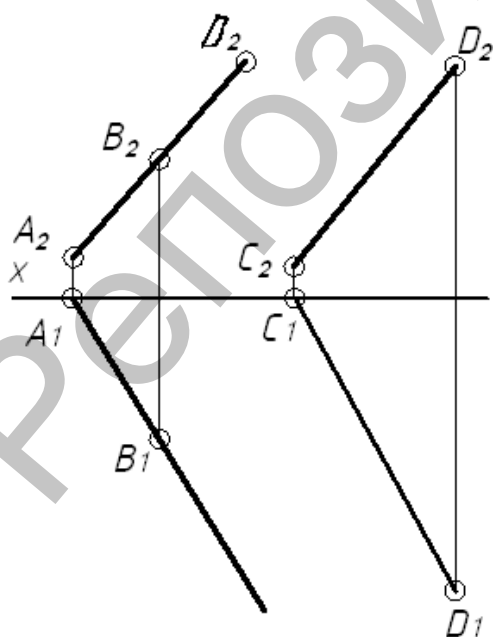
Рис. 1.13.

Вопросы

1. Какие линии являются главными линиями плоскости?
2. Какую плоскость называют плоскостью общего положения, какую – проецирующей?

Задача 14. В заданных плоскостях через точку B провести горизонталь и фронталь (рис. 1.14, а, б).

а)



б)

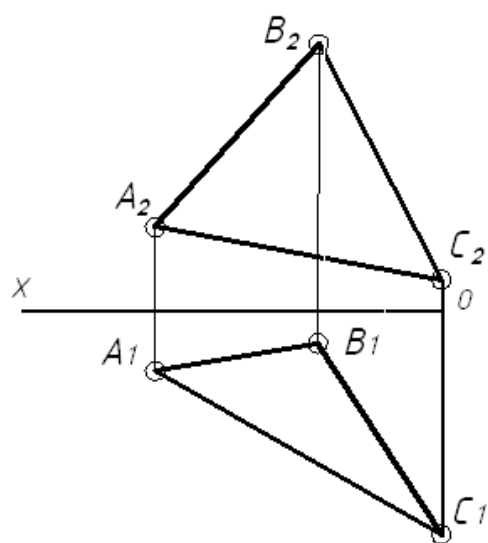


Рис. 1.14.

Задача 15. В данной плоскости построить: а) горизонталь на высоте 15 мм; б) фронталь на расстоянии 20 мм от плоскости n_2 (рис. 1.15, а, б).

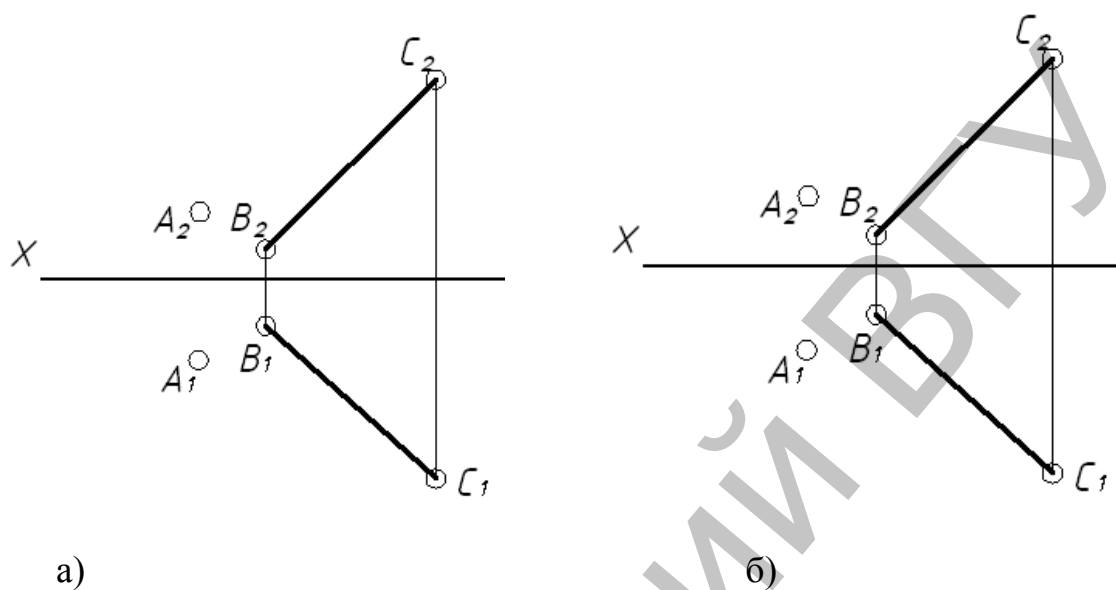


Рис. 1.15

Задача 16. Построить недостающую проекцию точки D в плоскости треугольника ABC (рис. 1.16).

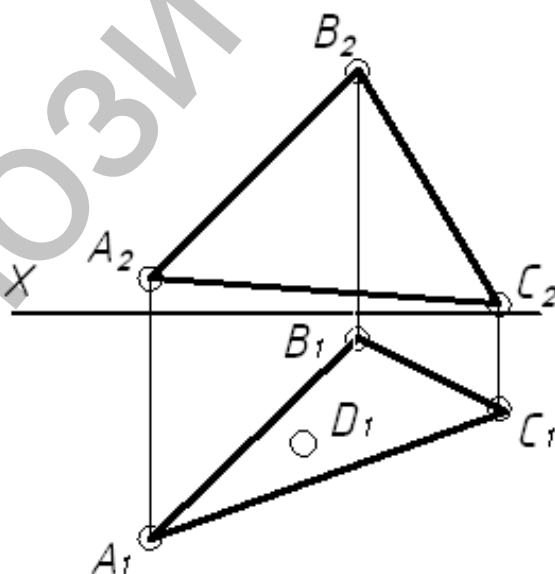


Рис. 1.16.

Задача 17. В плоскости ABC построить точку K , отстоящую от плоскости π_2 на 15 мм и от плоскости π_1 — на 20 мм (рис. 1.17).

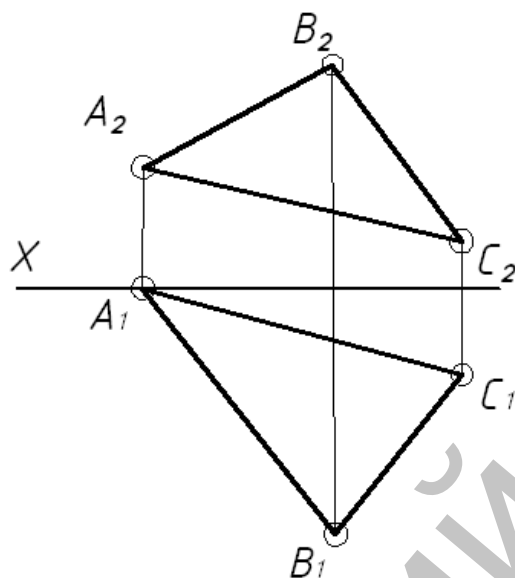


Рис. 1.17.

Задача 18. Определить, принадлежит ли точка A плоскости, заданной прямыми MN и KL (рис. 1.18).

Задача 19. Построить фронтальную проекцию треугольника KMN , принадлежащую плоскости прямых AB и CD (рис. 1.19).

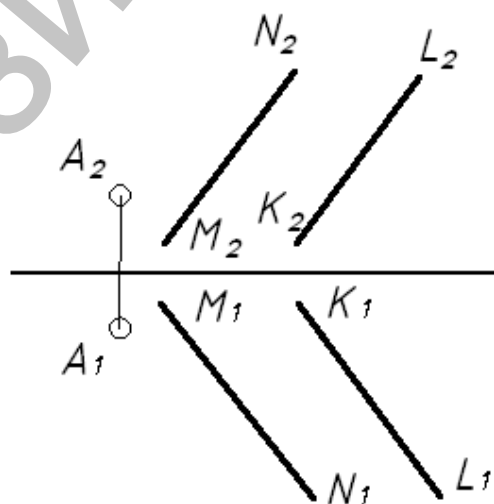


Рис. 1.18.

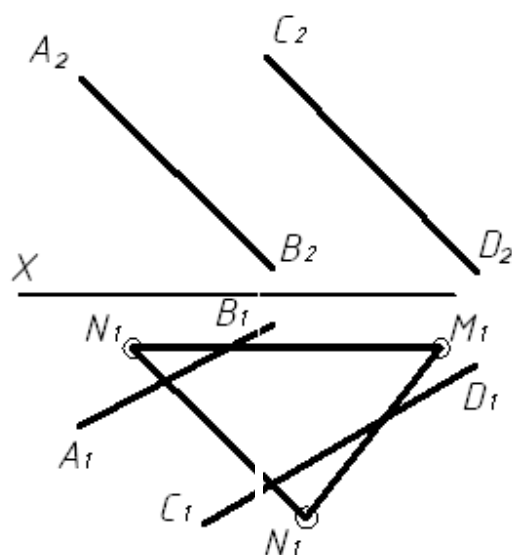


Рис. 1.19.

Вопросы

1. Что характерно для проекций геометрических элементов, лежащих в проецирующих плоскостях?
2. Какие следует выполнить построения для нахождения точки пересечения прямой общего положения с плоскостью общего положения?
3. В чем заключается общий прием построения линии пересечения двух плоскостей?

Задача 20. Построить проекции точки пересечения прямой MN с плоскостью параллелограмма $ABCD$ и определить видимость прямой (рис. 1.20).

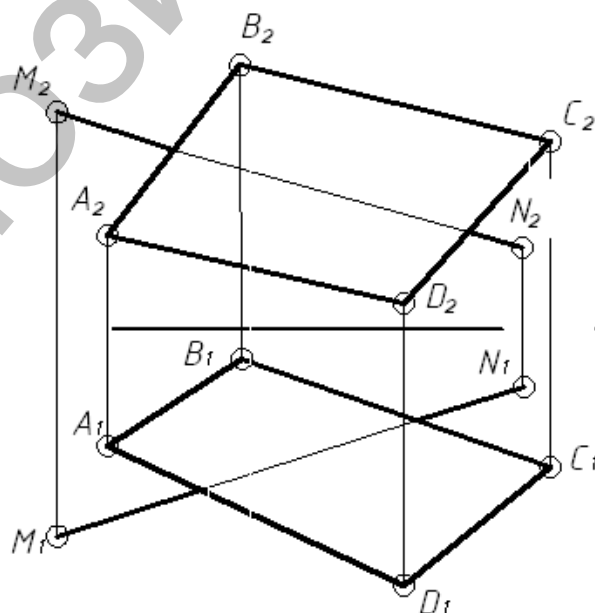


Рис. 1.20.

Задача 21. Построить проекции линии пересечения двух непрозрачных треугольников ABC и DEF . Закрасить каждый треугольник своим цветом с учетом видимости (рис. 1.21).

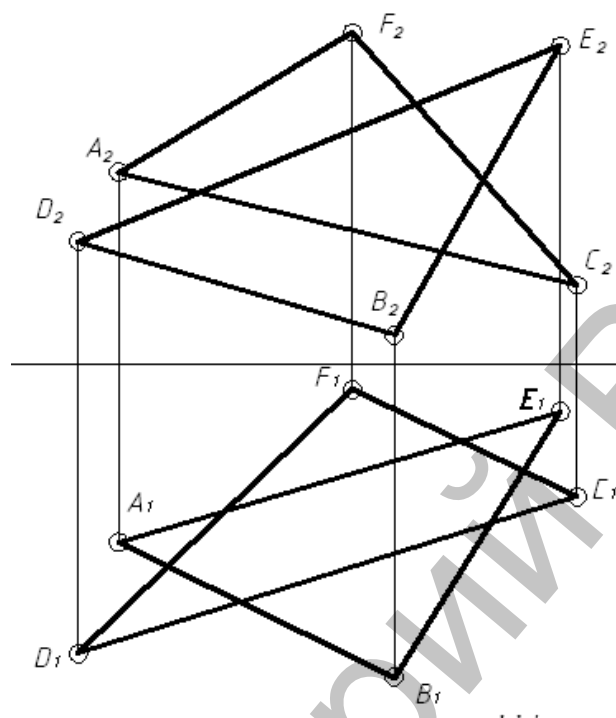


Рис. 1.21

1.2. Способы преобразования чертежа

Вопросы

1. Какова цель способов преобразования чертежа и в чем принципиальная разница между способами перемены плоскостей проекций и вращения?
2. Что остается неизменным при замене фронтальной плоскости проекций новой плоскостью проекций?
3. Сколько и как следует провести замены плоскостей проекций, чтобы прямую общего положения сделать проецирующей?
4. Как следует выбрать новую плоскость проекций, чтобы плоскость общего положения сделать проецирующей?
5. Каков порядок определения элементов вращения точки вокруг оси вращения: плоскости вращения, центра вращения, радиуса вращения?

Задача 22. Построить способом перемены плоскостей проекций проекции центра окружности, описанной вокруг треугольника ABC (рис. 1.22).

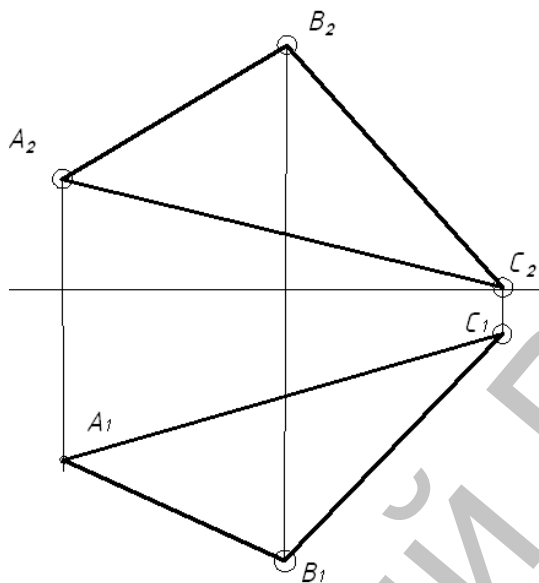


Рис. 1.22

1.3. Изображение многогранников

Вопросы

1. Как на чертеже задают призму и пирамиду?
2. В чем состоят два способа построения линии пересечения многогранников?

Задача 23. Построить проекции пирамиды с направляющей «ласточкин хвост» (рис. 1.23).

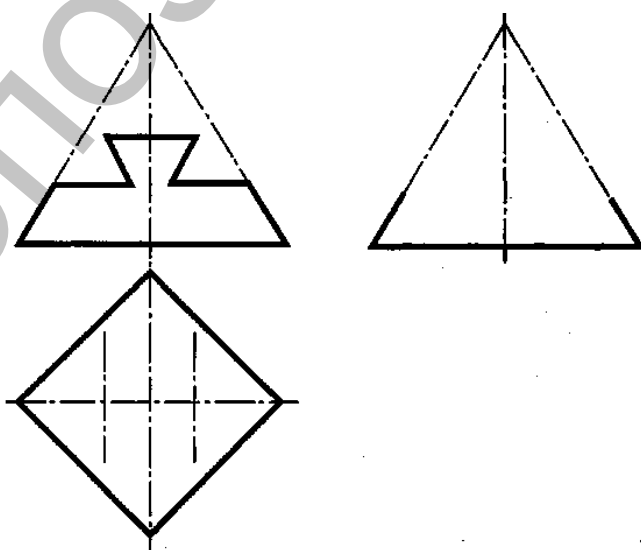


Рис. 1.23.

Задача 24. Построить натуральный вид сечения $A-A$ призмы (рис. 1.24).

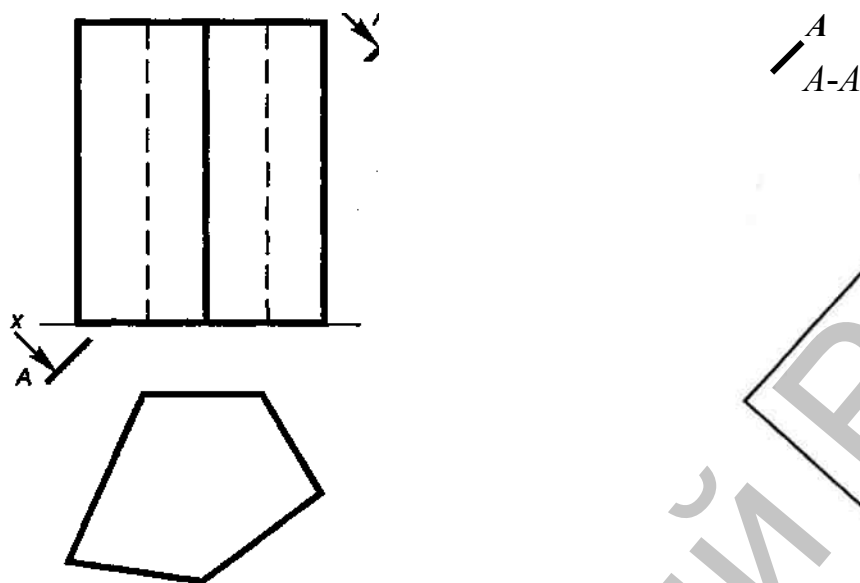


Рис. 1.24.

Задача 25. Построить натуральный вид сечения $A-A$ пирамиды (рис. 1.25).

Задача 26. Построить профильную проекцию многогранника и недостающие проекции отмеченных точек (рис. 1.26).

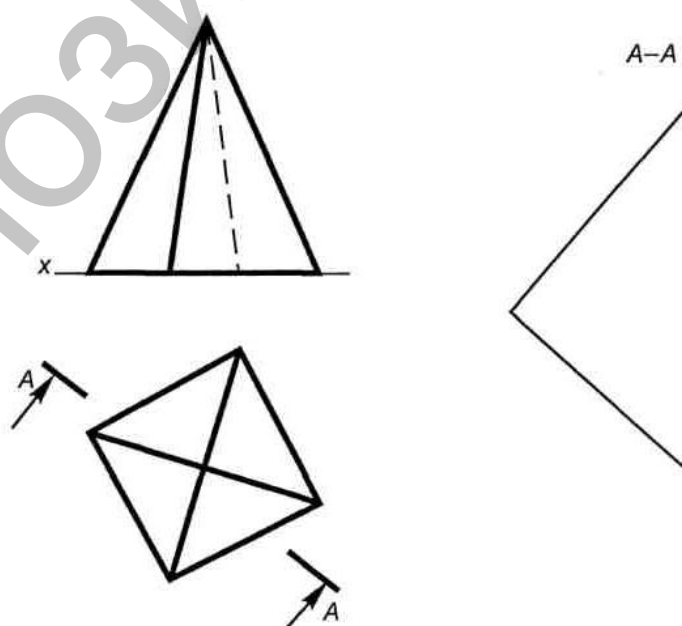


Рис. 1.25.

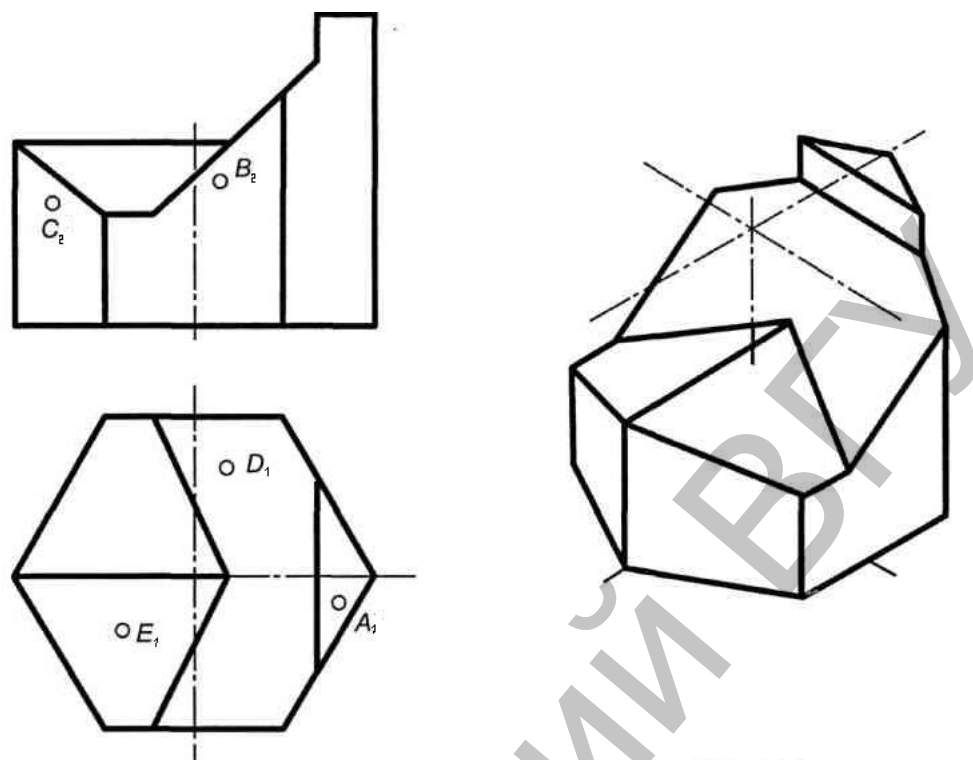


Рис. 1.26.

Задача 27. Достроить горизонтальную и построить профильную проекции пирамиды с вырезом (рис. 1.27).

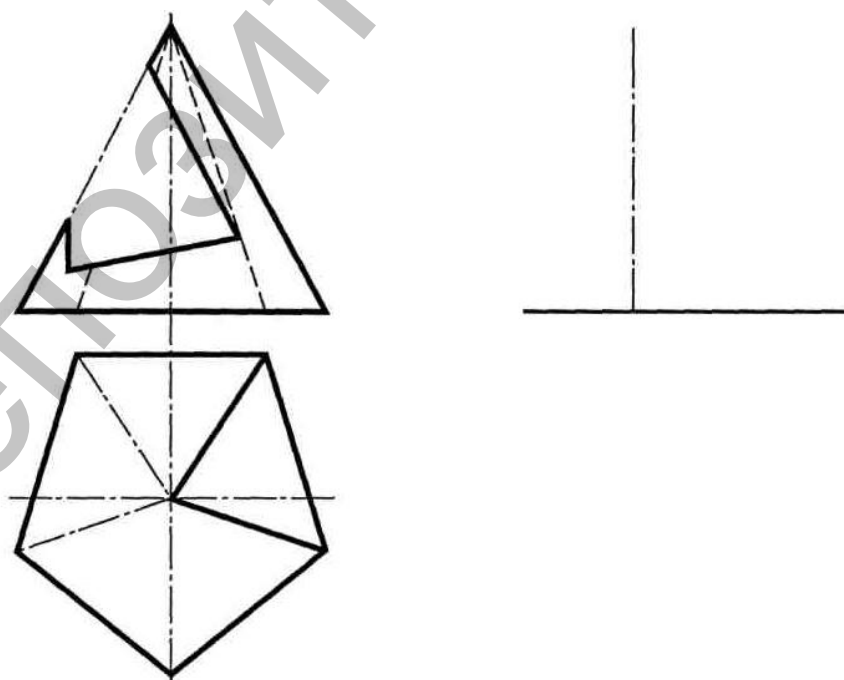


Рис. 1.27.

Задача 28. Достроить горизонтальную и построить профильную проекции усеченной пирамиды со сквозным четырехугольным отверстием (рис. 1.28).

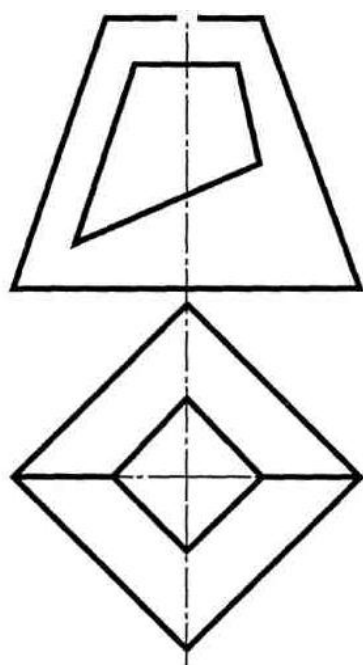


Рис. 1.28.

Задача 29. Достроить горизонтальную и построить профильную проекции пирамиды с вырезом (рис. 1.29).

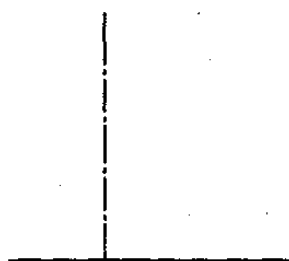
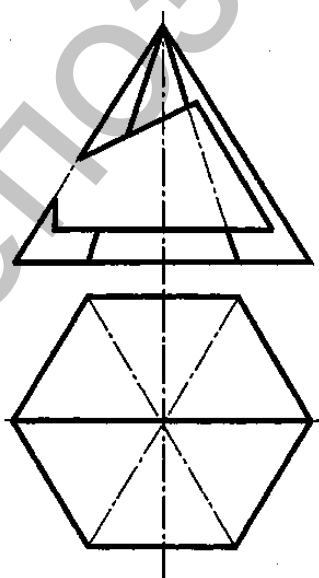


Рис. 1.29.

Задача 30. Достроить горизонтальную и построить профильную проекции усеченной пирамиды со сквозным четырехугольным окном (рис. 1.30).

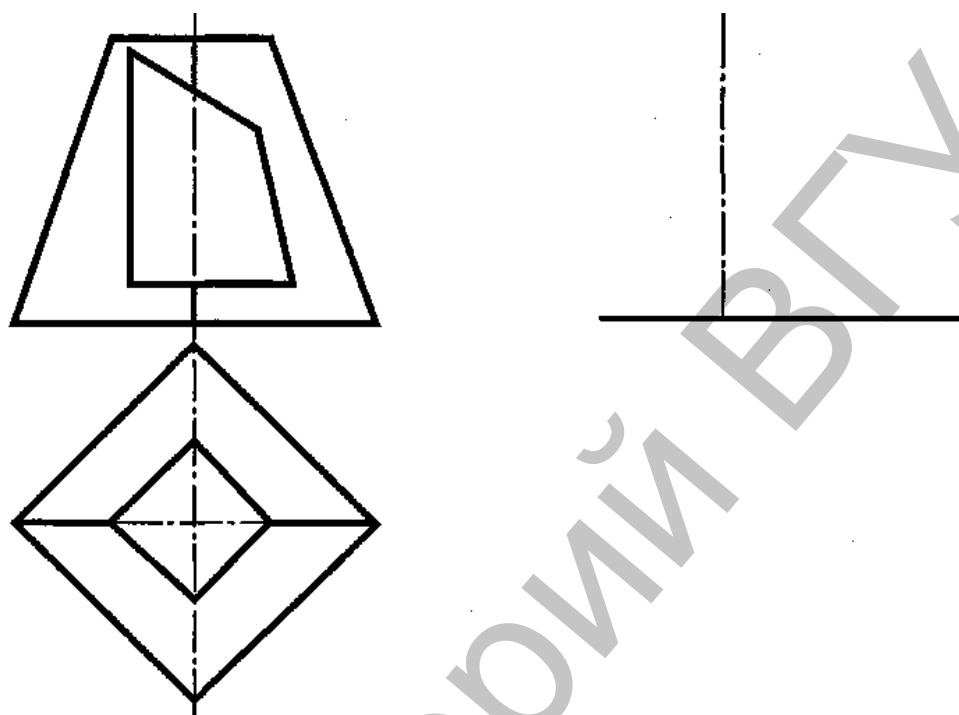


Рис. 1.30.

Задача 31. Достроить горизонтальную и построить профильную проекции усеченной пирамиды с вырезом (рис. 1.31).

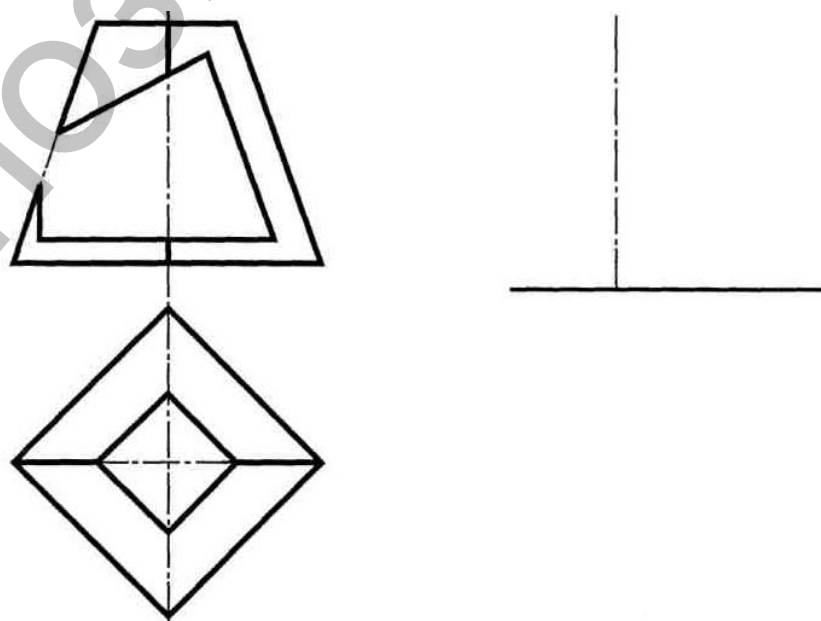


Рис. 1.31.

Задача 32. Достроить горизонтальную и построить профильную проекции усеченной пирамиды с вырезом (рис. 1.32).

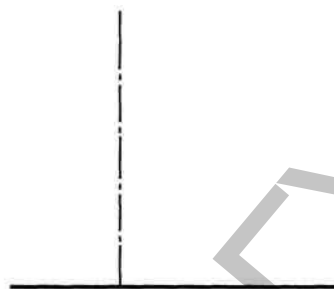
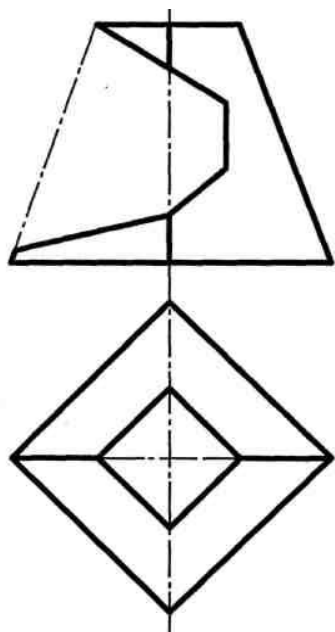


Рис. 1.32.

Задача 33. Достроить горизонтальную и построить профильную проекции пирамиды со сквозным четырехугольным отверстием (рис. 1.33).

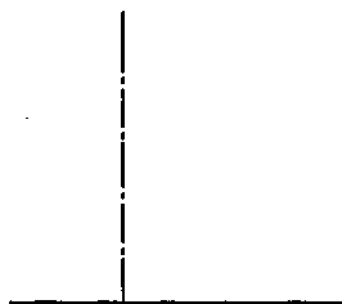
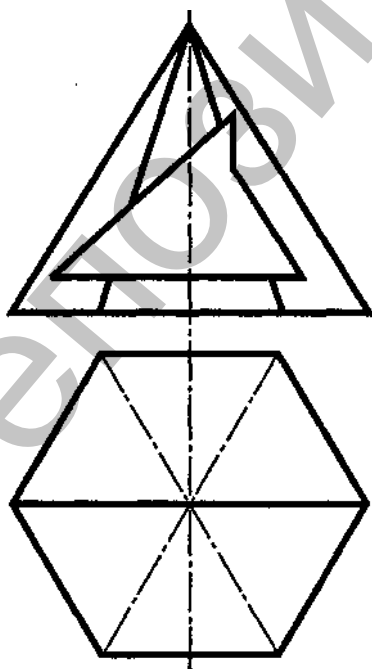


Рис. 1.33.

1.4. Изображение кривых линий и поверхностей, их пересечений

Вопросы

1. Как строят недостающую проекцию линии на кривой поверхности?
2. Как строят линию пересечения кривой поверхности плоскостью?
3. Что называют сечением, разрезом?

Задача 34. Построить недостающую проекцию линии AB на поверхности сферы, цилиндра (δ), конуса (ϵ) и тора (γ), определив видимые и невидимые участки линий (рис. 1.34 а, б).

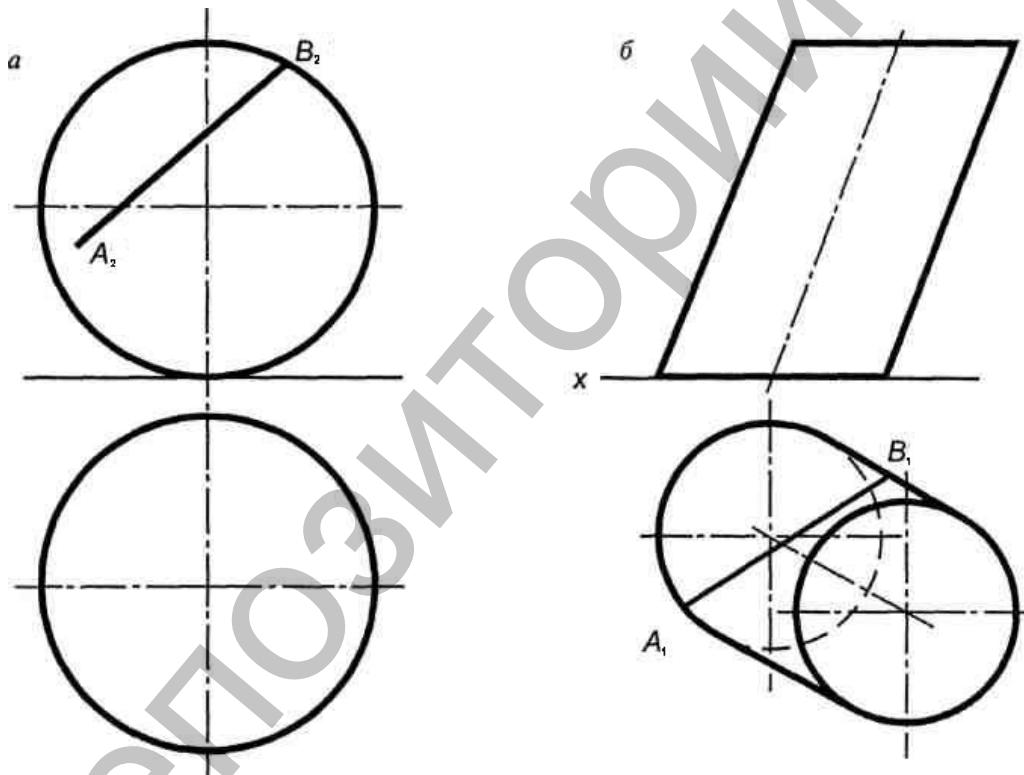


Рис. 1.34 а).

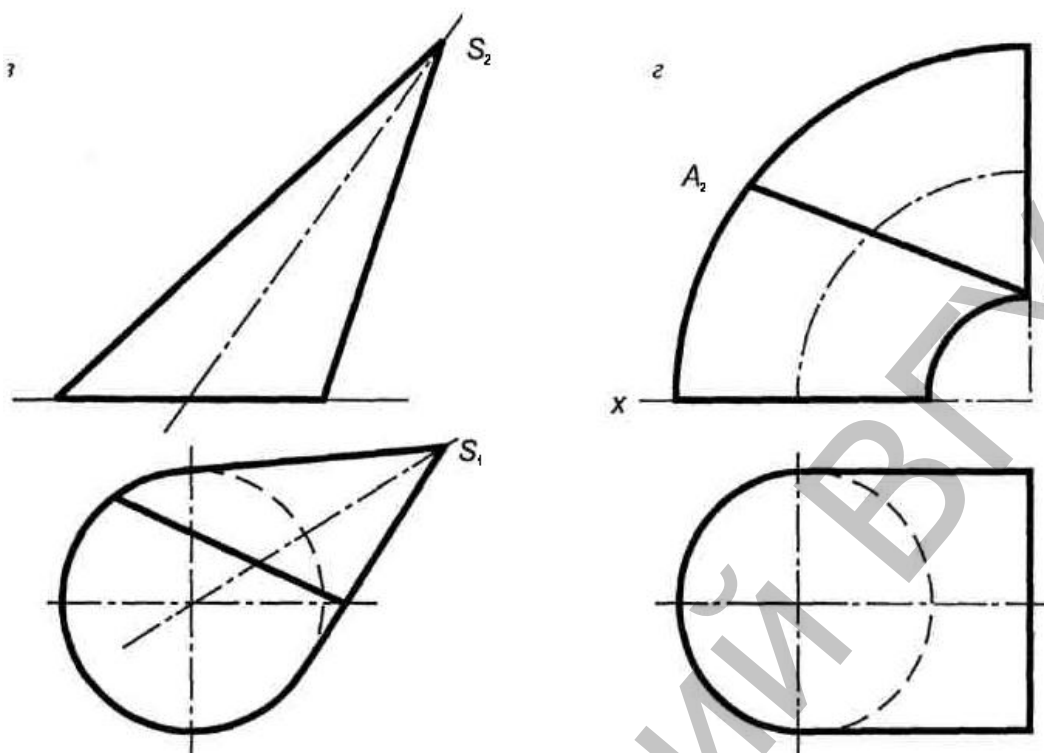


Рис. 1.34 б).

Задача 35. Построить разрез $A—A$ цилиндра (а) и конуса (б) на видах сверху и слева и натуральный вид сечения $A—A$ (рис. 1.35 а, б).

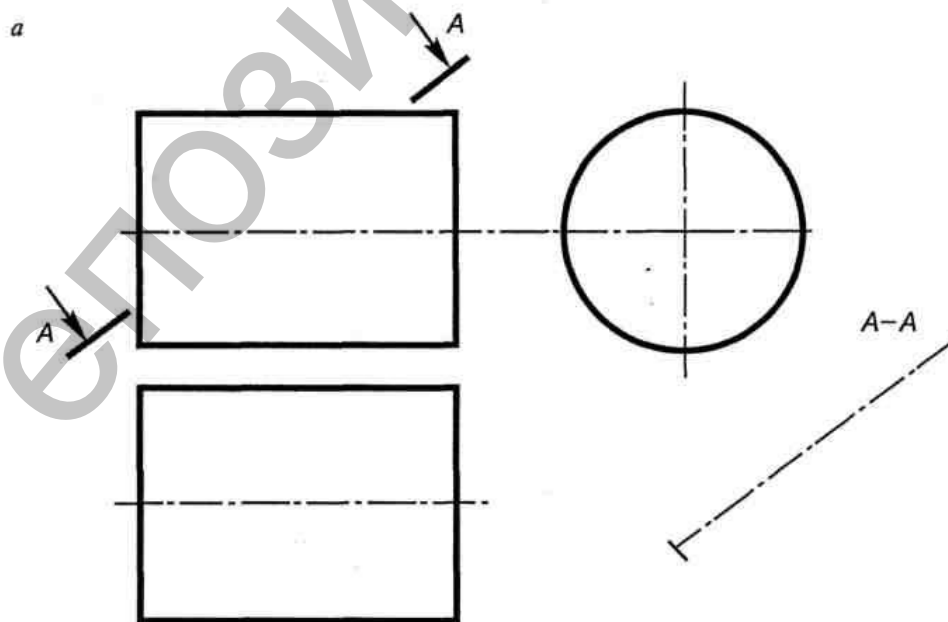


Рис. 1.35 а).

б

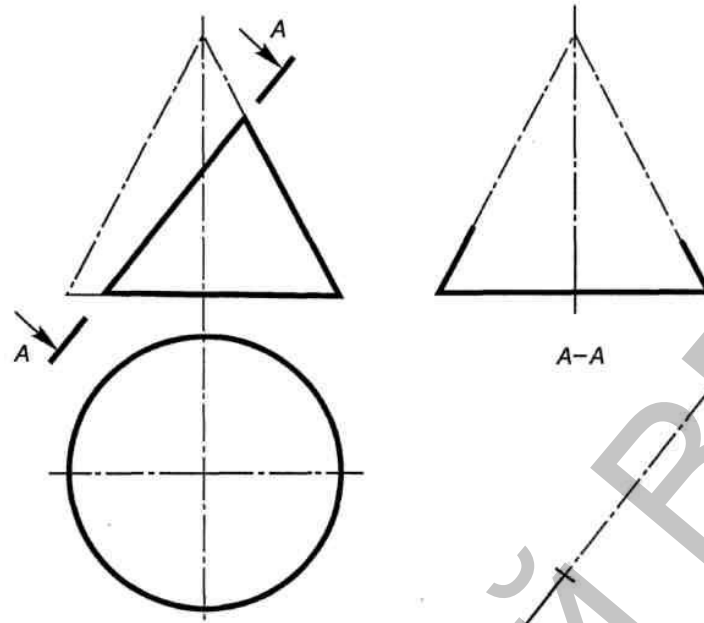


Рис. 1.35 б).

Задача 36. Построить проекции выреза (сквозного горизонтального отверстия) в сфере с вертикальным цилиндрическим отверстием и выполнить разрезы сферы на всех трех ее изображениях (рис. 1.36).

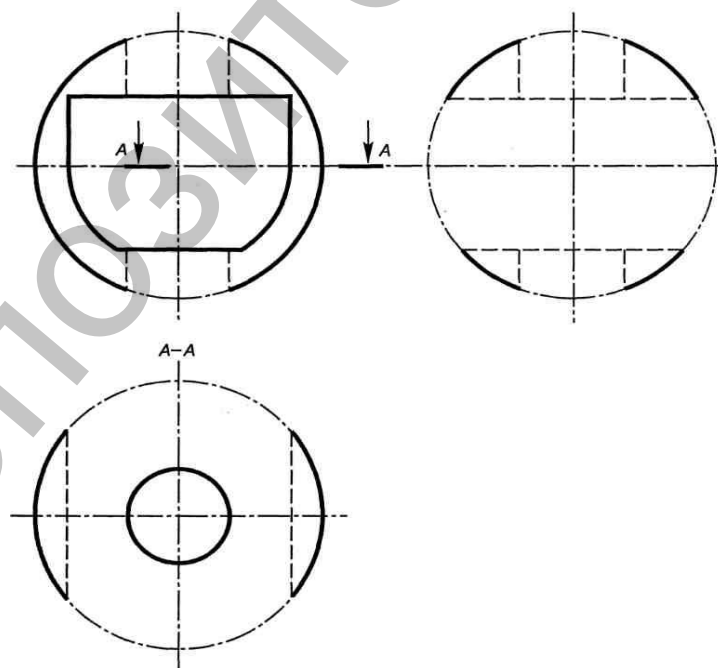


Рис. 1.36.

Вопросы

1. В чем заключается общий прием построения точек пересечения прямой линии с любой поверхностью?
2. Как следует выбирать вспомогательную плоскость при построении точек пересечения прямой линии с цилиндрической поверхностью, с конической поверхностью, с поверхностью тора, со сферической поверхностью?

Задача 37. Построить точки пересечения прямой AB с поверхностью пирамиды (a) и сферы (b) (рис. 1.37).

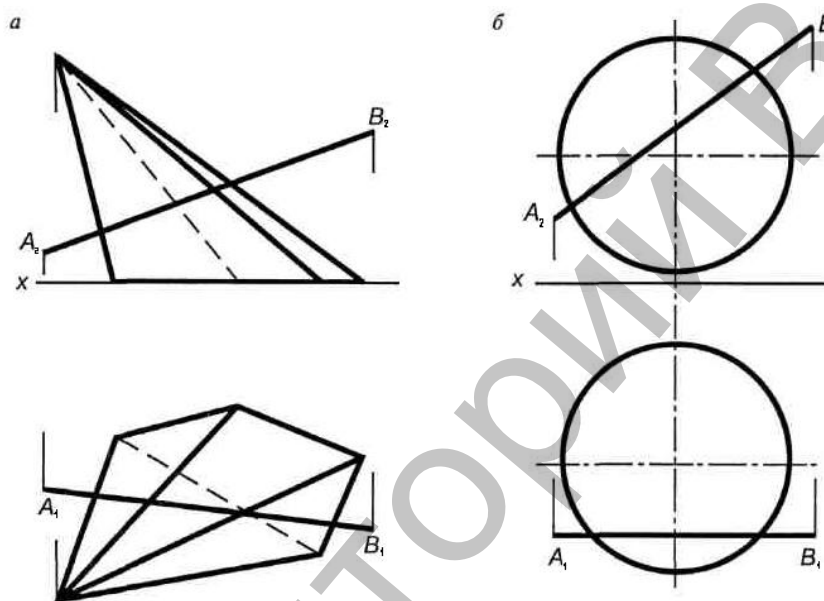


Рис. 1.37.

Задача 38. Построить точки пересечения прямой AB с поверхностью конуса (a), цилиндра (b), тора ($в$), сферы ($г$) (рис. 1.38).

Вопросы

1. В чем заключается общий прием построения точек линии взаимного пересечения кривых поверхностей?
2. В каких случаях пересечения кривых поверхностей применяют вспомогательные секущие плоскости?
3. Каковы условия введения вспомогательных сфер с постоянным центром при построении линии пересечения кривых поверхностей?
4. Каковы условия введения вспомогательных сфер с переменными центрами при построении линии пересечения кривых поверхностей?
5. Какие точки называют характерными при построении линии пересечения двух поверхностей?

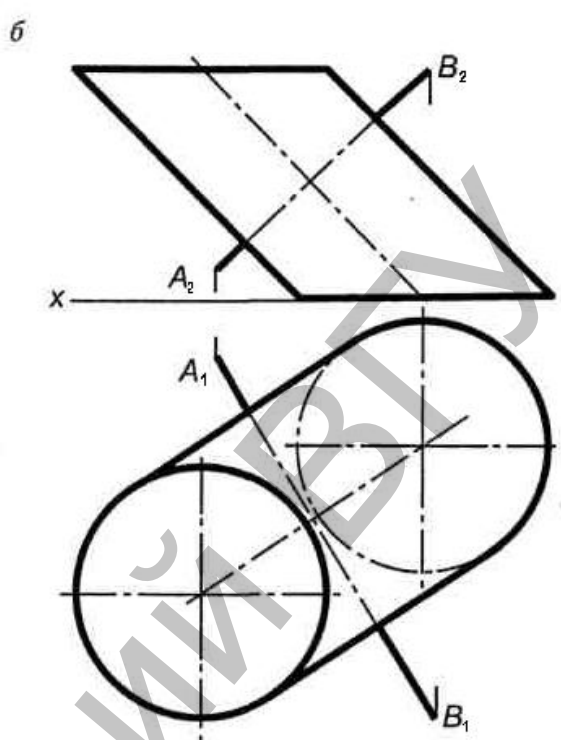
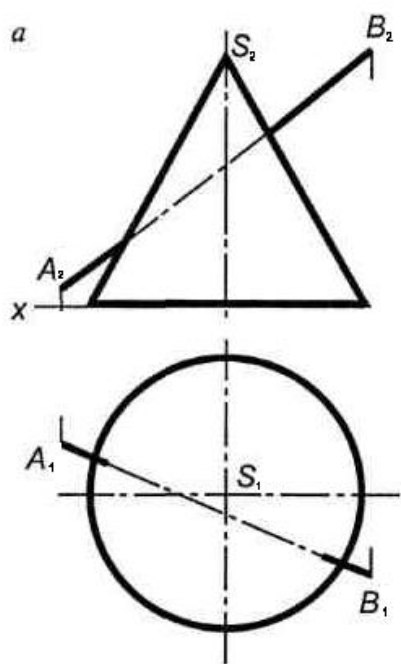


Рис. 1.38 а), б).

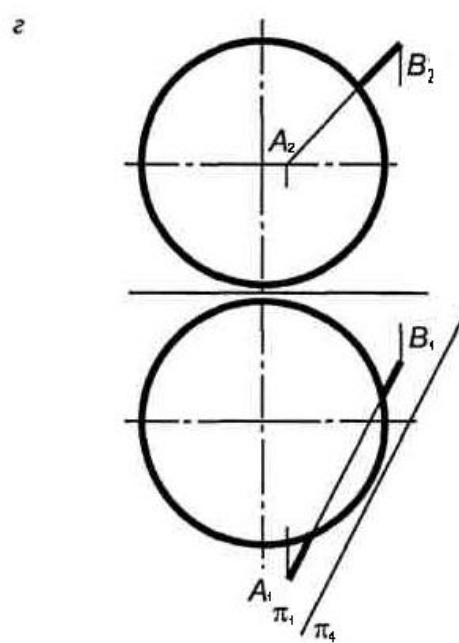
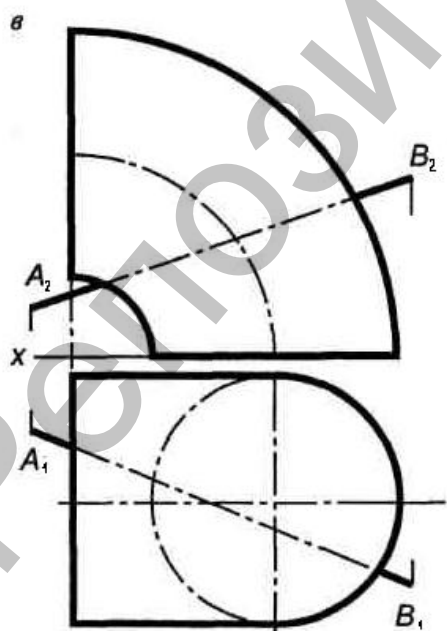


Рис. 1.38 в), г).

Задача 39. Построить линии пересечения части сферы с цилиндрическим вырезом и сечение $A-A$ (рис. 1.39).

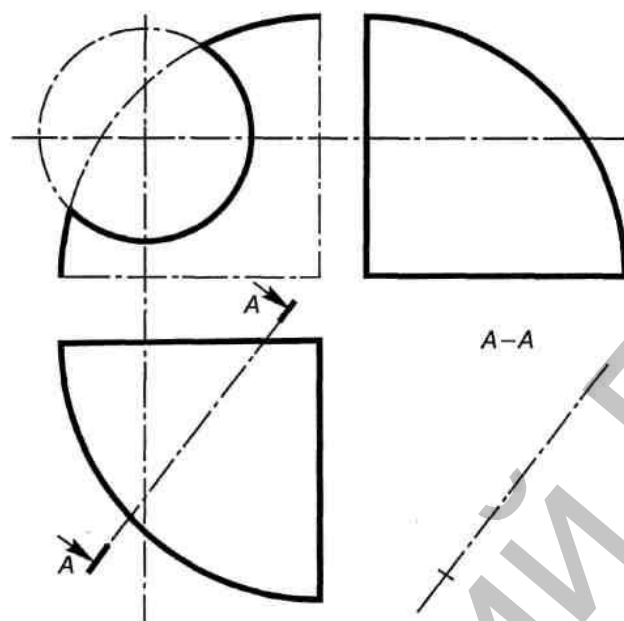


Рис. 1.39.

Задача 40. Построить фронтальную проекцию линии пересечения данных поверхностей (рис. 1.40), оси которых пересекаются и параллельны плоскости π_2 .

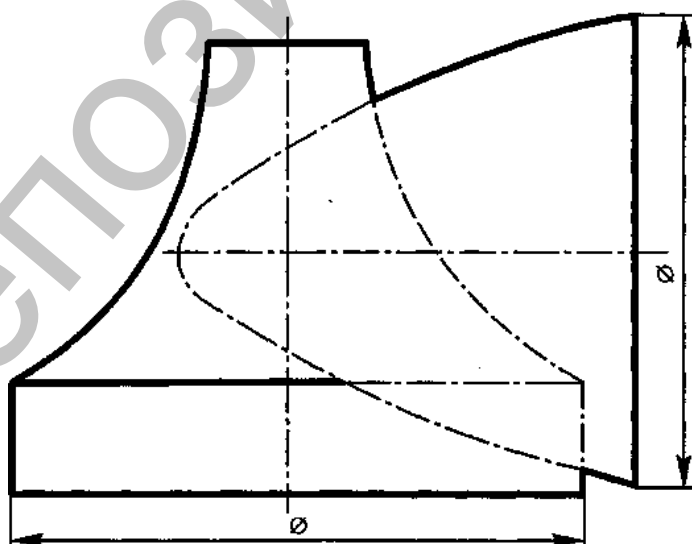


Рис. 1.40.

Задача 41. Построить фронтальные проекции линий пересечения конусов, оси которых пересекаются и параллельны плоскости π_2 (рис. 1.41).

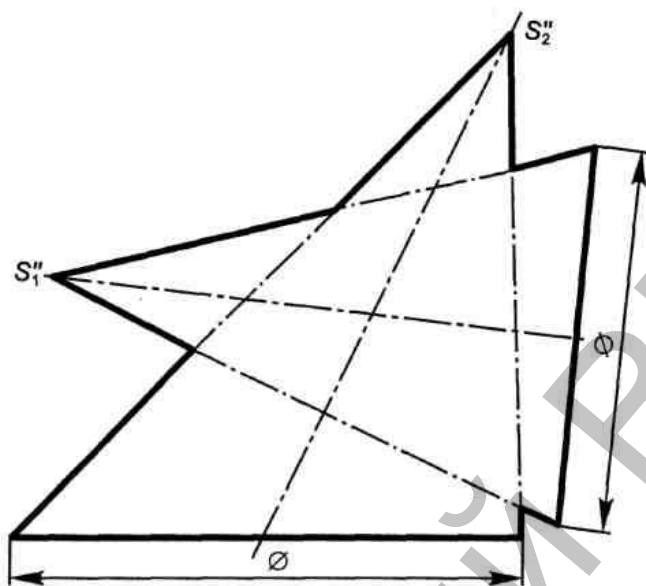


Рис. 1.41.

1.5. Аксонометрические проекции

Вопросы

1. Как образуются аксонометрические проекции? Что называют аксонометрическими осями?
2. Что такое действительные и приведенные коэффициенты искажения по аксонометрическим осям и каковы их значения в изометрии и диметрии?

Задача 42. Построить изометрию треугольника ABC , заданного своими проекциями на плоскостях π_2 и π_1 (рис. 1.42).

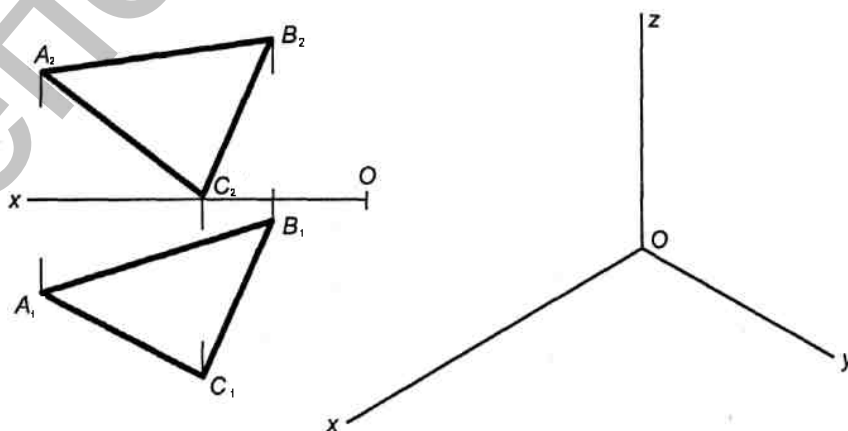


Рис. 1.42.

Задача 43. Построить диметрию плоского четырехугольника $ABCD$, если его вершина C равноудалена от плоскости xOy и xOz , а сторона непараллельна плоскости xOy (рис. 1.42).

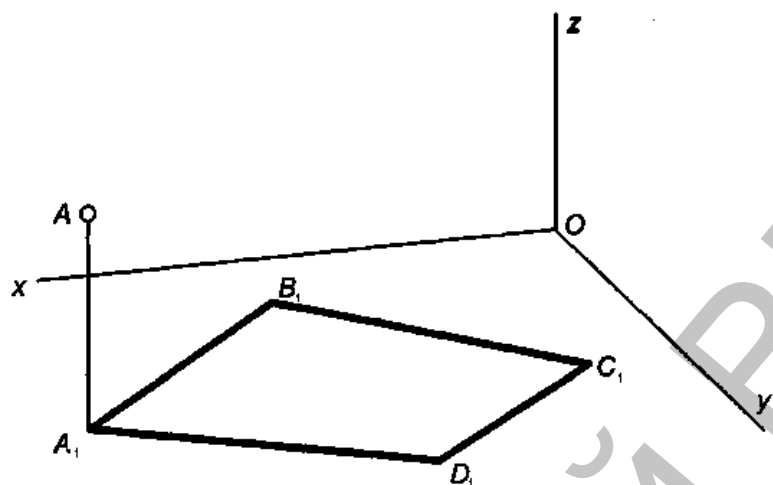


Рис. 1.43.

Задача 44. Построить изометрию шестигранной призмы с цилиндрическим отверстием (рис. 1.44). Выполнить разрез плоскостями zOx и zOy .

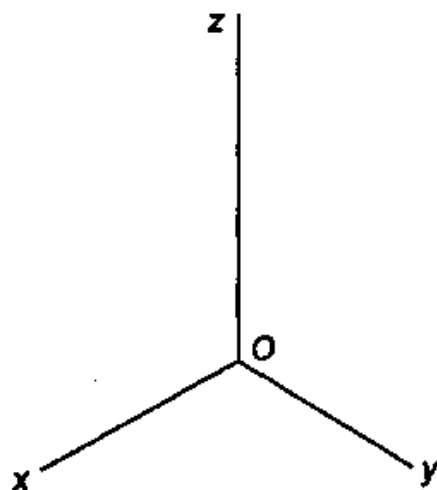
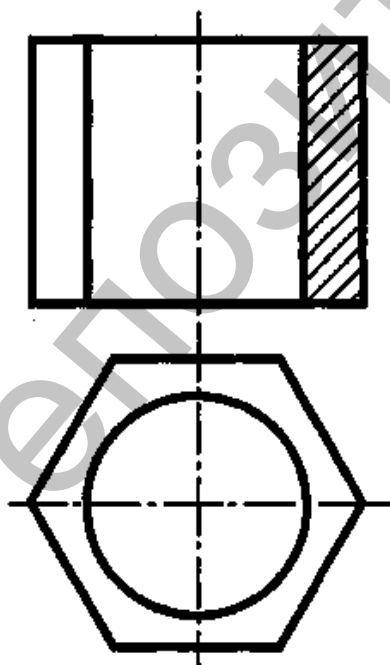


Рис. 1.44.

Задача 45. Построить линию пересечения двух цилиндров с пересекающимися осями (рис. 1.45).

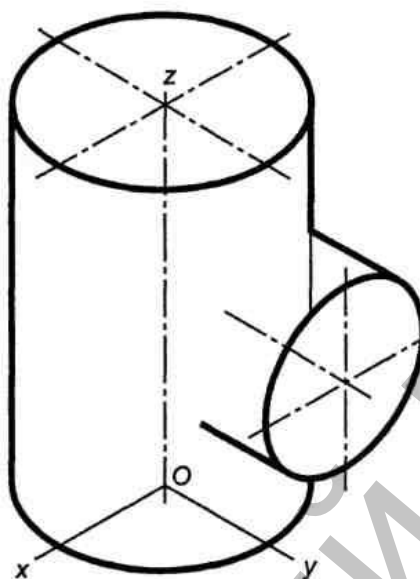


Рис. 1.45.

Задача 46. Определить координаты точки A, лежащей на поверхности конуса (рис. 1.46).

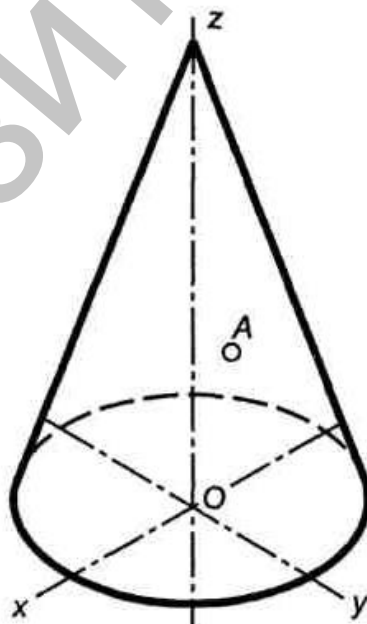


Рис. 1.46.

Часть 2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

2.1. Линия среза

Задание 1. Построить три изображения детали с проекциями линий «среза», полученными в пересечении поверхностей вращения плоскостями, параллельными оси вращения. Варианты (1–6) заданных деталей приведены на рис. 2.2, пример выполнения – на рис. 2.1. На заданиях линии «среза» не показаны. Построение сопряжений очерка детали и точек линии «среза» оставить на чертеже.

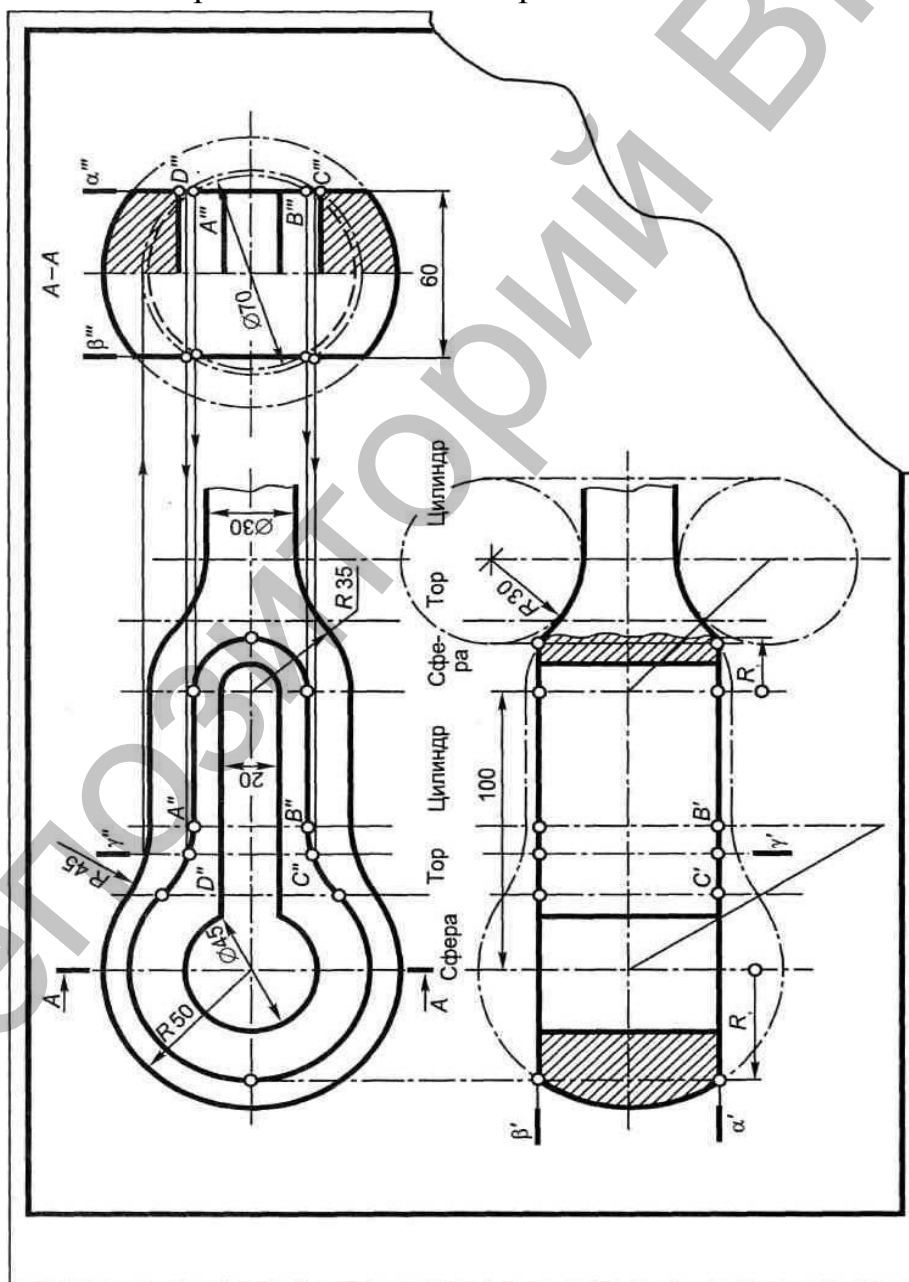


Рис. 2.1. Пример выполнения.

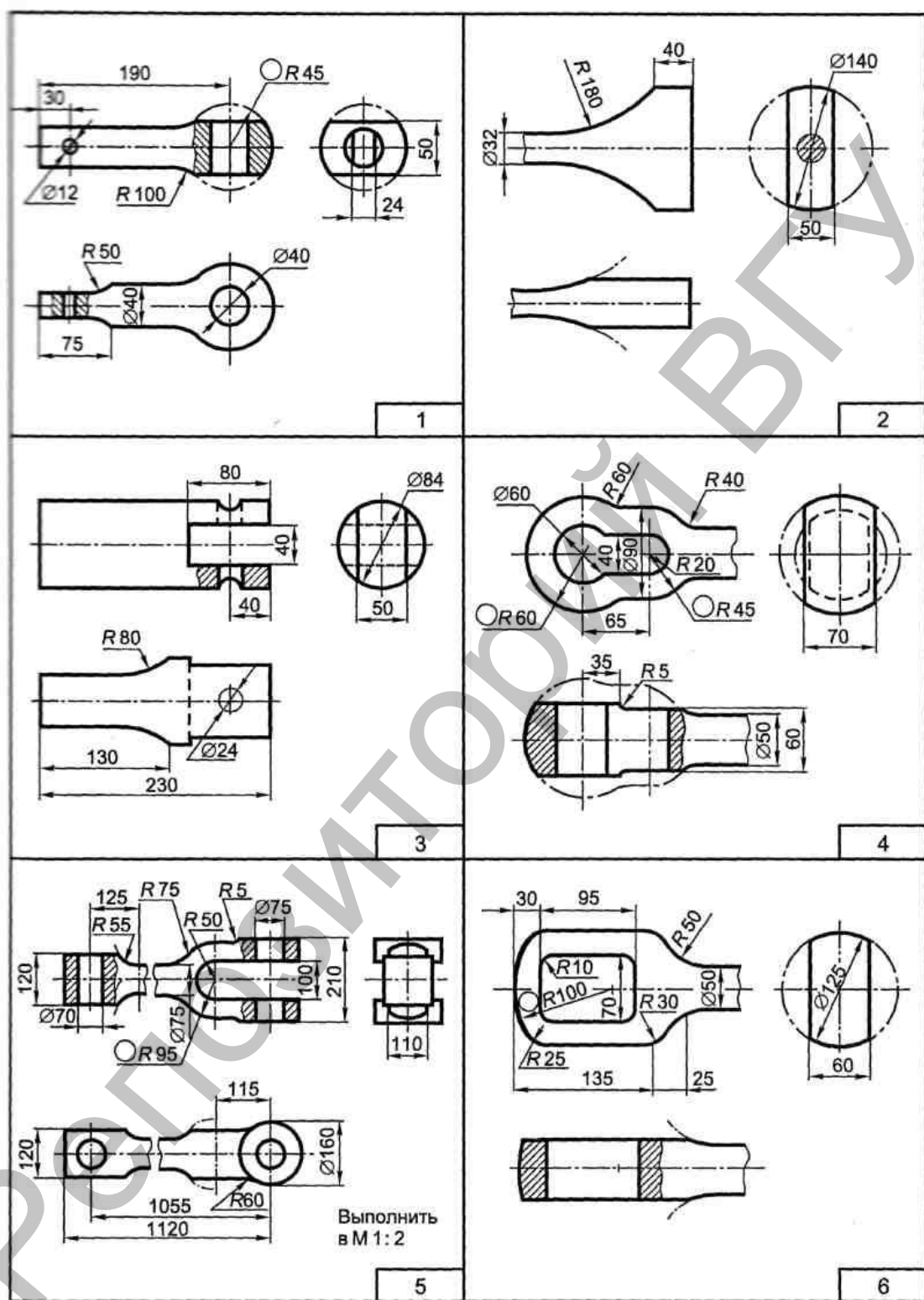


Рис. 2.2.

2.2. Построение изображений – видов, разрезов, сечений

Задание 2. По двум заданным проекциям (каждой детали – *а* и *б*) построить третью, нанести размеры, выполнить полезные разрезы, сечения и аксонометрию, задаваемые преподавателем. При нанесении размеров учесть выполненные разрезы и, при необходимости, откорректировать расположение размеров. Удалить все ненужные невидимые линии. Образец выполненного задания на рис. 2.3. Варианты заданий на рис. 2.4.

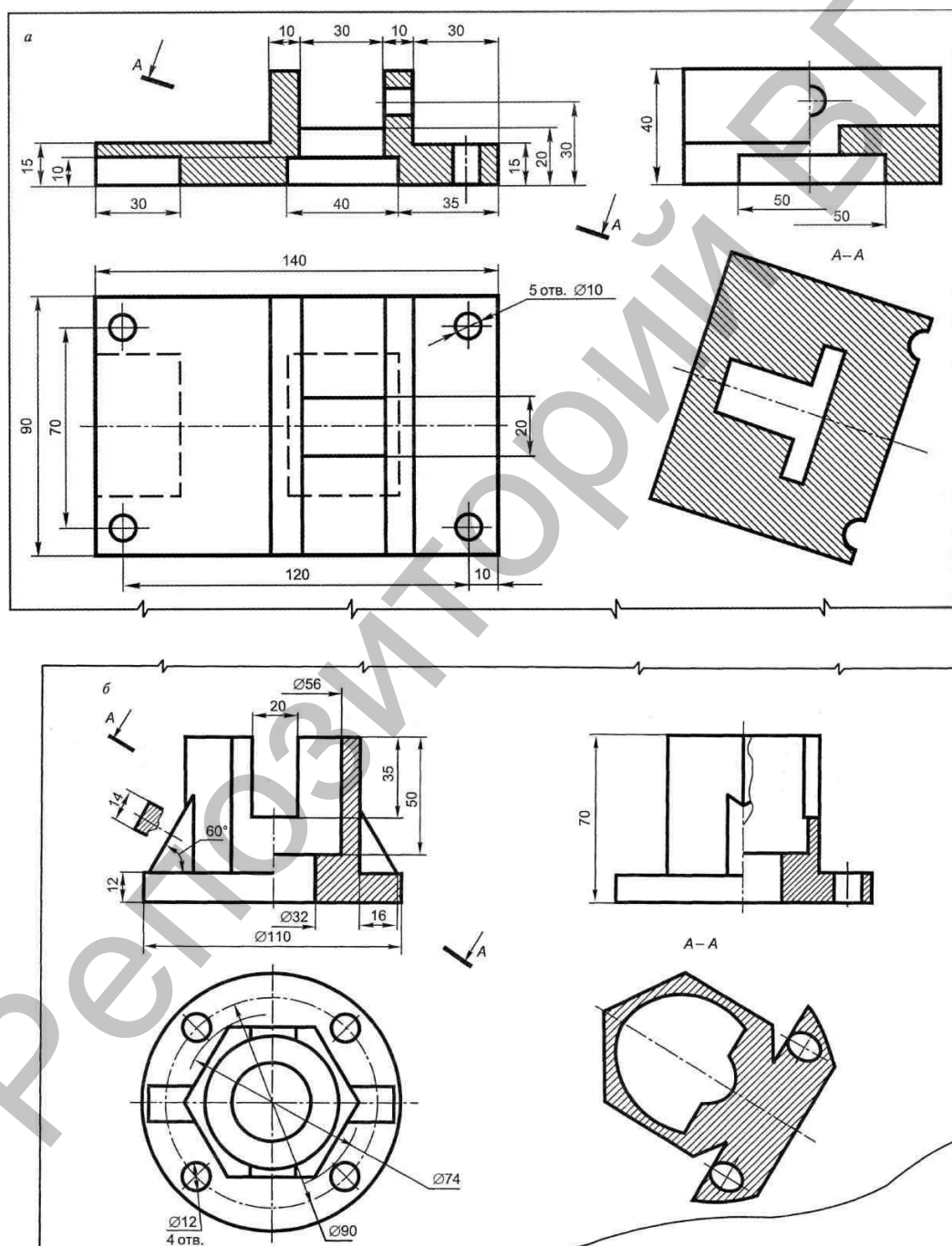
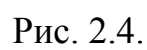
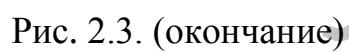


Рис. 2.3.



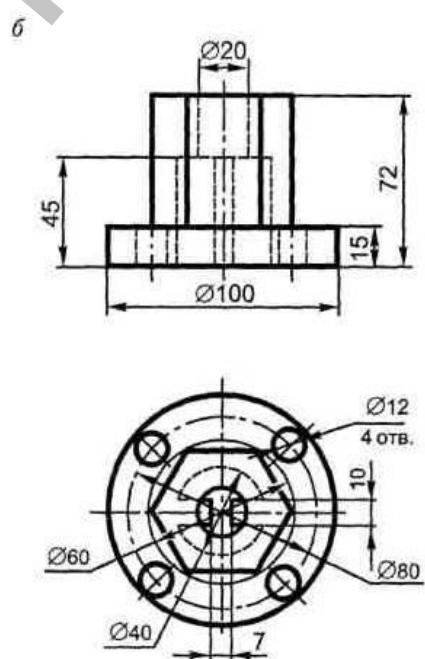
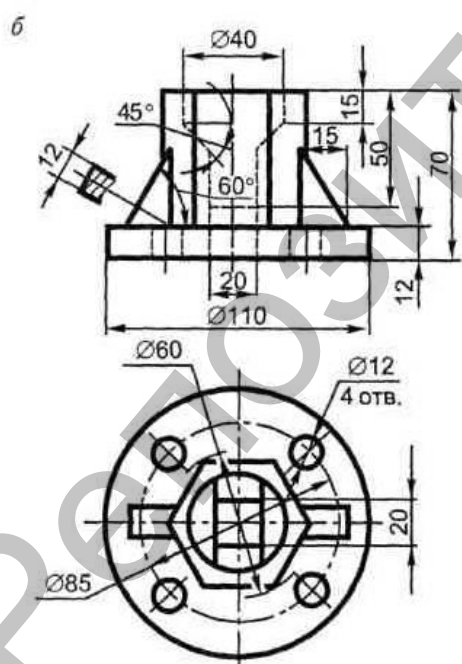
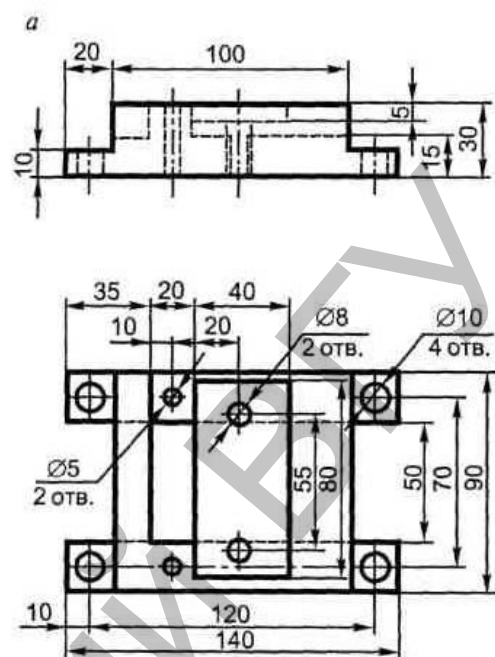
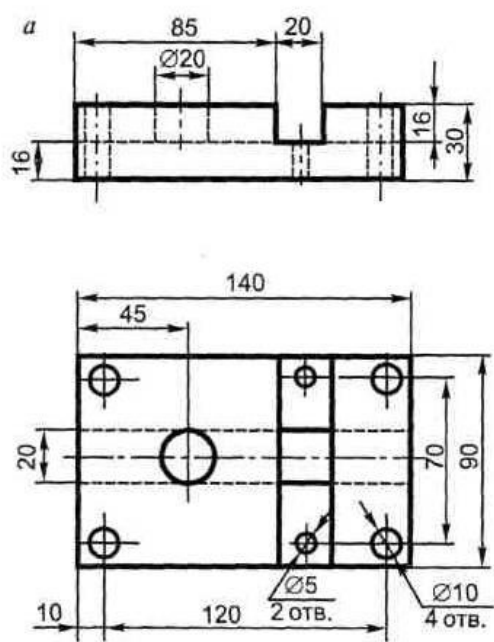


Рис. 2.4. (продолжение)

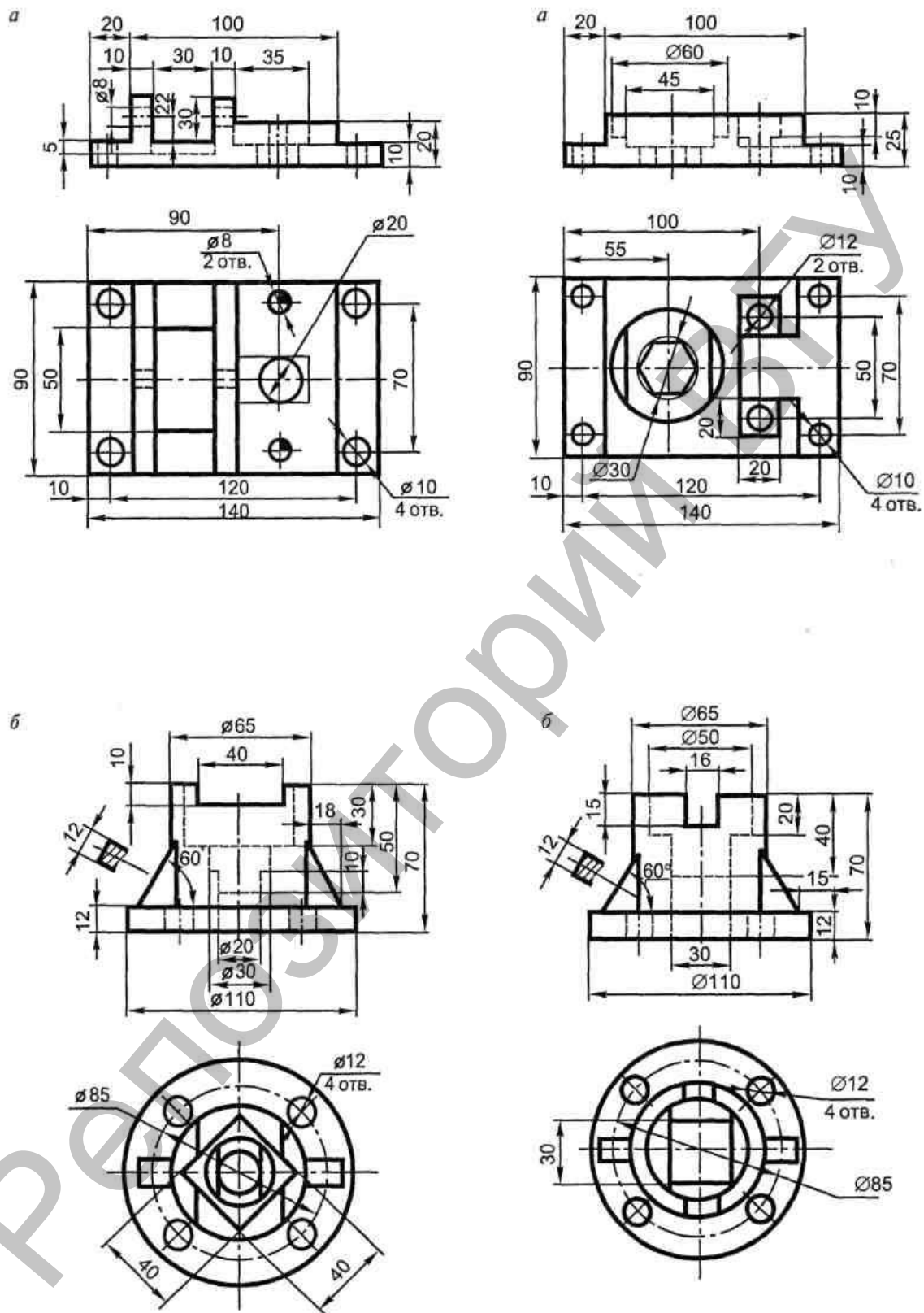


Рис. 2.4.

Часть 3. ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ПРАКТИКУМ

3.1. Общие требования к оформлению обязательного практикума

Прежде чем приступить к решению задач из обязательного практикума, необходимо ответить на приведенные вопросы к изучаемым темам и построить алгоритмы решений каждой из задач.

Все задачи обязательного практикума выполняются тушью на формате **A4 (297x210)** и оформляются рамкой. С левой стороны оставляют 20 мм для подшивки. Основную надпись на формате наносить не следует. В левом верхнем углу указывается номер задачи. Желательно при обводке чертежей использовать цветную тушь.

Все чертежи выполняются чертежными инструментами с соблюдением соответствующих стандартов на чертежи.

На отдельном листе записываются координаты точек и номер варианта, выданный преподавателем. Координаты точек своего номера варианта студент должен взять в таблице 1, 2, 3. Сброшюрованные и оформленные в виде альбома чертежи (рис. 3.1, 3.2) сдаются на проверку преподавателю в установленные сроки.

Образцы решения некоторых задач и их оформления представлены на рис. 3.3, 3.4, 3.5.

3.2. Центральные и параллельные проекции

Вопросы

1. Какое изображение называется рисунком? Чертежом? Их сходство и различие. Что такое «обратимость чертежа»?
2. Какие основные методы проецирования геометрических объектов на плоскость Вам известны? Каковы их свойства?
3. Какие виды параллельных проекций вы знаете?

3.3. Точка, прямая, плоскость в прямоугольных проекциях. Позиционные и метрические задачи

Вопросы

1. Каким образом пространственный объект, состоящий из трех взаимноперпендикулярных плоскостей, преобразуется в плоскую модель?
2. Как образуются проекции точки на плоскостях Π_1 , Π_2 , Π_3 ?
3. Какие координаты точки пространства в декартовой системе определяют ее горизонтальную, фронтальную и профильную проекции на эюре?

4. Какую прямую называют прямой общего положения, частного? Дайте определение каждой из них и укажите особенности их проекций.
5. Что такое «след прямой»? Как построить горизонтальный, фронтальный и профильный следы прямой общего положения? Имеются ли следы прямых частного положения?
6. Как задаются на чертеже параллельные, пересекающиеся и скрещивающиеся прямые?
7. Как найти натуральную величину отрезка прямой общего положения методом прямоугольного треугольника? Как определить углы наклона отрезка прямой к плоскостям проекций Π_1 , Π_2 ?
8. В каком случае прямой угол проецируется в виде прямого?

Задача 1

а. По координатам точек Вашего номера варианта начертить проекции прямой **DE**. Построить:

- 1) прямую, проходящую через точку **F** и параллельную прямой **DE**;
- 2) прямую, проходящую через точку **F** и пересекающую данную прямую **DE**.

Задача 2

а. Изобразить точки **A**, **B** и **C**. Из точки **C** провести следующие прямые:

- 1) прямую **e**, пересекающуюся с отрезком **AB** в точке **M**, делящей его в отношении 2:3;
- 2) прямую **m**, проходящую над точкой **M** прямой **AB**, расстояние между конкурирующими точками – 30 мм.

б. Определить истинную величину отрезка **AB** и углы наклона его к плоскостям проекций **A₁**, **A₂** методом прямоугольного треугольника.

в. Изобразить точки **A**, **B**, **C**, **D** и, соединив их между собой попарно, определить видимость получившихся отрезков.

Вопросы

1. Какими элементами пространства задается плоскость на чертеже? Какая плоскость называется «плоскость общего положения»?
2. Какие плоскости называют «плоскости уровня», «проецирующие плоскости»? Каковы их характеристики и графические признаки на чертеже?
3. Когда точка, прямая принадлежит плоскости?
4. Какие линии плоскости называются главными?
5. Как прямая линия может располагаться относительно плоскости?

6. Как на чертеже прямую можно заключить в плоскость частного положения?
7. Перечислите этапы построения точки пересечения прямой общего положения с плоскостью частного положения, общего.
8. Сформулируйте теорему о перпендикуляре к плоскости. Из каких этапов построения определяется на чертеже основание перпендикуляра к плоскости и его истинная величина?
9. Как определяется линия пересечения двух плоскостей (частного положения, частного и общего и двух плоскостей общего положения)?
10. В чем состоит отличие двух существующих способов построения линии пересечения плоскостей общего положения?
11. Каковы признаки перпендикулярности двух плоскостей на чертеже?

Задача 3

- а. Начертить проекции треугольника **ABC**. Построить в нем произвольную точку **K**.
- б. Построить в плоскости треугольника **ABC** прямые уровня.
- в. Через точку **D** провести прямую, параллельную данной плоскости.
- г. Через точку **A** провести плоскость, параллельную плоскости **DEF** (плоскость задать пересекающимися прямыми).

Задача 4

- а. Найти точку пересечения произвольной горизонтально-проецирующей прямой l с плоскостью, заданной точками **S**, **T**, **U**.
- б. Найти точку пересечения произвольной прямой **m** общего положения с плоскостью, заданной отрезком прямой **ED** и точкой **F**.

Задача 5

- а. Построить линию пересечения двух непрозрачных треугольников общего положения **DEF** и **STU**, определить их видимость.
- б. Построить линию пересечения плоскостей общего положения (плоскостей, заданных пересекающимися прямыми **DE** и **EF**, **ST** и **TU**). Использовать общий способ в решении задачи.

Задача 6

- а. Построить произвольный перпендикуляр к плоскости треугольника **ABC**, найти его основание и отложить на нем от основания 20 мм.
- б. Построить плоскость, перпендикулярную к плоскости **DEF** и проходящую через точку **C**.

3.4. Способы преобразования проекций

Вопросы

1. Сущность способа замены плоскостей проекций.
2. Необходимо ли сохранять оси проекций при решении задач способом замены плоскостей проекций?
3. Как осуществляется построение новой проекции точки при замене: а) горизонтальной; б) фронтальной плоскостей проекций?
4. Что и как необходимо заменить в заданной системе плоскостей, чтобы определить натуральную величину прямой и углы α и β наклона ее к плоскостям проекций Π_1 и Π_2 ?
5. Какую плоскость проекций необходимо заменить и как ее расположить, чтобы заданную плоскую фигуру преобразовать: а) во фронтально-проецирующую плоскость; б) горизонтально-проецирующую плоскость?
6. Как выполняется переход к новой системе плоскостей проекций для определения расстояния от точки до плоскости общего положения?
7. Какую последовательность замены плоскостей проекций надо осуществить, чтобы прямую общего положения преобразовать в проецирующую? Какие возможны варианты решения?
8. Какие правила необходимо соблюдать при замене плоскостей проекций для определения расстояния между параллельными прямыми: а) частного положения; б) общего положения?
9. Какие правила необходимо соблюдать при замене плоскостей проекций для определения расстояния между двумя скрещивающимися прямыми: а) одна из прямых частного положения; б) обе прямые общего положения?
10. Укажите последовательность и закономерность производимых замен плоскостей проекций для определения натуральной величины и формы заданной плоской фигуры?

Задача 7

Способом замены плоскостей проекций найти:

- а) истинную величину треугольника ABC ;
- б) расстояние от точки D по плоскости треугольника ABC ;
- в) расстояние от точки D до прямой AB ;
- г) биссектрису угла ABC ;
- д) углы наклона плоскости треугольника DEF к плоскостям проекций Π_1 и Π_2 .

Вопросы

1. В чем сущность вращения точки вокруг проецирующей прямой?
2. Как осуществить вращение точки на величину заданного угла по часовой стрелке, против часовой стрелки?

3. Как определить истинную величину отрезка прямой вращением вокруг горизонтально-проецирующей прямой, фронтально-проецирующей?
4. Как определить истинную величину плоской фигуры общего положения вращением вокруг фронтально-проецирующей, горизонтально-проецирующей прямой?

Задача 8

Способом вращения вокруг проецирующей прямой:

- а) найти истинную величину отрезка **AB** на Π_1 и Π_2 ;
- б) повернуть треугольник **ABC** на угол 45° вначале вокруг горизонтально-проецирующей, а затем фронтально-проецирующей прямой.

Вопросы

1. В чем сущность способа вращения вокруг горизонтальной, фронтальной прямой уровня?
2. Как осуществить вращение точки вокруг прямых уровня?
3. Как осуществить вращение отрезка прямой общего положения вокруг горизонтальной, фронтальной прямой уровня?
4. Как выполнить построения в определении истинной величины плоской фигуры общего положения вокруг горизонтальной или фронтальной прямой уровня?

Задача 9

Способом вращения вокруг горизонтали треугольника **DEF** найти его истинную величину и **вписать** в него окружность; вращением вокруг фронтали еще раз найти истинную величину этого же треугольника и **описать** вокруг него окружность.

Вопросы

1. В чем сущность способа плоско-параллельного движения?
2. Как осуществить плоскопараллельное движение отрезка прямой, преобразуя ее положение из общего в проецирующее?
3. Как преобразовать плоскость общего положения в плоскость проецирующую плоскопараллельным движением?
4. Как преобразовать плоскую фигуру общего положения в плоскость уровня плоскопараллельным движением?
5. В чем сущность способа совмещения?
6. Как совместить плоскость общего положения с плоскостью Π_1 , Π_2 ?
7. Как способом совмещения определить истинную величину отрезка прямой, принадлежащей плоскости общего положения?
8. Как определить истинную величину плоской фигуры, принадлежащей плоскости общего положения способом совмещения?

Задача 10

а. Способом плоско-параллельного перемещения найти истинную величину треугольника **ABC**.

б. Способом совмещения построить в плоскости общего положения, заданной горизонталью и фронталью с нулевыми отметками, проекции квадрата, произвольного размера.

3.5. Многогранники. Кривые линии. Поверхности.

Пересечение поверхностей плоскостью и прямой линией.

Способы построения разверток поверхностей

Вопросы

1. Какие поверхности называют «многогранниками»? Какие из них правильные? Какими элементами они задаются на чертеже?
2. В чем сущность построения сечения многогранника плоскостью: а) частного положения, б) общего положения.
3. Изложите алгоритм построения точек пересечения прямой линии с многогранником.
4. Какие существуют способы построения линии взаимного пересечения многогранников?
5. Как доказать, что точка лежит на поверхности многогранника?
6. Какие поверхности относятся к развертываемым? Неразвертываемым? Что называется разверткой?
7. В чем сущность нормального сечения при построении разверток призматических поверхностей?
8. В чем сущность способа раскатки при построении развертки призматических поверхностей?
9. В каких случаях используется способ треугольника при построении разверток призмы и пирамиды? На каких геометрических построениях основан способ треугольников?

Задача 11

а. Вычертить наклонную призму (высота 50 мм), в основании которой лежит треугольник **ABC** (координаты **Z** точек взять равными нулю, ребра параллельны плоскости **П₂** и угол наклона их к плоскости **П₁** равен 60°). Построить сечение призмы произвольной плоскостью общего положения и определить истинную величину фигуры сечения.

б. Построить развертку наклонной призмы.

в. Начертить многогранник **ABCD** и построить точки пересечения его с линией, параллельной прямой **TU**.

г. Построить развертку многогранника **ABCD**.

Вопросы

1. Какие точки кривой относят к характерным?
2. Какие существуют основные способы задания поверхностей?
3. Укажите основные свойства поверхностей вращения.
4. Какие кривые поверхности называют линейчатыми?
5. Какую поверхность называют цилиндроидом? Коноидом? Как они задаются на чертеже?
6. Назовите поверхности вращения с прямолинейной образующей.
7. Назовите наиболее распространенные поверхности вращения с криволинейной образующей.
8. Назовите линейчатые развертывающиеся поверхности.
9. Как построить точку и линию, принадлежащие поверхности?
10. Как определить точки линии пересечения поверхностей проецирующими плоскостями?
11. Какие точки линии пересечения поверхности плоскостью называют опорными (характерными)?
12. Укажите условия, при которых в сечении конуса вращения плоскостью получаются окружность, эллипс, гипербола, парабола, пересекающиеся прямые, точка.
13. Как построить высшую и низшую точки конического сечения? На какой линии секущей плоскости они лежат?
14. Из каких элементов состоит развертка цилиндра? Какие способы применяются при построении разверток цилиндров?
15. Какие способы применяются при построении разверток конусов?
16. Какие способы можно использовать при построении приближенных разверток неразвертываемых поверхностей?

Задача 12

а) Вычертить наклонный круговой цилиндр (диаметр основания 40 мм, высота 50 мм). Построить его сечение плоскостью STU и определить истинную величину фигуры сечения.

б) Построить точки пересечения этой поверхности с линией, параллельной прямой TU .

в) Построить развертку наклонного кругового цилиндра.

3.6. Взаимное пересечение поверхностей

Вопросы

1. Какие линии образуют пересекающиеся между собой многогранники, многогранники и кривые поверхности, поверхности вращения?
2. Назовите основные способы построения линий пересечения многогранников?

3. Изложите общие принципы выбора вспомогательных секущих плоскостей при построении линии пересечения поверхностей?
4. В какой последовательности соединяют точки искомой линии пересечения поверхностей и определяют видимость этой линии?
5. В чем сущность способа сферических поверхностей при определении линии пересечения поверхностей?
6. В каких случаях поверхности вращения пересекаются по эллипсам?
7. Назовите группы сочетаний геометрических тел, при котором используются секущие плоскости общего положения?
8. Как выбрать секущие плоскости общего положения в зависимости от сочетаний 2-х геометрических тел?
9. Как определить предел введения вспомогательных секущих плоскостей общего положения и определить количество промежуточных, необходимых секущих плоскостей для многогранников, кривых поверхностей?
10. Как определяется видимость точек линии пересечения многогранников, кривых поверхностей?

Задача 13

Построить линию пересечения пирамиды **DEFS** с треугольной призмой общего положения (чертеж призмы задать самостоятельно). Точки **D**, **E**, **F** основания пирамиды совпадают с горизонтальными проекциями тех же точек, данных по варианту. Горизонтальная проекция вершины пирамиды **S** совпадает с горизонтальной проекцией той же точки, взятой из таблицы варианта. Высота пирамиды – 100 мм. Область наложения проекций призмы и пирамиды должна быть возможно полнее. Задачу решить в двух проекциях.

Задача 14 (творческая)

Построить линию пересечения наклонного кругового цилиндра с треугольной наклонной призмой. Размеры цилиндра и призмы выбираются произвольными, но так, чтобы область наложения проекций друг на друга были возможно полнее. Основания геометрических тел должны находиться в горизонтальной плоскости, а ось цилиндра параллельна прямой **NU**, координаты которой взять из таблицы варианта. Формат расположить вертикально.

Варианты координат точек А, В, С

Таблица 1

№	А			В			С		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1.	62	39	32	20	4	10	10	23	40
2.	8	37	34	50	2	12	60	21	42
3.	62	38	38	20	0	18	10	17	46
4.	62	32	39	20	10	4	10	40	23
5.	8	32	39	30	10	4	60	40	23
6.	10	28	43	42	6	8	62	36	27
7.	10	32	39	52	10	4	62	40	23
8.	5	39	32	10	4	10	0	23	40
9.	0	37	34	42	2	12	52	21	42
10.	0	35	36	42	0	14	52	19	44
11.	47	4	3	25	32	43	5	7	20
12.	3	4	3	25	32	43	45	7	20
13.	50	4	3	28	32	43	8	7	20
14.	47	0	7	26	28	47	5	3	24
15.	42	4	3	20	32	43	0	7	20
16.	0	4	3	22	32	43	42	7	20
17.	47	3	4	25	43	32	5	20	7
18.	3	3	4	25	43	32	45	20	7
19.	0	3	4	22	43	32	42	20	7
20.	0	0	7	22	40	35	42	17	10
21.	65	12	40	34	24	9	17	0	44
22.	5	12	40	36	24	9	53	0	44
23.	65	40	12	34	9	24	17	44	0
24.	65	21	31	34	33	0	17	0	35
25.	0	12	40	31	24	0	48	0	44
26.	5	40	12	36	9	24	53	44	0
27.	10	35	17	41	5	20	58	40	4
28.	50	35	17	19	5	20	2	40	4
29.	55	12	40	24	24	9	7	0	44
30.	48	39	13	17	9	16	0	44	0
31.	51	40	4	5	29	11	42	10	26
32.	49	44	0	0	33	7	37	14	22
33.	55	36	8	9	25	15	46	6	30
34.	49	42	2	3	31	9	40	12	24
35.	9	40	4	55	29	11	18	10	26
36.	0	35	9	46	24	16	9	5	31
37.	8	44	0	54	33	7	17	14	22

38.	7	30	14	53	19	21	16	0	36
39.	51	4	40	5	11	29	42	26	10
40.	10	4	40	56	11	29	19	26	10
41.	47	0	28	40	38	7	6	5	26
42.	42	4	24	35	42	3	4	19	22
43.	56	6	22	43	44	4	9	21	20
44.	3	2	26	10	40	5	44	17	24
45.	0	0	28	7	38	7	41	15	26
46.	4	7	21	8	45	0	42	22	19
47.	5	26	2	12	5	40	46	24	17
48.	0	28	0	7	7	38	41	26	15
49.	45	28	0	38	4	38	4	26	15
50.	5	26	2	12	5	40	46	24	17
51.	81	4	12	32	44	35	12	18	17
52.	80	0	16	31	40	39	11	14	21
53.	75	16	0	26	56	23	6	30	5
54.	9	2	14	58	42	37	78	16	19
55.	0	0	16	49	40	89	69	14	21
56.	82	12	4	33	35	44	13	17	18
57.	32	10	6	23	33	46	3	15	20
58.	69	0	16	20	23	55	0	5	30
59.	8	11	5	57	34	45	77	16	19
60.	6	16	0	55	39	40	75	21	14
61.	32	26	23	28	3	40	10	28	6
62.	50	23	26	26	0	43	8	25	9
63.	42	32	17	18	9	34	0	34	0
64.	54	25	24	30	2	41	12	27	7
65.	8	26	23	32	3	40	50	28	6
66.	0	30	19	24	7	36	42	32	2
67.	16	28	21	40	5	38	58	30	4
68.	52	23	26	28	40	3	10	6	28
69.	18	20	29	42	37	6	60	3	31
70.	8	23	26	32	40	3	50	6	28
71.	57	15	13	36	33	37	6	9	6
72.	51	20	8	30	38	32	0	14	4
73.	67	6	22	46	24	46	16	0	15
74.	3	8	20	24	26	44	54	2	13
75.	0	18	10	21	36	34	51	12	3

Варианты координат точек D, E, F

Таблица 2

№	D			E			F		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1.	49	4	37	79	23	7	27	35	26
2.	55	40	49	61	2	17	9	4	6
3.	47	6	53	59	42	33	14	31	2
4.	53	6	22	53	38	39	4	34	33
5.	50	38	39	5	38	22	23	1	5
6.	51	33	2	7	40	10	28	7	30
7.	64	32	43	49	19	0	8	18	12
8.	46	27	46	54	12	8	3	7	30
9.	55	5	46	26	33	2	4	13	18
10.	59	34	5	44	4	36	9	23	20
11.	53	16	5	10	43	3	12	8	37
12.	62	7	7	7	3	5	17	30	34
13.	64	32	5	42	48	39	24	13	20
14.	35	12	32	54	22	4	14	40	21
15.	65	36	2	43	45	2	10	3	24
16.	59	10	27	26	47	13	10	24	36
17.	53	5	21	19	2	41	7	26	7
18.	60	23	19	14	47	6	8	14	28
19.	62	15	7	23	47	2	24	19	38
20.	74	0	12	48	24	36	8	5	7
21.	60	16	12	37	47	6	10	20	31
22.	67	13	17	20	44	27	6	23	11
23.	64	9	25	20	13	16	6	39	27
24.	54	3	10	24	38	31	7	14	7
25.	63	14	42	6	0	44	27	32	2
26.	47	29	48	70	19	40	7	7	2
27.	69	27	34	35	42	6	9	18	39
28.	74	7	27	5	51	22	33	2	8
29.	67	25	37	4	10	40	31	27	2
30.	38	29	4	58	8	31	3	7	33
31.	31	6	35	0	30	5	53	37	24
32.	25	42	51	19	4	19	71	6	8
33.	33	8	55	21	44	35	66	33	4
34.	27	8	14	24	40	41	76	36	35
35.	20	40	41	75	40	24	57	3	7
36.	29	35	4	73	42	12	57	9	32
37.	16	34	45	31	21	2	72	20	14

38.	34	29	48	26	14	10	73	9	10
39.	25	7	43	54	35	4	76	15	20
40.	21	36	7	36	6	38	71	25	22
41.	27	18	7	70	45	5	68	10	39
42.	28	19	19	83	5	7	73	32	36
43.	45	14	34	26	24	13	66	42	23
44.	16	34	7	38	50	41	56	15	22
45.	15	33	24	37	47	4	70	5	26
46.	21	12	29	54	49	15	70	26	38
47.	17	7	23	61	4	43	73	28	9
48.	20	25	66	49	8	72	16	30	17
49.	18	17	9	57	49	4	56	21	40
50.	6	2	14	32	26	38	72	7	9
51.	20	18	14	43	49	8	70	22	33
52.	13	15	19	60	46	29	74	25	13
53.	16	11	27	60	5	18	74	41	29
54.	26	5	12	56	30	33	73	16	9
55.	17	16	44	74	2	46	53	34	4
56.	33	31	50	10	21	42	73	4	4
57.	11	49	36	45	44	8	71	15	41
58.	6	19	29	75	53	24	47	4	10
59.	13	27	39	76	12	42	49	29	4
60.	42	31	6	22	10	33	77	9	35
61.	49	37	4	79	7	28	27	26	35
62.	55	49	40	61	17	2	9	6	4
63.	47	53	6	59	33	42	14	2	31
64.	53	12	6	53	39	38	4	33	34
65.	50	39	38	5	22	38	23	5	1
66.	51	2	33	7	10	40	23	30	7
67.	64	43	32	49	6	19	8	12	18
68.	46	46	27	54	8	12	3	8	7
69.	55	46	26	2	33	4	18	13	65
70.	59	5	34	44	36	4	9	20	23
71.	53	5	16	10	3	43	12	37	8
72.	62	7	17	7	5	3	17	34	30
73.	35	32	12	54	11	22	14	21	40
74.	64	5	32	42	39	48	24	20	13
75.	65	22	36	43	2	45	10	24	3

Варианты координат точек S, T, U

Таблица 3

№	S			T			U		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1.	70	29	41	39	16	46	24	31	8
2.	73	39	47	33	0	3	10	23	28
3.	67	36	45	23	32	6	4	4	19
4.	64	11	18	18	43	38	6	10	10
5.	64	7	20	34	7	5	14	43	39
6.	55	15	16	35	3	34	10	40	6
7.	56	39	32	24	4	10	14	23	40
8.	48	5	4	25	32	35	5	9	20
9.	65	12	40	34	24	9	16	0	44
10.	5	29	11	51	40	4	42	10	26
11.	6	15	26	40	38	7	47	0	27
12.	81	4	12	32	44	35	12	18	17
13.	32	26	23	28	3	40	10	29	6
14.	6	9	6	58	15	13	36	33	37
15.	62	13	13	6	40	6	38	5	36
16.	62	6	40	21	39	6	8	17	28
17.	10	8	12	31	0	33	59	29	4
18.	63	14	32	24	36	38	4	0	0
19.	57	12	24	29	39	10	9	11	29
20.	79	3	3	27	9	38	10	32	12
21.	4	4	13	54	14	30	37	35	4
22.	63	4	33	26	50	38	9	18	2
23.	15	14	12	61	6	6	41	34	41
24.	12	22	2	40	2	9	36	22	45
25.	67	2	21	24	39	10	15	18	36
26.	68	21	34	29	45	19	13	15	44
27.	73	7	23	40	36	44	5	6	3
28.	69	37	30	36	9	3	4	37	36
29.	5	5	30	70	12	31	45	42	5
30.	59	4	26	22	38	28	6	2	2
31.	10	31	39	41	18	44	56	33	6
32.	7	41	49	47	2	5	70	25	30
33.	30	38	47	57	34	8	76	6	21
34.	16	13	20	62	45	40	74	12	12
35.	16	9	22	46	9	7	66	45	41
36.	25	7	18	45	5	38	70	42	28
37.	14	41	34	56	6	12	66	25	42

38.	32	7	6	55	34	37	75	11	22
39.	15	14	42	46	26	4	64	2	46
40.	75	31	13	29	42	6	38	12	28
41.	74	17	28	40	40	29	33	2	27
42.	9	6	14	58	46	37	78	20	19
43.	29	28	25	52	5	42	70	81	8
44.	74	11	8	22	17	15	44	35	39
45.	18	15	15	74	42	8	42	7	88
46.	38	8	42	59	41	8	72	19	30
47.	70	10	14	49	2	35	21	31	6
48.	16	34	56	38	40	76	2	2	21
49.	23	14	26	51	41	12	71	13	31
50.	0	5	5	53	11	40	70	34	14
51.	76	6	15	26	16	32	43	37	6
52.	17	6	35	54	52	40	71	20	4
53.	65	16	64	19	8	8	39	36	43
54.	68	24	4	40	4	11	44	24	47
55.	13	4	23	56	41	12	65	20	38
56.	12	23	36	51	47	21	67	17	46
57.	7	9	25	40	38	46	75	8	5
58.	71	39	32	42	11	5	76	39	34
59.	75	7	32	10	14	33	35	44	7
60.	21	6	28	58	40	25	74	4	4
61.	70	41	29	39	46	16	24	8	31
62.	73	47	39	33	3	0	16	28	23
63.	67	45	36	23	6	32	4	19	4
64.	64	18	11	18	38	43	6	10	10
65.	64	20	7	34	5	7	14	39	43
66.	55	16	15	35	34	3	10	6	40
67.	66	32	39	24	16	4	14	40	23
68.	48	4	5	25	35	32	5	20	9
69.	40	12	34	9	24	16	49	0	5
70.	5	11	29	51	4	40	42	26	10
71.	6	26	15	40	7	38	47	27	0
72.	81	12	4	32	35	44	12	17	18
73.	52	23	26	28	40	3	10	6	29
74.	6	6	9	58	13	15	36	37	33
75.	26	13	13	6	6	40	38	36	5

**Учреждение образования
«Витебский государственный университет
имени П.М. Машерова»**

**Кафедра дизайна, декоративно-прикладного
искусства и технической графики**

**ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

**Выполнил студент(ка)
2 курса ХГФ 12(3) группы
ИВАНОВ Е.С.**

Проверил

**Витебск
200_-200_ уч. год**

Рис. 3.1. Образец оформления титульного листа.

X	Y	Z
48	39	13
17	9	16
0	44	0
38	29	4
58	8	31
3	7	33
3	7	26
22	38	28
6	2	2

Рис. 3.2. Образец таблицы координат точек.

Задача 7б,2

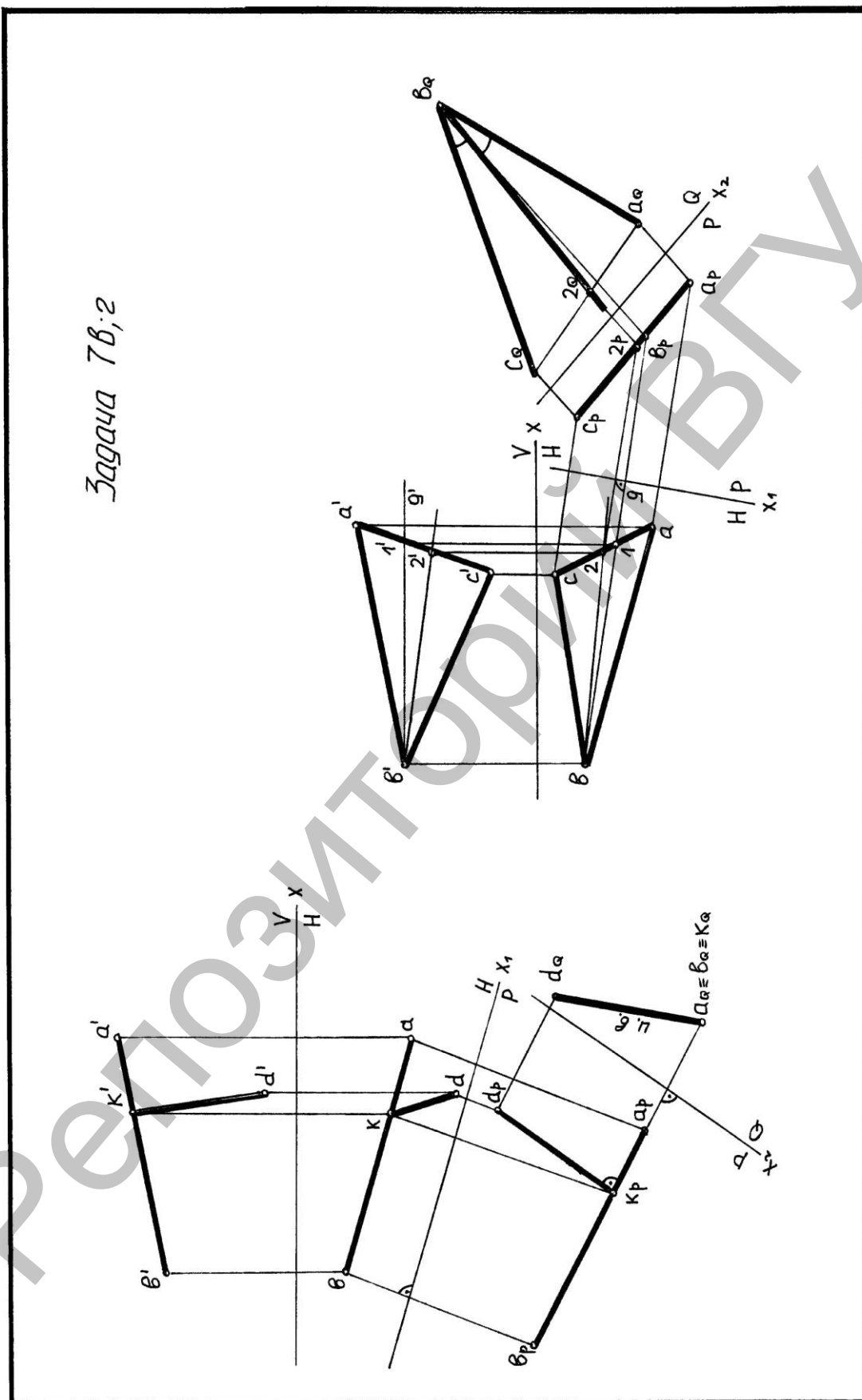


Рис. 3.3.

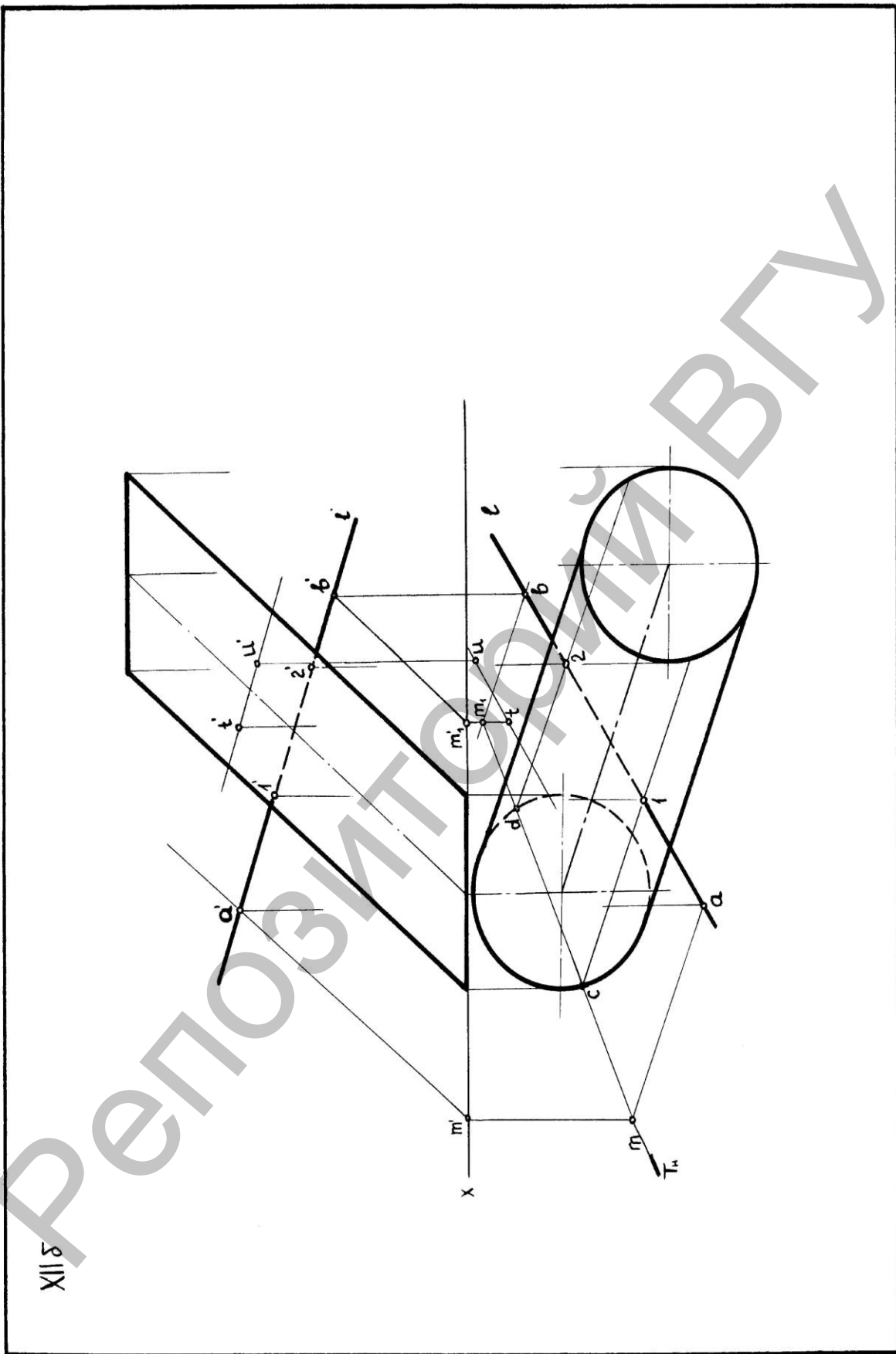


Рис. 3.4.

XIII

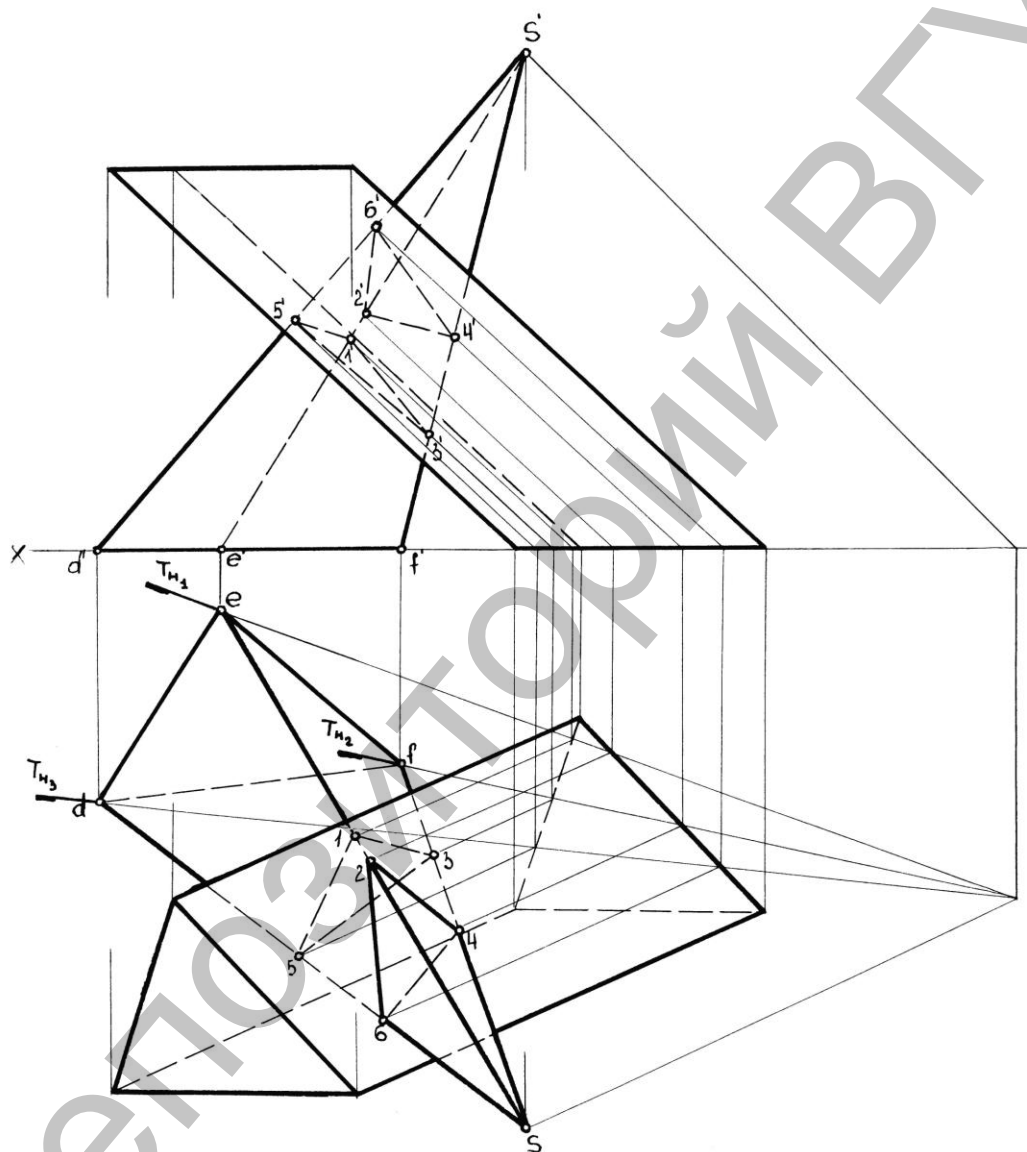


Рис. 3.5.

Часть 4. ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

4.1. Общие требования к оформлению графических работ

Графические работы выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297х420). Работу оформляют рамкой, проведенной на расстоянии 20 мм от линии обрезки формата с левой стороны и 5 мм с остальных сторон, основной надписью, размещенной в правом нижнем углу вдоль длинной стороны формата. Пример заполнения основной надписи показаны на рис. 4.1.

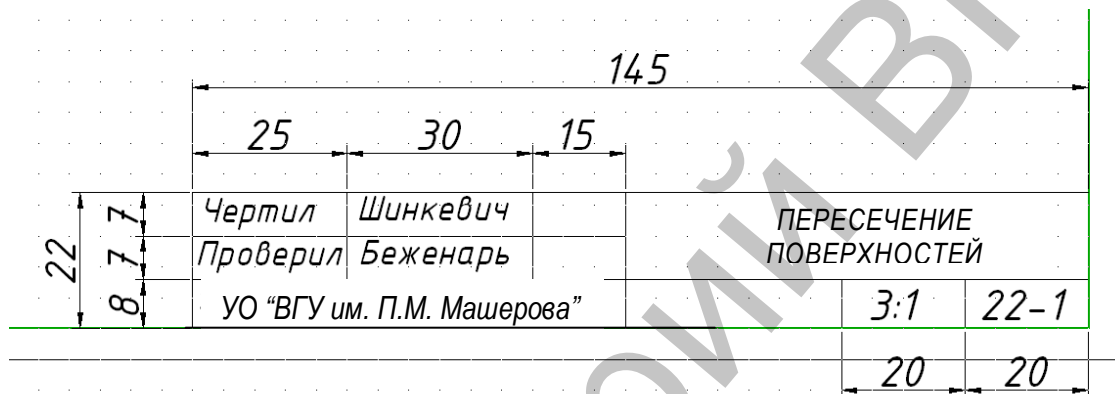


Рис. 4.1.

Основная надпись заполняется чертежным шрифтом, в соответствии с ГОСТ 2.304-81, который определяет форму букв, цифр, их высоту, ширину, толщину обводки, расстояние между буквами и др. Форма и размеры основной надписи приведены на рисунке.

При построении чертежей необходимо все построенные точки обозначить буквами или цифрами. Ортогональные проекции геометрических тел, линий сечения и их взаимного пересечения, развертку, рамку, основную надпись обводят тушью, линиями, соответствующими требованиям ГОСТ 2.303-68. «Линии чертежа». Для линий построения применяют сплошные тонкие линии.

Все построения до обводки тушью необходимо выполнять тонкими линиями твердым карандашом, строго соблюдая параллельность и перпендикулярность линий, от чего зависит правильность и точность решения задач.

Поскольку размеры в условии задач не заданы, необходимо определить их самостоятельно, соблюдая пропорции и примерное расположение элементов, продумать композицию расположения изображений, максимально используя поле формата. При расположении изображений учитывать и предполагаемое решение, искать наиболее рациональный, короткий путь, избегая громоздких построений, стремиться получить более красивое и четкое решение. В связи с этим до-

пустима корректировка условия задания, однако, все изменения необходимо согласовать с преподавателем.

Подготовленный в карандаше чертеж с выполненным решением тонируют (выполняют иллюминаровку), т.е. используют отмывку плоскостей, фигур сечений, граней геометрических тел акварелью или разведенной водой тушью. При этом отмывку необходимо выполнять в спокойных тонах, не применяя яркой, грубой раскраски. Следует помнить, что главным для восприятия являются линейные построения, а цвет – вспомогательным средством в оформлении чертежа.

Тонирование проекций геометрических тел следует выполнять после выполнения всех построений карандашом, до обводки тушью. Это позволит избежать «расплывания линий».

Следующим этапом оформления является обводка точек тушью, для чего пользуются кронциркулем или шаблоном. Затем проводят окружности. Связано это с тем, что провести прямую касательную к окружности проще, чем вычертить окружность, касательную к прямой линии. Обводку изображений предпочтительно начинать с толстых сплошных линий черной тушью.

На завершающем этапе наносятся все необходимые надписи и обозначения, для чего используют чертежный шрифт и принятые в черчении условные знаки.

При оформлении графических работ вместо иллюминаровки можно использовать штриховку проекции фигур сечения геометрических тел, их истинной величины (графическая работа № 1) цветной тушью.

Цветом можно выделять отдельные линии построения, линии взаимного пересечения геометрических тел, развертки. К эстетическому оформлению графических работ необходимо подходить творчески.

4.2. «Сечение геометрических тел»

Задание 1

1. Построить ортогональные (прямоугольные) проекции геометрических тел, сохранив их форму и пропорции, задать в соответствии с условием секущие плоскости.
2. Построить проекции линий пересечения геометрических тел плоскостями, определить истинную величину полученного сечения.
3. Выполнить обводку изображений тушью, заполнить основную надпись с названием работы «Сечение геометрических тел».

Последовательность выполнения графической работы № 1.

При выполнении графической работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

1. Ознакомиться с содержанием задания, проанализировать условие, определить форму заданных геометрических тел и их структурных элементов, расположение относительно плоскостей проекций. Выяснить положение секущих плоскостей, способ их задания (прил. 4.1).

2. Наметить план решения задач, учитывая конечный результат, – построение проекций и истинной величины фигуры сечения.

3. Продумать композицию расположения изображений в зависимости от формы геометрических тел, применяемого способа решения задачи. Выбрать величину изображений с учетом необходимости наиболее полного использования рабочего поля на листе бумаги.

4. Проверить правильность всех выполненных построений. Учитывая, что поверхности считаются непрозрачными, определить видимость всех элементов. Линии невидимого контура следует показать штриховыми.

5. Выполнить иллюминировку выбранных элементов, обвести изображения тушью, используя цветные линии, обозначить плоскости, характерные и промежуточные точки, заполнить основную надпись.

Методические рекомендации

Для выполнения графической работы № 1 необходимы хорошие знания по всем предыдущим темам курса начертательной геометрии. Особое внимание следует уделить темам, связанным с определением точки пересечения прямой с плоскостью, построением линии пересечения двух плоскостей.

Данный теоретический материал является основой в решении первой части задания (сечение геометрических тел плоскостью). Также необходимо изучить способы преобразования изображений, так как при нахождении истинной величины фигуры сечения можно использовать любой из известных способов. Исходя из условия и полученного решения, выбрать наиболее рациональный, избегая громоздких построений.

Линией пересечения многогранника плоскостью в общем случае является плоский многоугольник. Такой многоугольник можно построить или по точкам пересечения ребер многогранника с плоскостью, или по линиям пересечения граней многогранника с плоскостью. Задача сводится к определению точек пересечения прямой линии с плоскостью или к определению линий пересечения плоскостей.

Для того чтобы построить линию пересечения любой кривой поверхности с плоскостью, необходимо найти ряд точек, принадлежащих одновременно поверхности и плоскости, а затем соединить эти точки плавной кривой линией. Линия, которая получается в пересечении кривой поверхности плоскостью, является в общем случае плоской кривой, лежащей в секущей плоскости.

Среди точек линии сечения в первую очередь необходимо определить опорные (характерные). Они выделяются своим особым расположением на изображении кривой поверхности. Это точки – высшая и низшая (лежат на линии наибольшего ската секущей плоскости), точки видимости (лежат на очерковых образующих), самая близкая точка и удаленная относительно наблюдателя. Все остальные точки являются произвольными (промежуточными).

Для того чтобы найти произвольную точку линии пересечения, следует выполнить следующие построения:

1. Провести вспомогательную плоскость (уровня, проецирующую).
2. Найти линию пересечения этой плоскости с поверхностью и с заданной плоскостью.
3. На пересечении найденных линий выделить искомые точки.

Проведя последовательно ряд вспомогательных плоскостей, можно найти необходимое количество точек. Однако излишнее количество промежуточных точек будет загромождать изображение. Решение должно быть четким, грамотно выполненным.

Вспомогательную плоскость следует выбирать так, чтобы линия ее пересечения с поверхностью проецировалась на плоскости проекций в виде простейших линий – прямых или окружностей.

При сечении прямого кругового цилиндра плоскостью, может быть получена окружность, если плоскость перпендикулярна оси цилиндра, две образующие – если секущая плоскость параллельна оси цилиндра, или проходит через нее, эллипс – если плоскость наклонена к оси цилиндра.

При сечении прямого кругового конуса может быть получена окружность – если секущая плоскость перпендикулярна оси конуса. Две образующие – если секущая плоскость проходит через вершину конуса, в том числе через его ось, эллипс – если секущая плоскость пересекает все образующие конуса, парабола – если секущая плоскость пересекает образующие конуса и параллельна одной из них, гиперболой, – если секущая плоскость параллельна двум образующим конуса или параллельна его оси.

При сечении сферы любые плоскости пересекают ее по окружностям. В зависимости от положения секущей плоскости относительно плоскостей проекций сечение может проецироваться в виде окружности или эллипса. Для построения эллипса необходимо определить положение его большой и малой осей.

4.3. «Пересечение поверхностей»

Задание 2

1. Построить линии взаимного пересечения геометрических тел способом вспомогательных секущих плоскостей частного положения.
2. Построить линии взаимного пересечения кривых поверхностей, используя способ сфер.
3. Выполнить обводку изображений тушью, заполнить основную надпись с названием работы «Пересечение поверхностей».

Последовательность выполнения графической работы № 2

При выполнении графической работы № 2 рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

1. Ознакомиться с содержанием условия задания. Определить форму геометрических тел в каждой задаче, их взаимное расположение и положение относительно плоскостей проекций (прил. 4.2).
2. Продумать композицию расположения изображений, учитывая, что в первой задаче для решения может использоваться три проекции, а во второй – две. Определить величину проекций геометрических тел, внести при необходимости коррективы в условие, с тем, чтобы линии пересечения четко просматривались на изображениях.
3. Наметить план решения, используя опыт, полученный при оформлении и решении предыдущей графической работы.
4. Проверить выполненные построения, нанести необходимые обозначения, обвести работу тушью.

Методические рекомендации

Поверхности геометрических тел, взаимно пересекаясь, образуют плоские или пространственные ломаные или кривые линии.

Общий принцип построения линии взаимного пересечения поверхностей состоит в определении характерных и промежуточных точек, последовательном их соединении соответствующими линиями.

Точки, принадлежащие линии пересечения, могут быть найдены различными способами. Однако необходимо выбрать такой способ, который дает наиболее простое и точное построение.

Следует помнить, что решение задачи следует начинать с анализа геометрических поверхностей. Если в условии одно из геометрических тел имеет проецирующую поверхность, которая обладает собирательным свойством, то именно на изображении этой поверхности находится ключ к пониманию решения задачи.

Основным и наиболее распространенным способом является способ вспомогательных секущих плоскостей частного положения (уровня, проецирующих). Этот способ применяется в случаях, когда

пересекаются многогранник и кривая поверхность, или две кривых поверхности.

Если в пересечении участвуют две поверхности вращения, оси их пересекаются и параллельны одной из плоскостей проекций – применяют способ сфер.

При выполнении графической работы рекомендуется придерживаться следующего порядка построения линий взаимного пересечения поверхностей.

1. Заданные поверхности пересекают рационально выбранными вспомогательными секущими плоскостями.

2. Находят линии пересечения каждой из выбранных секущих плоскостей с заданными поверхностями.

3. Определяют точки пересечения найденных линий, лежащих в одной плоскости. Эти точки являются общими для данных поверхностей, т.е. точками искомых линий пересечения поверхностей.

4. Соединяют найденные точки линиями, с учетом их видимости относительно поверхностей.

Построение проекций линии взаимного пересечения начинают с нахождения ее характерных (опорных) точек. К ним относятся:

1. Точки, лежащие на очерковых образующих заданных поверхностей (на ребрах многогранников, крайних образующих цилиндра или конуса, меридиане или экваторе сферы и др.).

2. Точки, определяющие границу видимости линии пересечения на каждой из проекций.

3. Высшие и низшие точки, ближние и наиболее удаленные.

4. Промежуточные точки.

Необходимость в промежуточных точках возникает тогда, когда одна из пересекающихся поверхностей или обе поверхности криволинейные, а характерные точки расположены далеко друг от друга. При последовательном соединении найденных точек линии пересечения необходимо представить себе общий характер этой линии. Линия пересечения может быть непрерывной замкнутой линией (врезание поверхности одного тела в поверхность другого – неполное проникание). Линия пересечения может распадаться на две самостоятельные замкнутые линии – линии входа одной поверхности в другую и выхода (полное проникание). При решении задач следует учитывать, что:

1. При пересечении поверхностей многогранников получают плоские или пространственные ломаные линии.

2. При пересечении многогранника и кривой поверхности линия пересечения складывается из плоских криволинейных отрезков, имеющих опорные точки на ребрах многогранника. В этом случае полезно каждую грань многогранника мысленно рассматривать как неограниченную плоскость и представить характер всей линии, по кото-

рой она пересекает криволинейную поверхность, тогда станет яснее и форма каждого отрезка кривой между опорными точками.

3. При пересечении двух кривых поверхностей получаются пространственные кривые (одна – при неполном проницании и две – при полном).

Видимость точек, принадлежащих линии пересечения, определяют по правилу: если обе линии, в пересечении которых находится точка, принадлежащая обоим поверхностям, видимые, то и сама точка видимая. Во всех остальных случаях – точки невидимые.

Одну из задач, в условии которой оси заданных поверхностей вращения пересекаются и лежат в плоскости, параллельной плоскости проекций, следует решать способом сфер. При решении этой задачи, прежде всего, необходимо определить радиусы минимальной и максимальной сфер. В промежутке между этими сферами вводятся дополнительные, с помощью которых определяются промежуточные точки, принадлежащие линии пересечения двух поверхностей.

4.4. «Пересечение поверхностей»

Задание 3

1. Построить ортогональные проекции линии взаимного пересечения двух геометрических тел общего положения, форма и расположение которых в пространстве заданы в условии задачи на двух проекциях. При решении задачи использовать способ вспомогательных секущих плоскостей общего положения.
2. Построить полную развертку одного из геометрических тел, заданных в условии задачи (по выбору).
3. Выполнить обводку изображений тушью, заполнить основную надпись с названием работы «Пересечение поверхностей».

Последовательность выполнения графической работы № 3

При выполнении графической работы № 3 рекомендуется придерживаться следующего порядка:

1. Ознакомиться с содержанием работы, методическими указаниями к ее выполнению, рекомендуемой литературой, изучить теоретический материал тем «Построение чертежей взаимно пересекающихся поверхностей. Способ вспомогательных плоскостей общего положения. Способы построения разверток поверхностей» (прилож. 4.3).

2. Провести анализ индивидуального графического задания к работе № 3. Определить форму заданных геометрических тел, их расположение относительно друг друга и плоскостей проекций, а также предполагаемый характер линии взаимного пересечения.

3. Продумать композицию изображений на формате с учетом построения развертки одного из заданных геометрических тел. Величину изображений взять максимальным. В левой половине листа выполнить построение ортогональных проекций, а в правой – развертку.

4. Наметить план решения задачи, при необходимости внести коррективы в расположение геометрических тел так, чтобы фигуры наложения их проекций были по возможности максимальны.

5. В зависимости от условия задачи определить способ решения (один из трех), наметить направление секущих плоскостей, определить крайние из них, их количество для нахождения характерных (опорных) точек. Выбрать поверхность одного из геометрических тел для построения развертки.

6. Построить развертку выбранного геометрического тела, используя способ треугольников, раскатки или нормального сечения.

7. Проверить выполненные построения. Оформить изображения аналогично графическим работам № 1, 2.

Методические рекомендации

В графическом задании работы № 3 предусматривается построение линии пересечения поверхностей способом вспомогательных секущих плоскостей общего положения. Вспомогательные секущие плоскости следует выбирать в зависимости от формы и положения заданных геометрических тел, но так, чтобы они пересекали данные поверхности по наиболее простым линиям – прямым.

При проведении вспомогательных секущих плоскостей следует учитывать:

1. При взаимном пересечении поверхностей двух призм, двух цилиндров, призмы и цилиндра вспомогательные плоскости следует проводить последовательно через ребра или образующие одного тела, параллельно ребрам или образующим другого тела. Для этого следует определить направление следа секущей плоскости, задав ее двумя пересекающимися прямыми, каждая из которых параллельна ребру или образующей одного из геометрических тел.

2. При взаимном пересечении поверхностей призмы или цилиндра с поверхностью пирамиды или конуса вспомогательные секущие плоскости следует проводить через вершину конуса или пирамиды, параллельно ребрам призмы или образующим цилиндра. Такие плоскости пройдут через прямую, проведенную через вершину пирамиды (конуса) параллельно образующим цилиндра или ребрам призмы. Следы таких плоскостей проходят через след этой прямой.

3. При взаимном пересечении поверхностей двух конусов, двух пирамид или конуса и пирамиды, вспомогательные секущие плоскости проводят через вершины двух геометрических тел. Для этого сле-

дует провести через их вершины прямую, найти ее след, а затем через этот след провести следы вспомогательных секущих плоскостей.

Во всех вариантах решения задач секущие плоскости следует проводить в пределах, устанавливаемых крайними плоскостями. Крайними являются плоскости, каждая из которых касается поверхности одного из тел и пересекает поверхность другого (или касается ее).

Построение проекций линии пересечения начинают с нахождения характерных (опорных) точек. Характеристика их дана в методических рекомендациях к графическим работам № 1,2.

Построение развертки поверхности многогранника (призмы, пирамиды) сводится к определению истинных размеров всех боковых граней и вычерчиванию их на свободном поле чертежа. Для получения полной развертки поверхности необходимо к развертке боковой поверхности присоединить фигуры оснований.

Боковая поверхность прямого кругового цилиндра развертывается в прямоугольник, одна из сторон которого равна длине окружности основания, а другая – величине образующей.

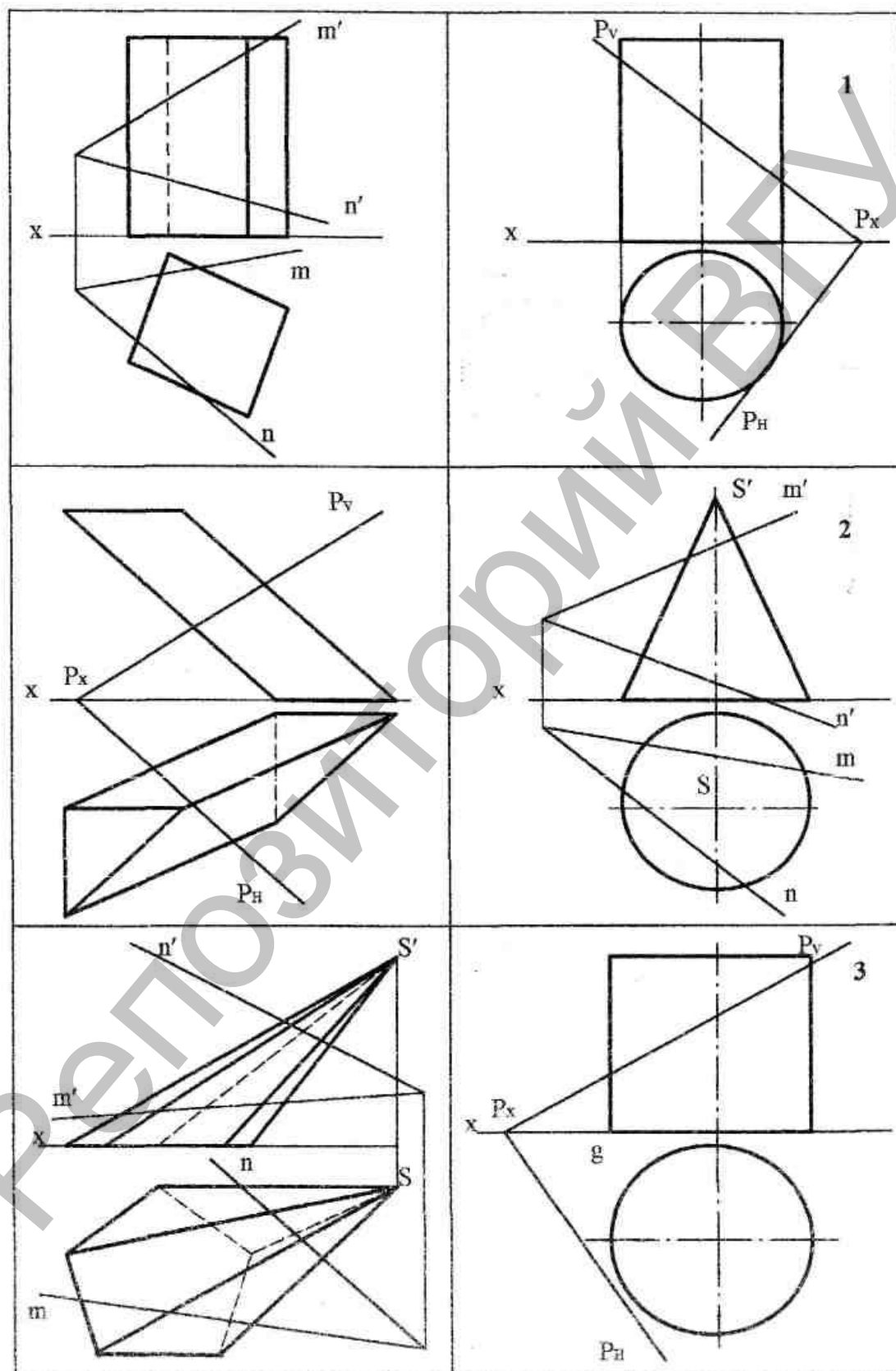
Боковая поверхность прямого кругового конуса развертывается в круговой сектор, радиус которого равен величине образующей конуса, а длина дуги сектора – окружности основания.

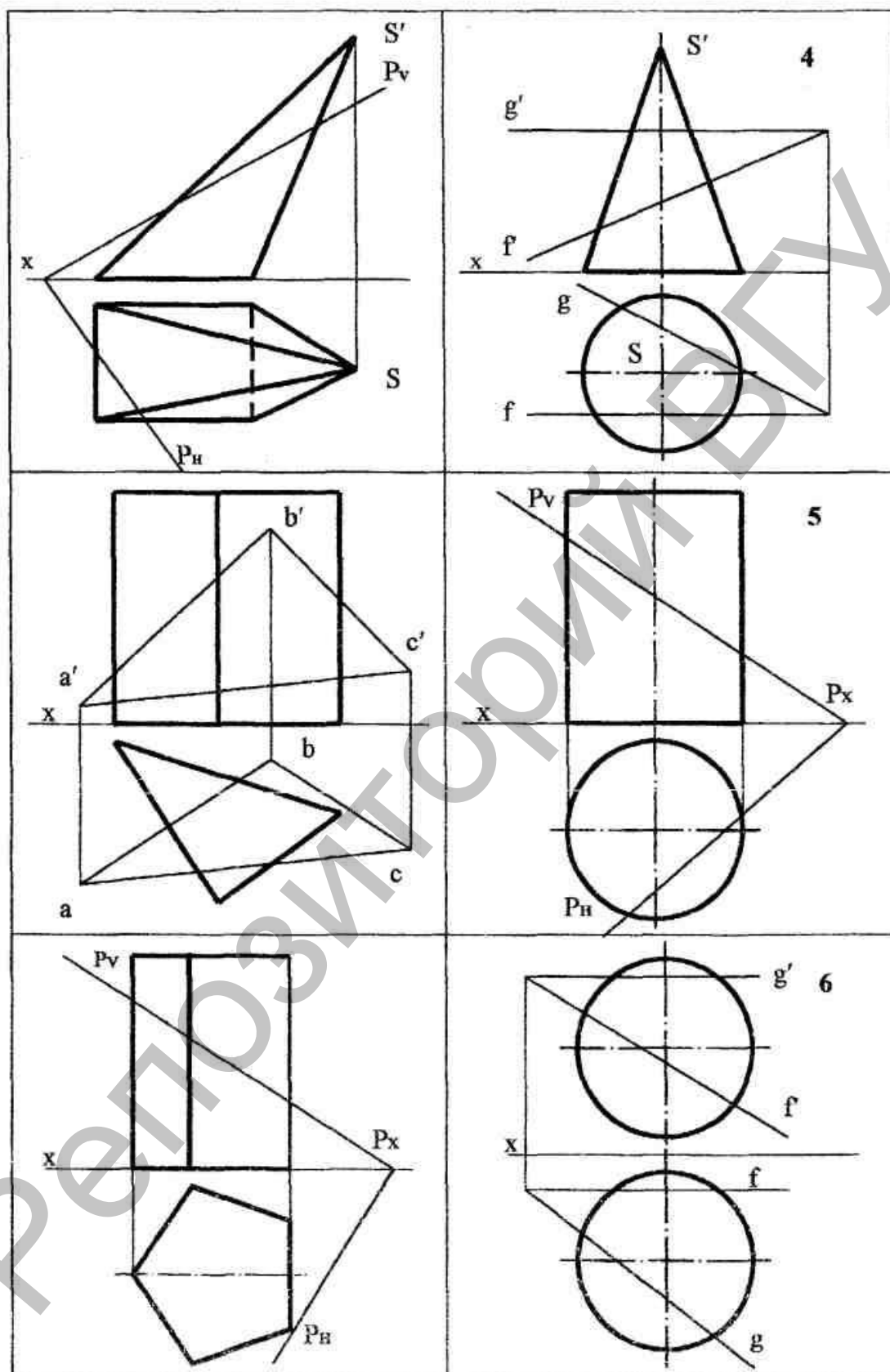
Построение разверток наклонных цилиндра и конуса выполняют приближенно, по правилам построения развертки призмы или пирамиды, вписанных в поверхность цилиндра или конуса. Построение таких разверток будет тем точнее, чем больше граней будет иметь призма или пирамида, заменяющая цилиндр или конус.

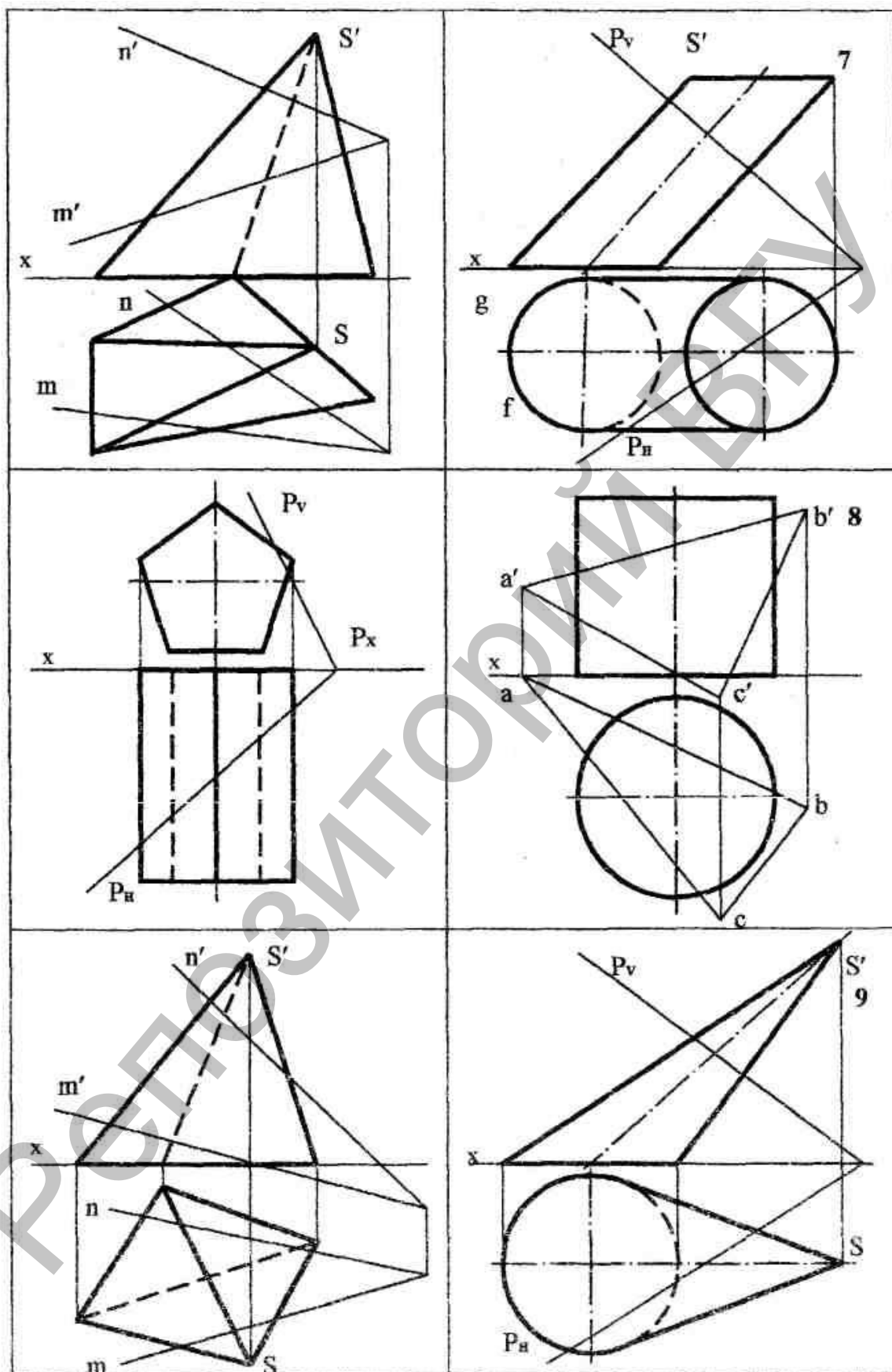
Линии сгиба на развертке (ребра многогранников) обводят штрихпунктирными линиями с двумя точками.

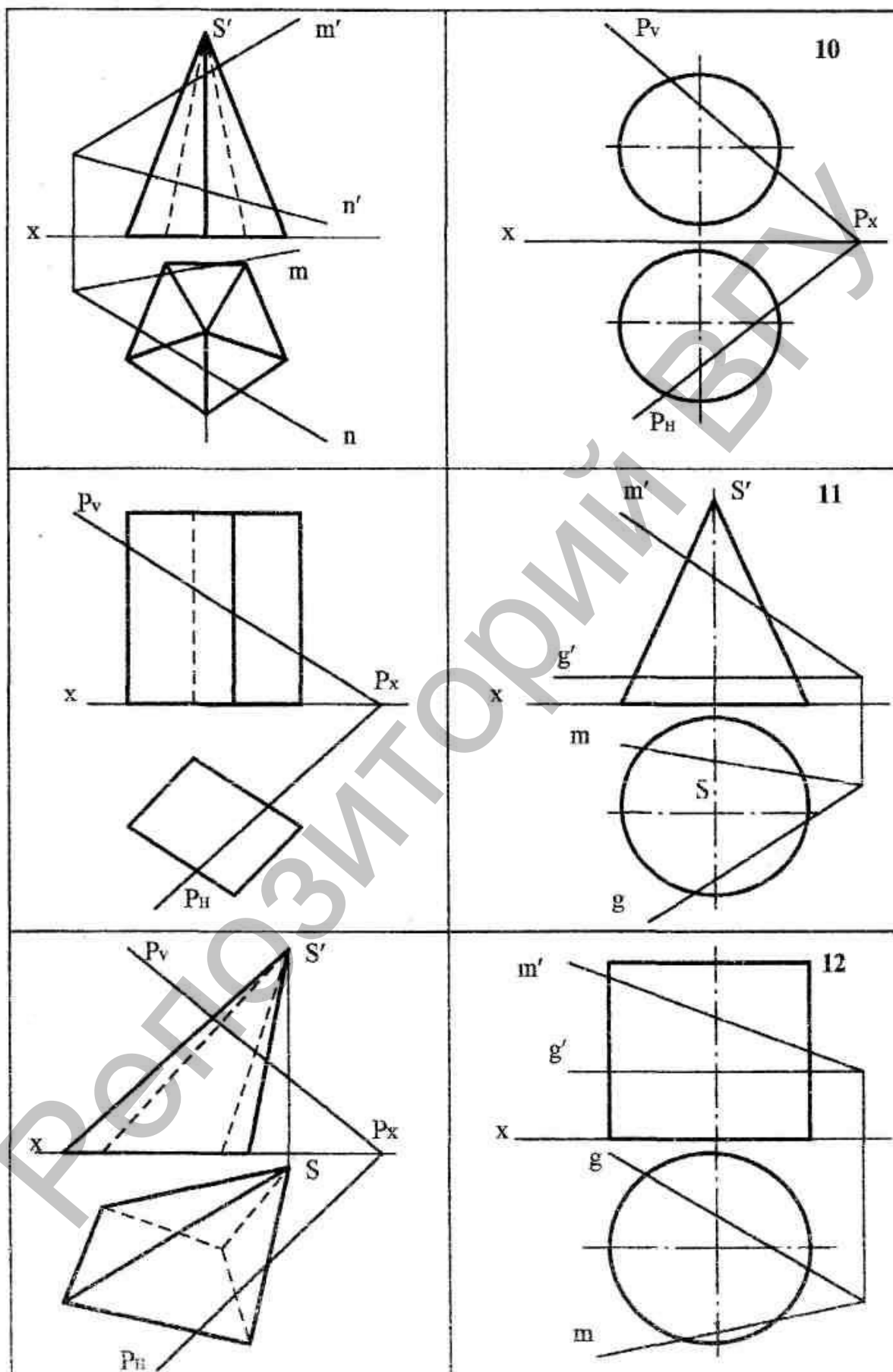
ПРИЛОЖЕНИЯ

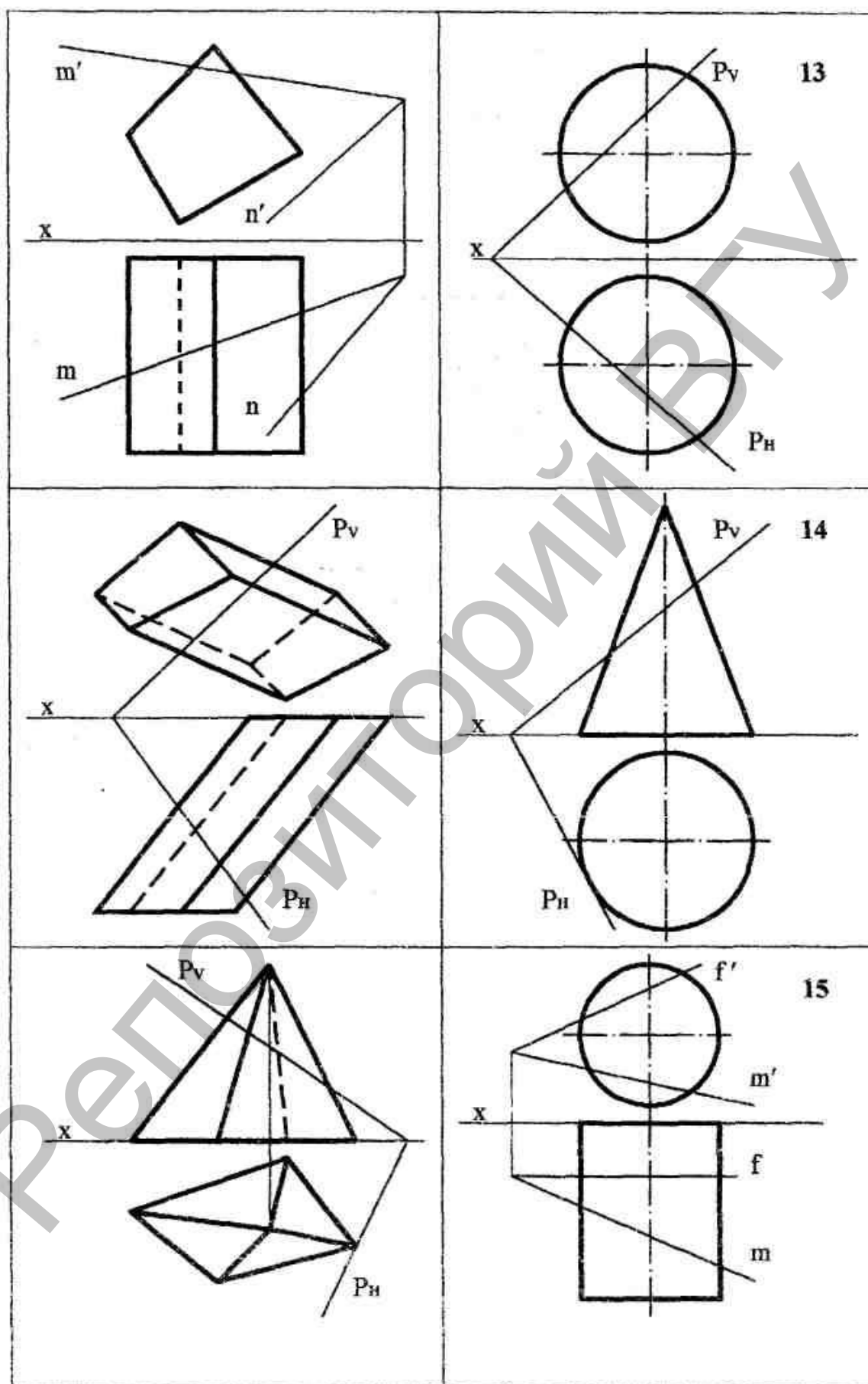
Приложение 4.1.

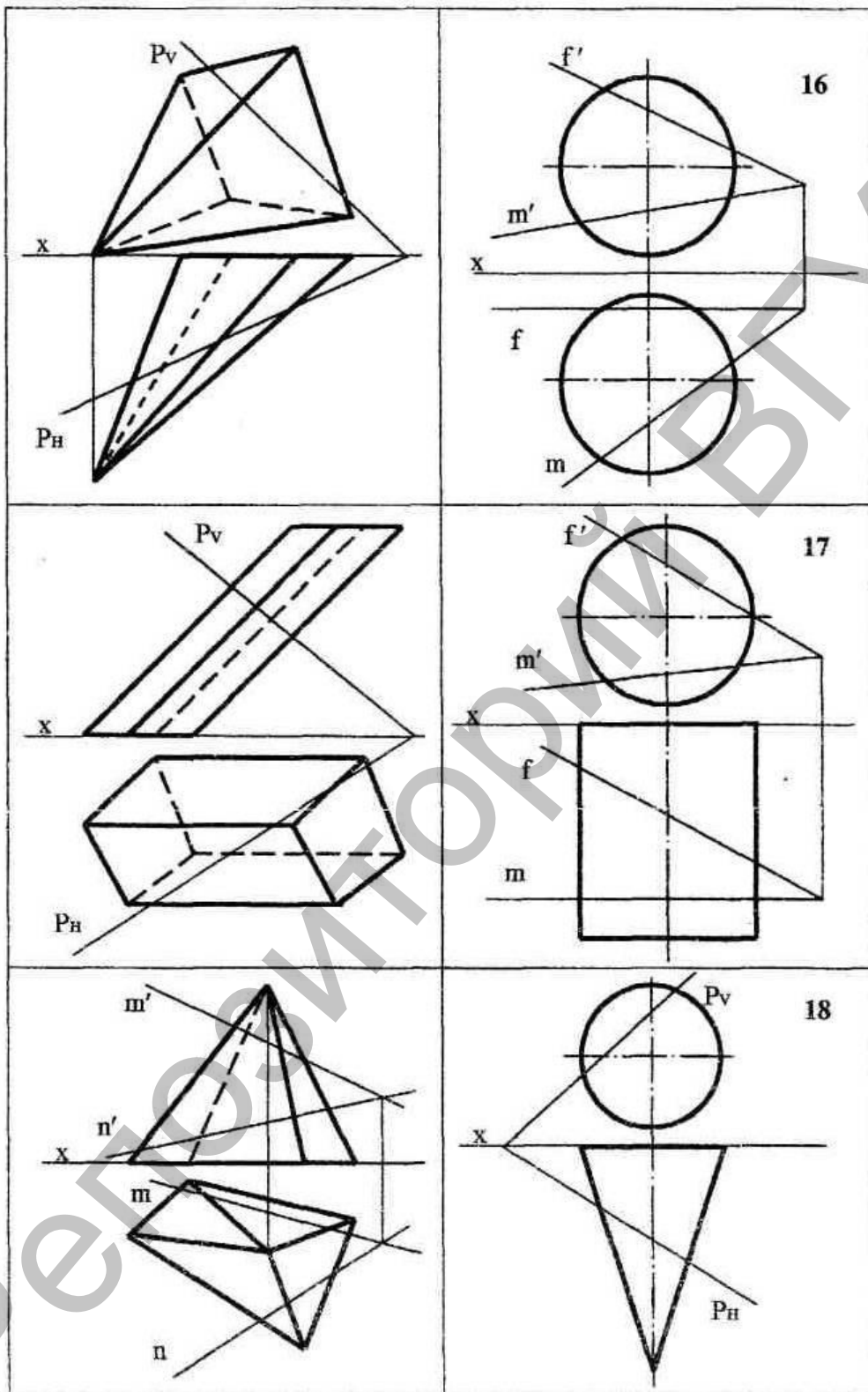


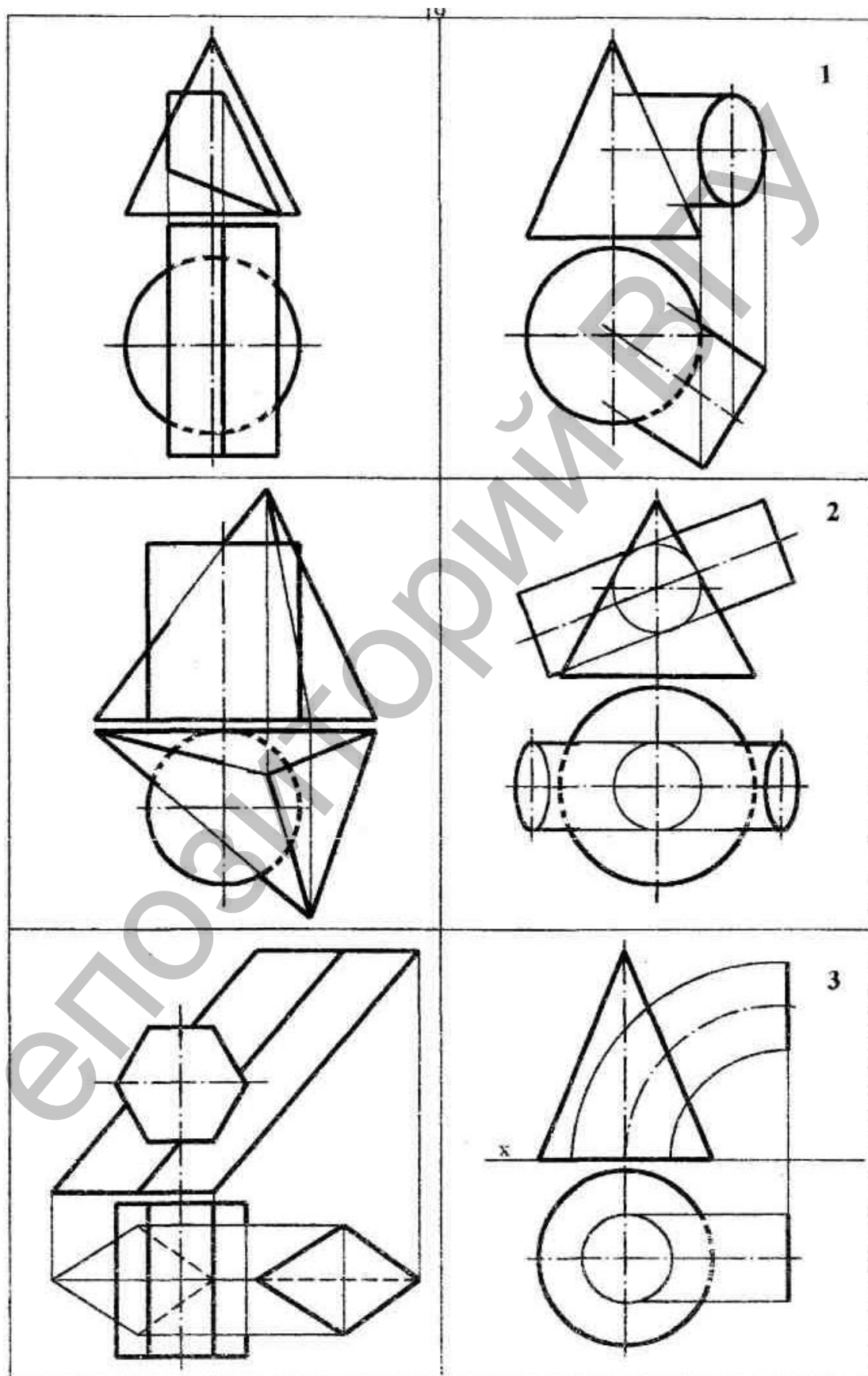


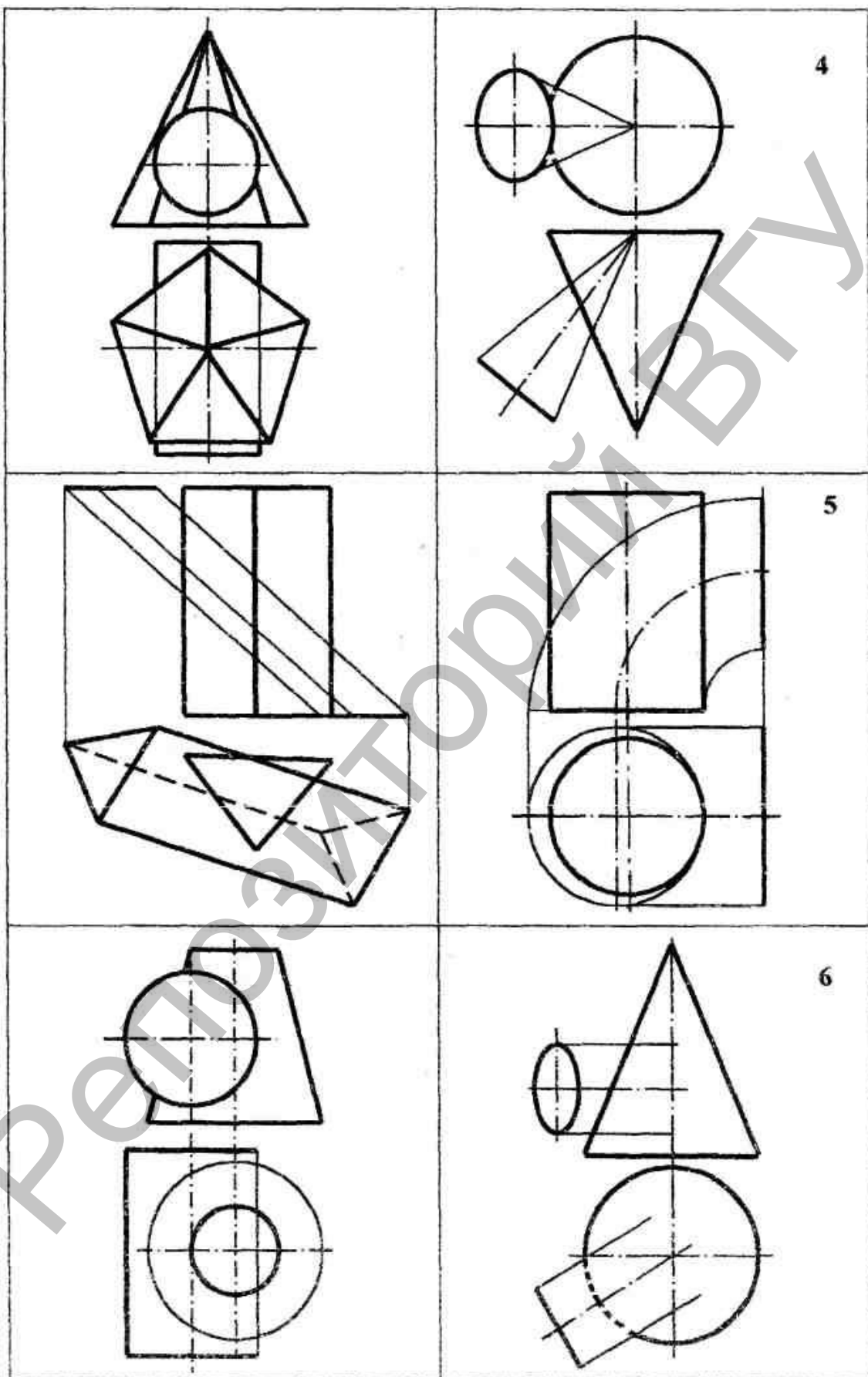


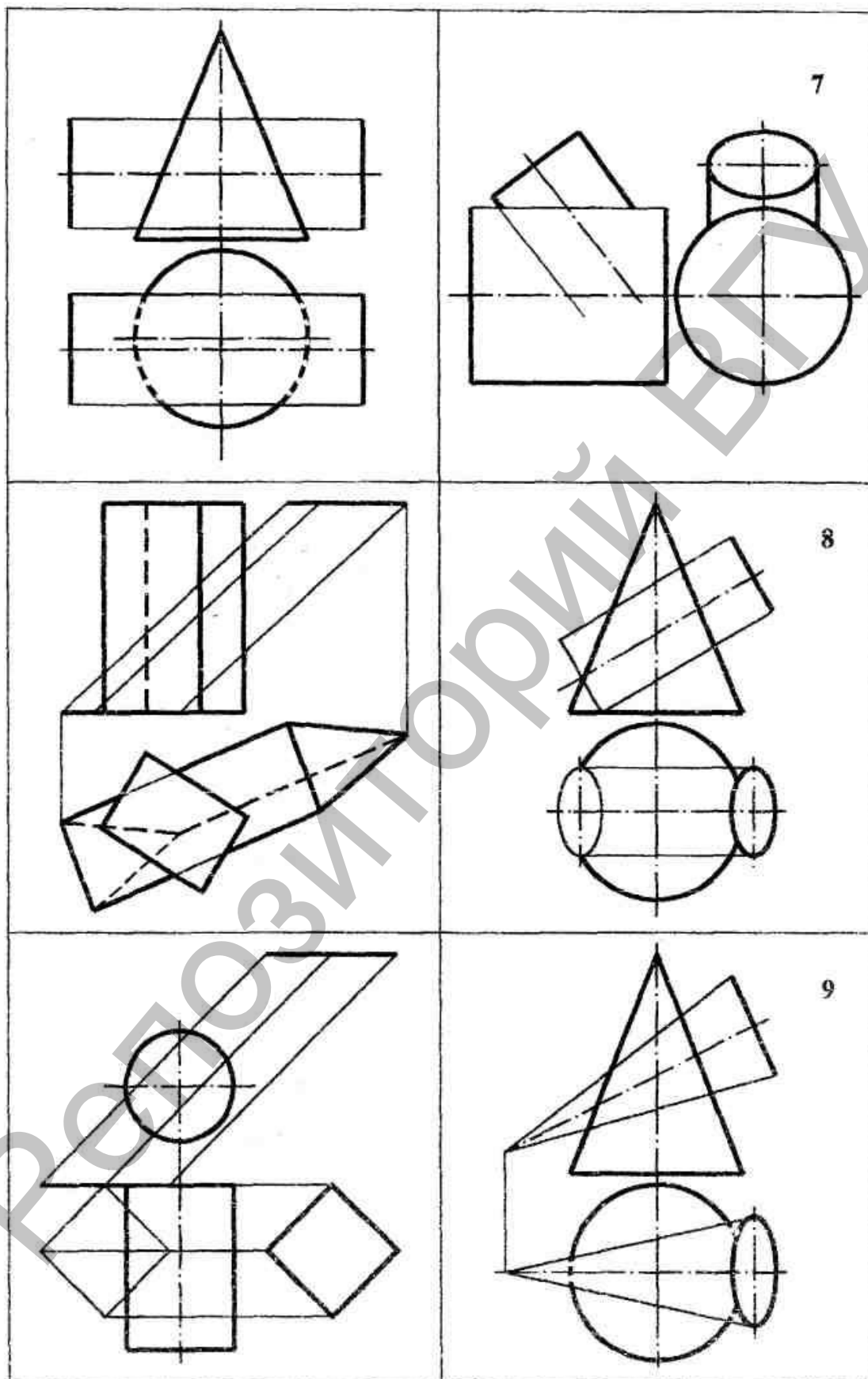


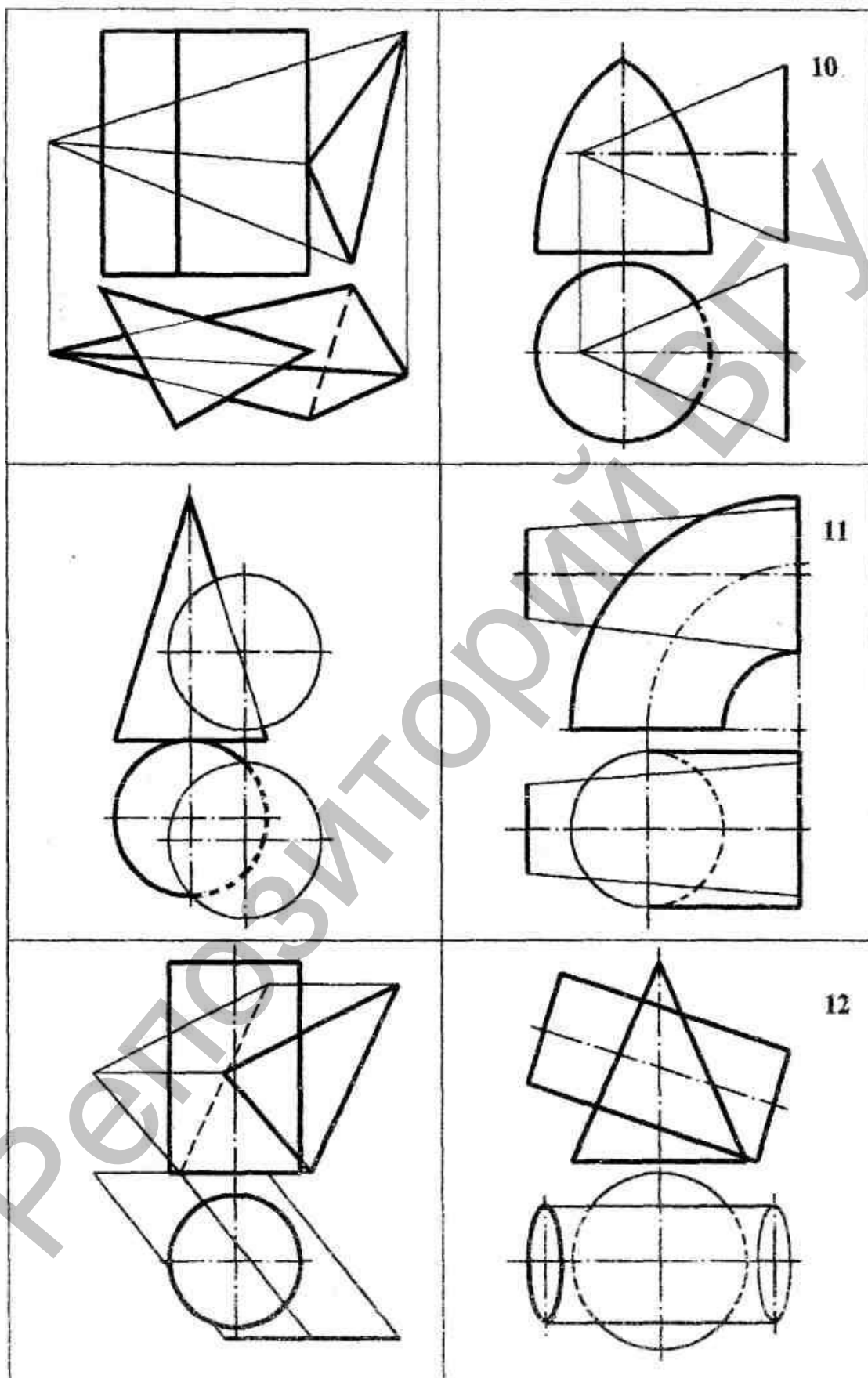


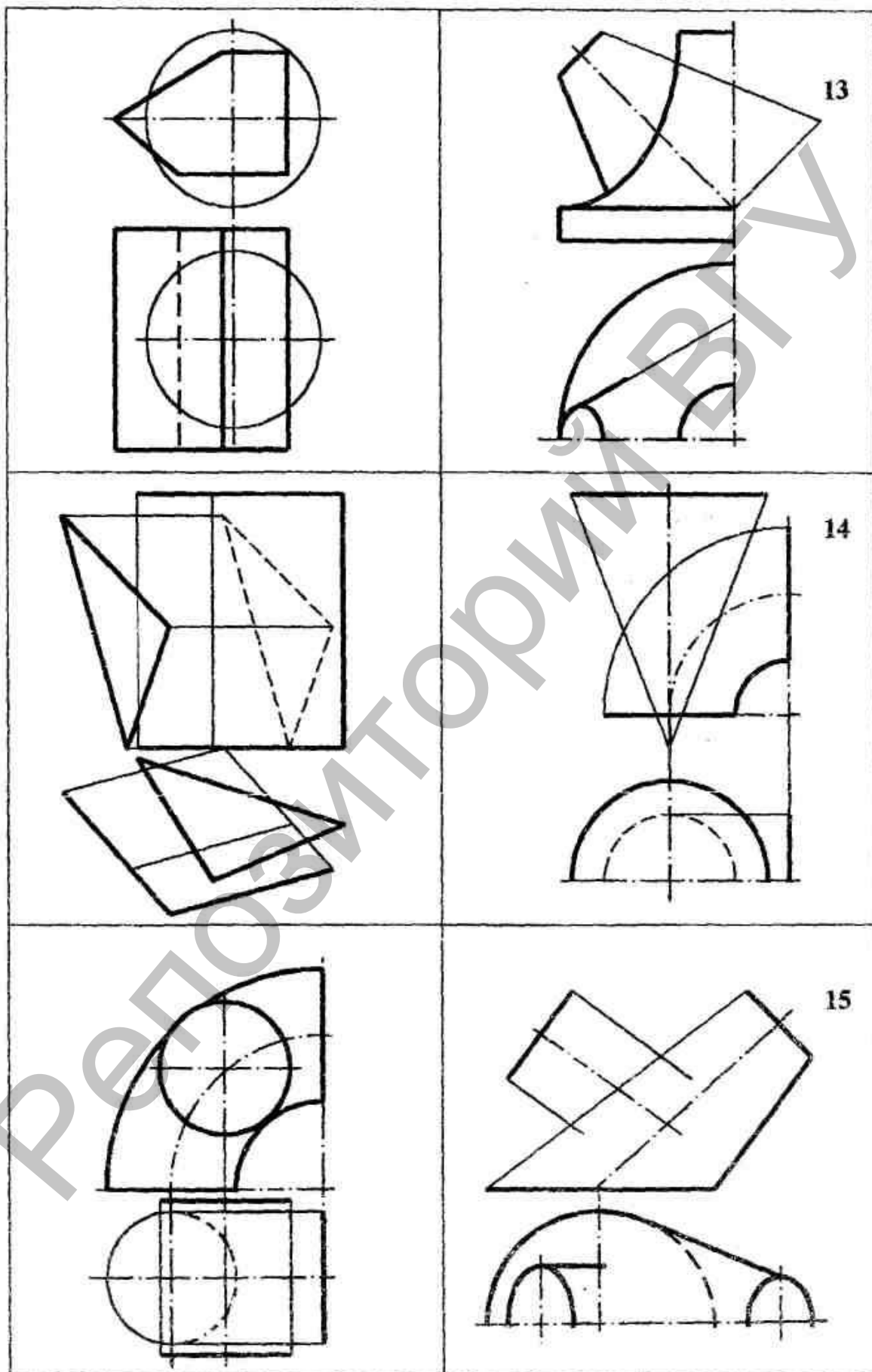


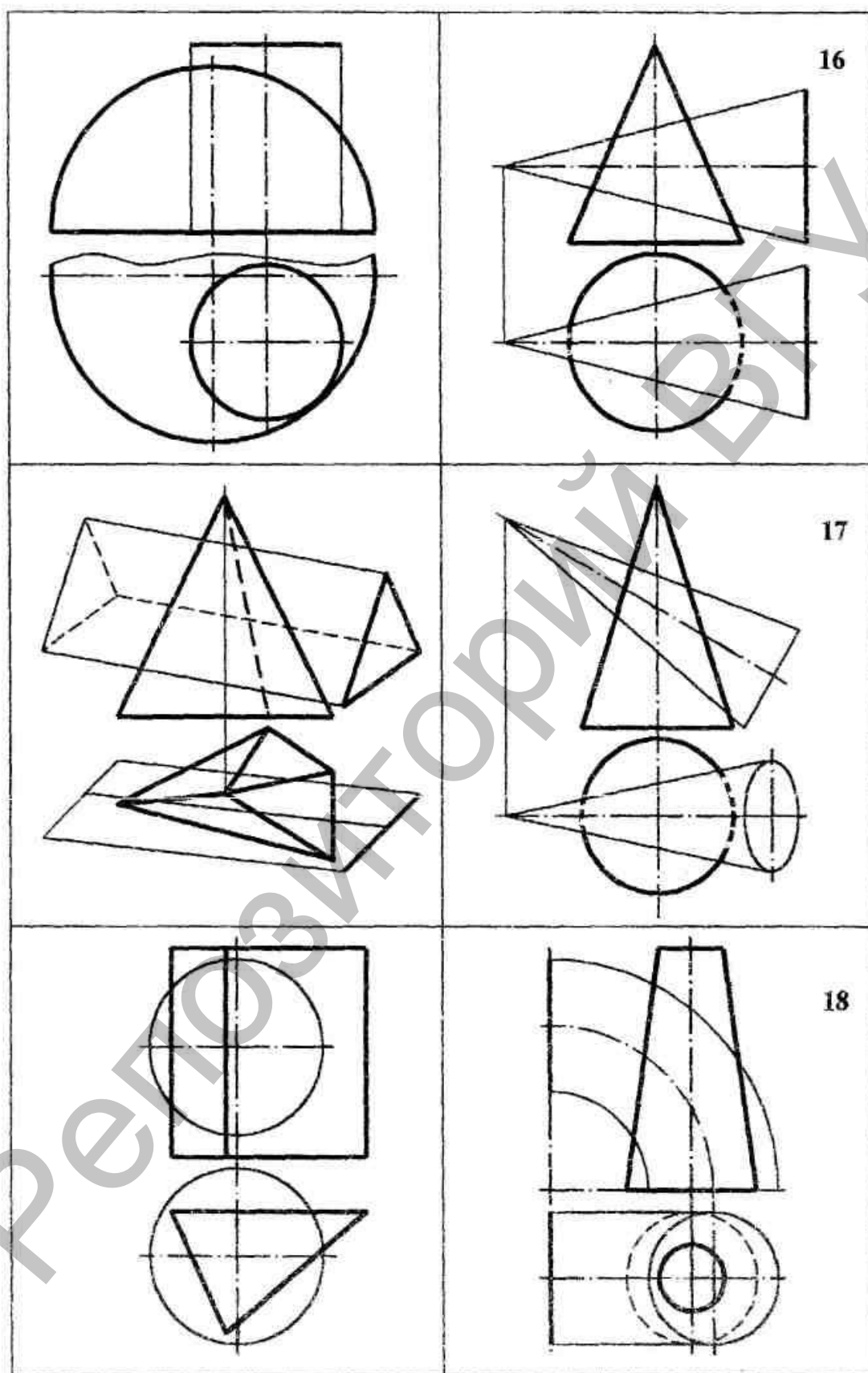


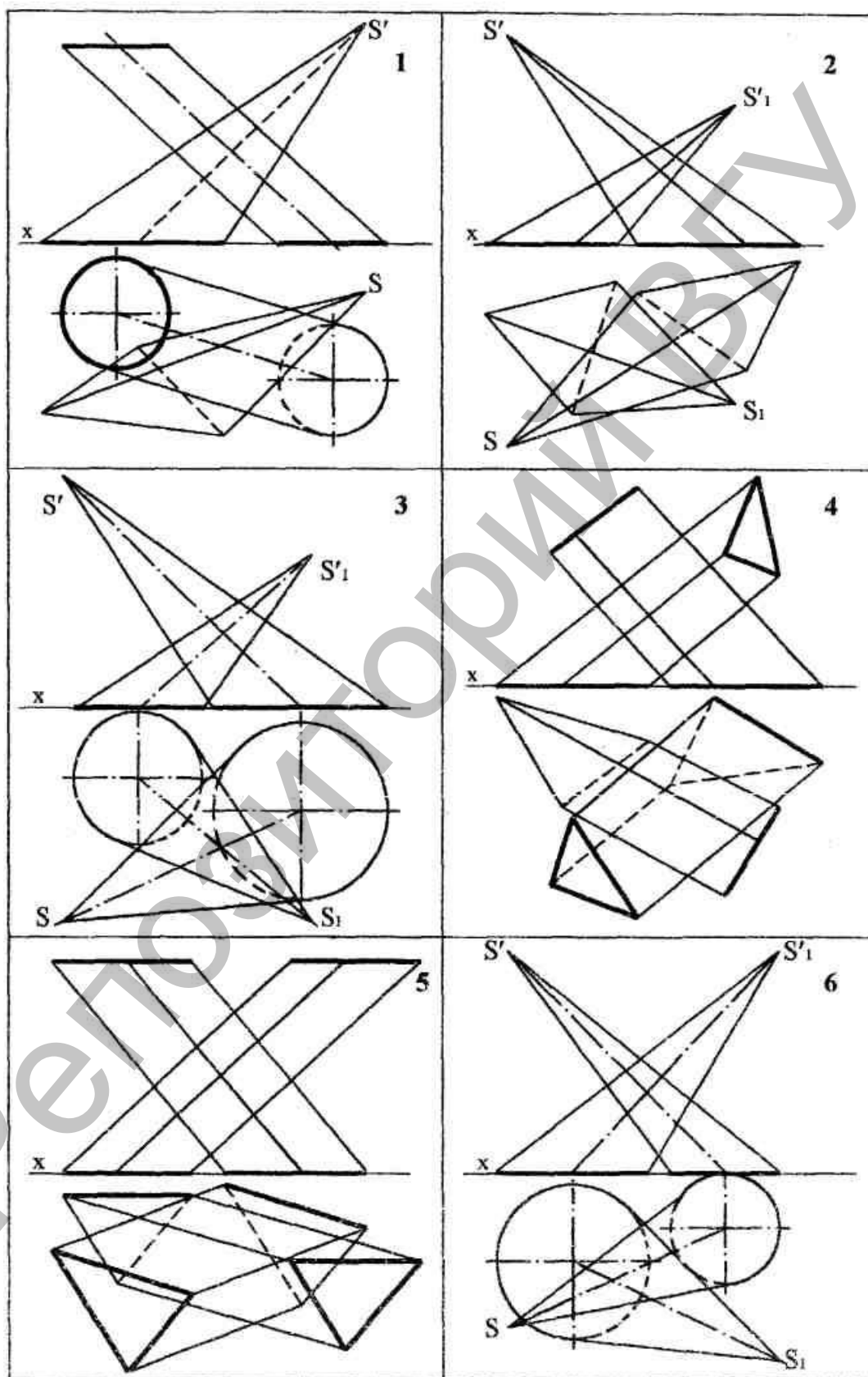


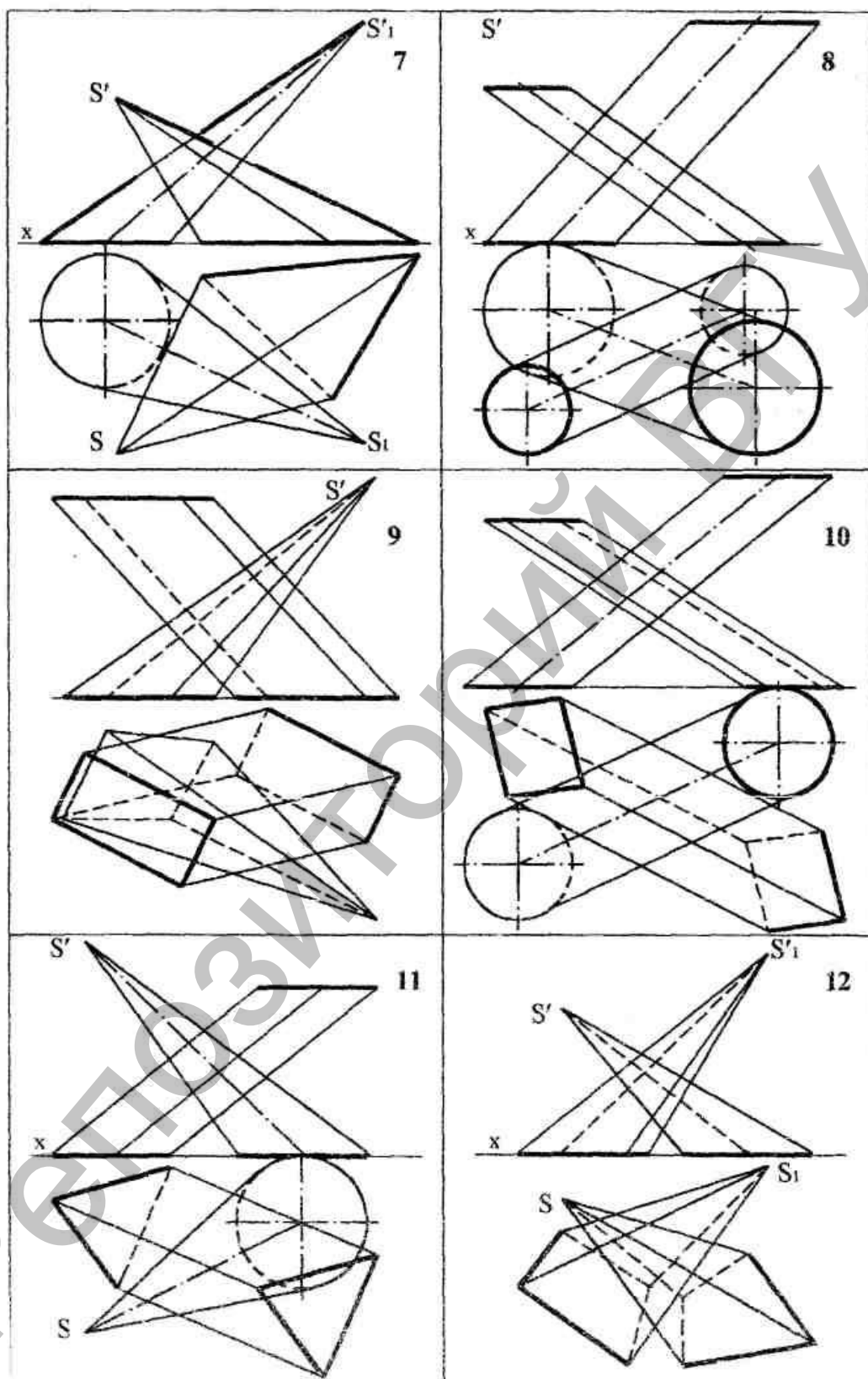


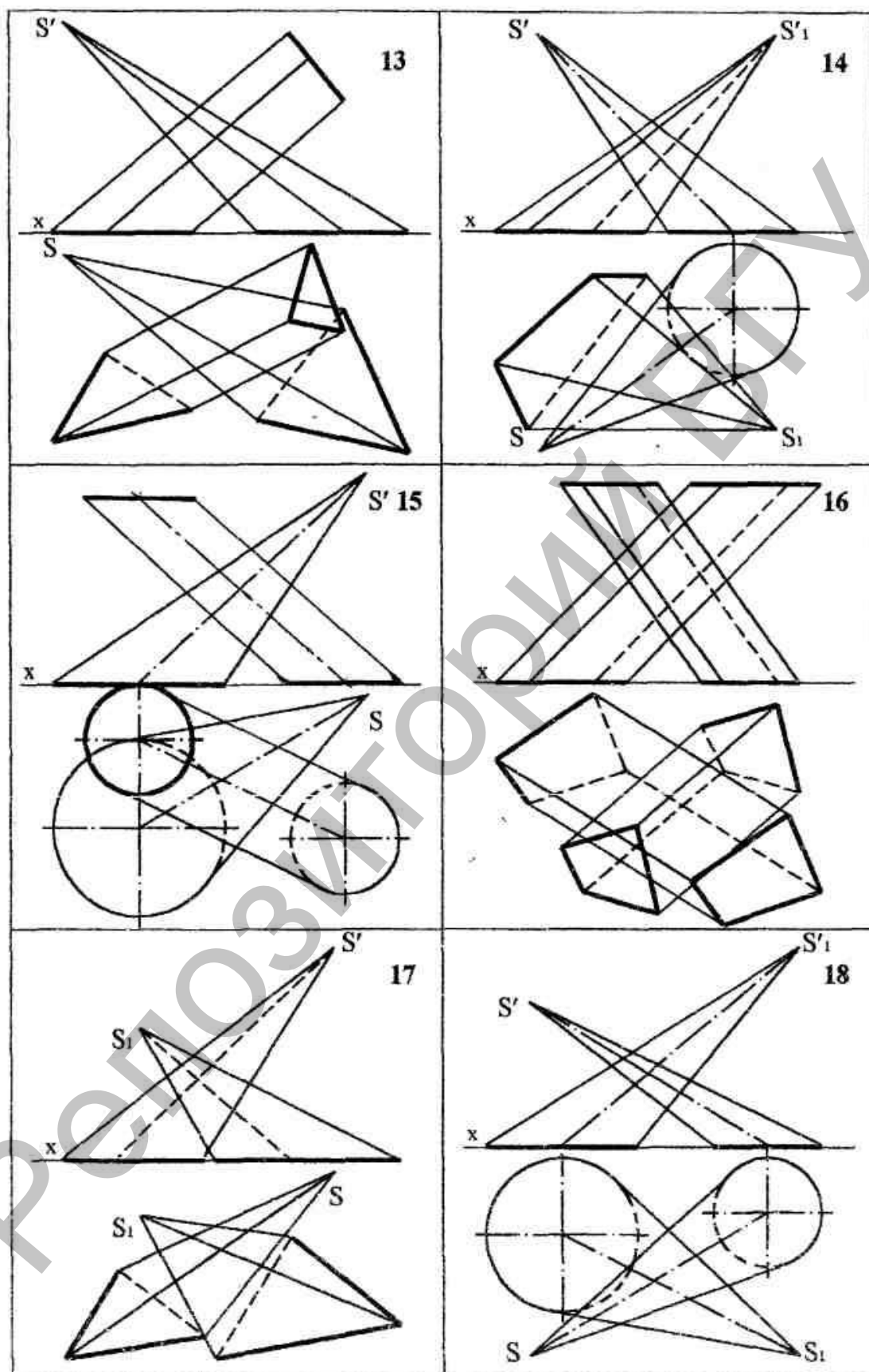


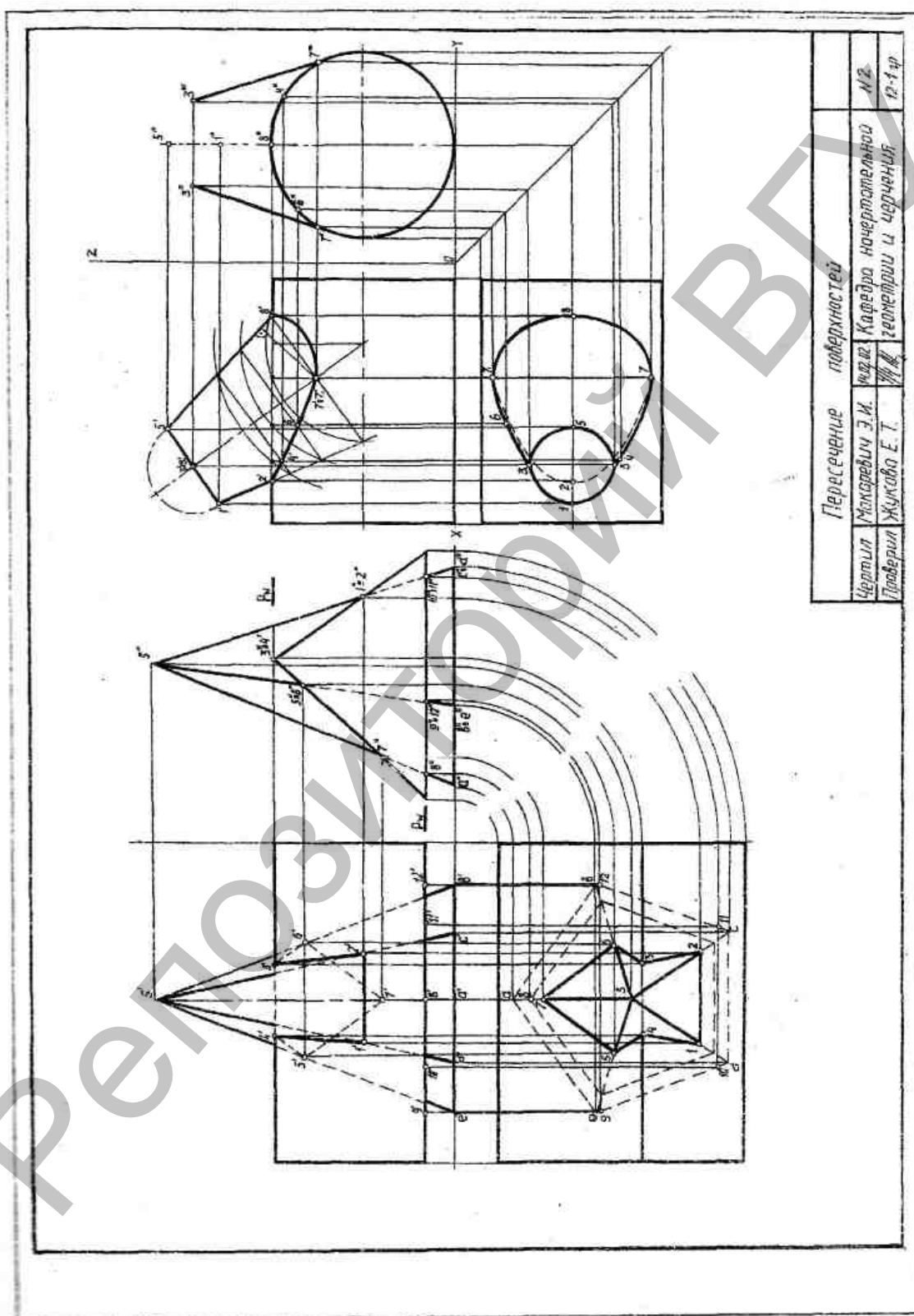


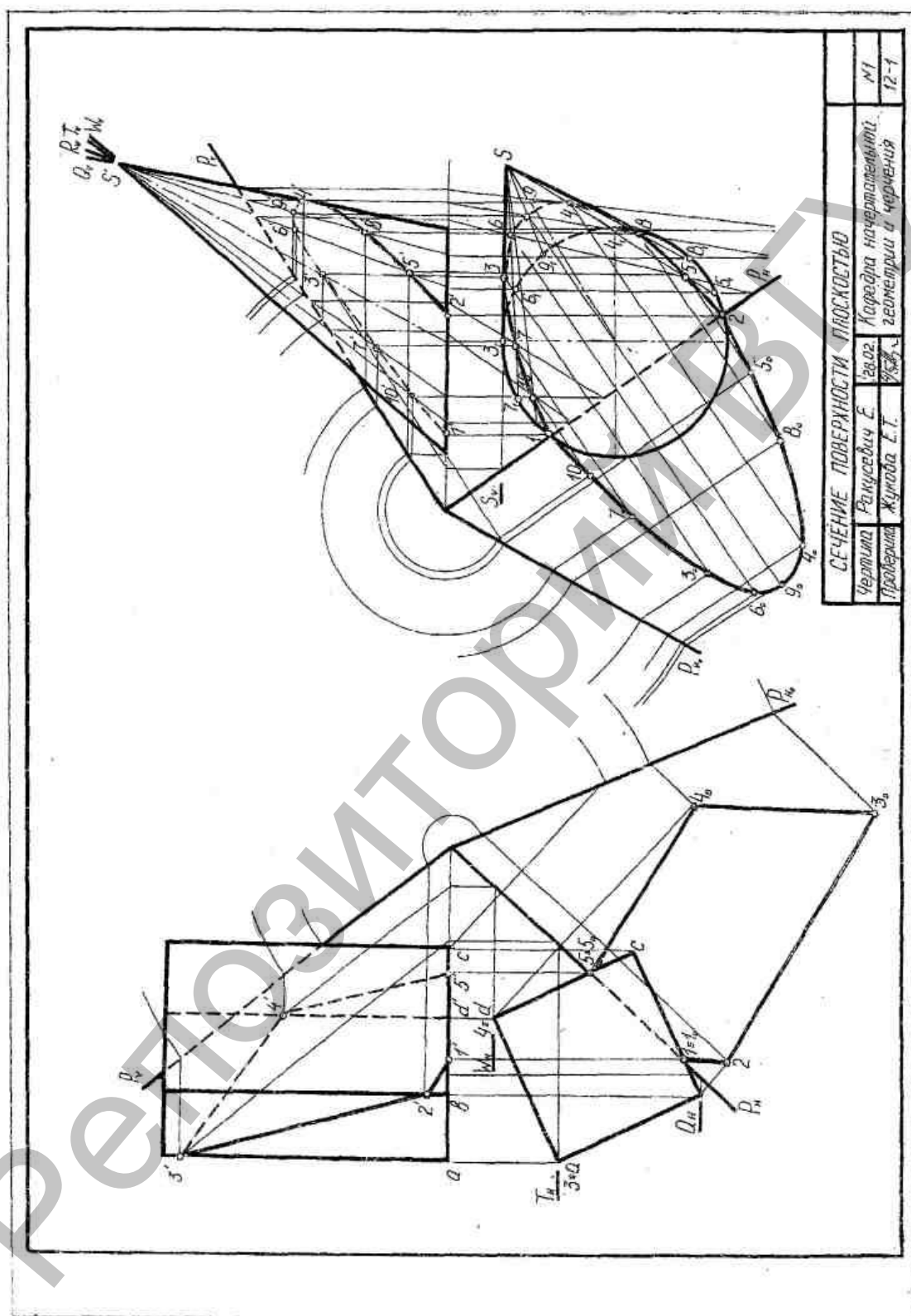


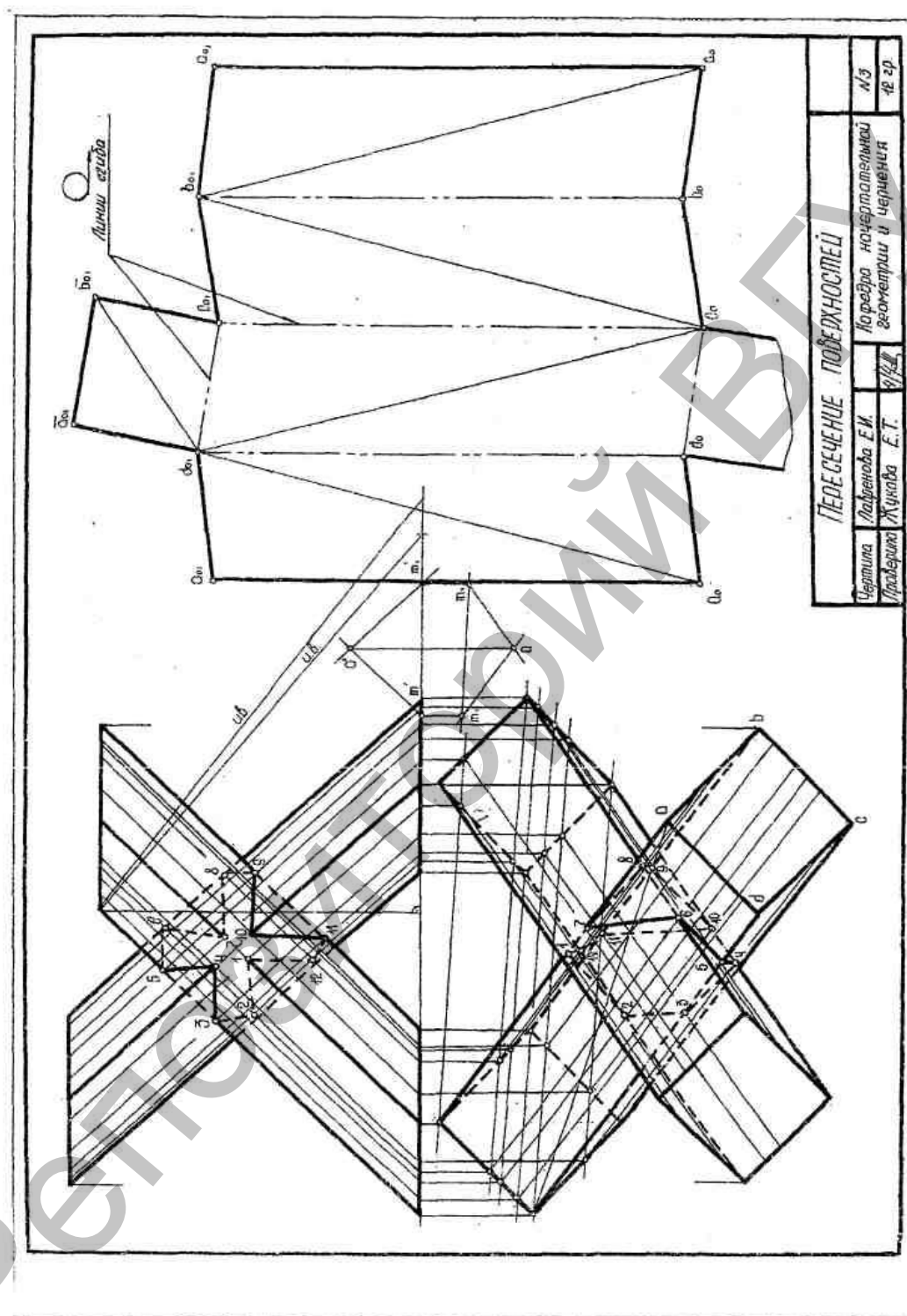












ЛИТЕРАТУРА

Учебники

1. Виноградов В.Н. Начертательная геометрия. – Мн., 2002. – 368 с.
2. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский. Курс начертательной геометрии. – М., 1988.
3. Посвянский А.Д. Краткий курс начертательной геометрии. – М., 1979.

Задачники

1. Арустамов Х.А. Сборник задач по начертательной геометрии. – М., 1971. – 376 с.
2. Борисов Д.М., Новиков И.В. Графические работы по начертательной геометрии. – М., 1984.
3. Жукова Е.Т., Малашенков С.И. Начертательная геометрия. Методическое пособие для студентов специальности 1-03 01 06-02 Изобразительное искусство и черчение. Технология : учеб. пособие / Жукова Е.Т., Малашенков С.И. ; УО «Витебский гос. ун-т им. П.М. Машерова». – Витебск : Издательство ВГУ им. П.М. Машерова, 2002. – 35 с.
4. Инженерная графика: учебно-метод. комплекс. В 3 ч. Часть 1. под ред. Л.С. Шабека. – Минск: БГАТУ, 2009. – 168 с.
5. Климухин А.Г. Сборник задач по начертательной геометрии. – М., 1987.
6. Гордон В. О., Иванов Ю.Б., Солнцева Т.Е. Сборник задач по начертательной геометрии. — М.: Наука, 2002.
7. Обязательный практикум по начертательной геометрии / сост. Е.А. Жукова. – Витебск : Издательство УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2006. – 23 с.
8. Чекмарев А.А. Задачи и задания по инженерной графике : учеб. пособие для студ. техн. спец. вузов / Альберт Анатольевич Чекмарев. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 128 с.

Репозиторий ВГУ