

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР

БЕЛОРУССКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Кафедра графики

Т.К. КОРОЛИК, И.И. СВИРИДЕНКО, Т.Н. МАТУЛЬ

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

(Методические указания и контрольные задания
для студентов-заочников механических специальностей)

Часть I

Утверждено советом
Белорусского института инженеров
железнодорожного транспорта

Гомель 1989

УДК[514.18 + 76] (075.8)

К о р о л и к Т.К., С в и р и д е н о к И.И.,
М а т у л ь Т.Н.

Начертательная геометрия и инженерная графика: Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников механических специальностей. Ч. I. - Гомель: БелИИЖТ, 1989.-36 с.

Приведены краткие указания к выполнению контрольных работ, варианты заданий, примеры оформления и алгоритмы решения типовых задач.

Предназначены для студентов безотрывной формы обучения механического факультета специальностей "Локомотивы", "Вагоны".

Р е ц е н з е н т - зав. кафедрой инженерной графики
Гомельского политехнического института
канд. техн. наук, доцент А.М. Селютин.

© Белорусский институт инженеров
железнодорожного транспорта, 1989.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	4
2. Рабочая программа по начертательной геометрии..	5
3. Контрольные работы	7
Контрольная работа № 1	9
Контрольная работа № 2	16
Контрольная работа № 3	21
Рекомендуемая литература.....	27
Приложение. Варианты заданий	28

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При изучении курса "Начертательная геометрия и инженерная графика" необходимо прежде всего ознакомиться с его программой. Программа, утвержденная 2 июня 1988 г., предусматривает изучение теории решения типовых задач каждой темы курса и выполнение контрольных работ.

Начертательная геометрия и инженерная графика изучается с целью развития пространственного мышления, умения "читать" чертежи, с помощью чертежа передавать свои мысли и правильно понимать инженерные мысли другого. При изучении начертательной геометрии необходимо придерживаться следующих общих указаний:

1. Не надо механически запоминать теоремы, отдельные формулировки и решения задач. Необходимо разобраться в теоретическом материале и уметь применять его в решении конкретных задач.

2. Обязательно вести конспект учебника или аудиторных лекций, где в сжатой форме записывать основные положения и краткие пояснения к решению графических задач.

3. Материал можно изучить глубоко и всесторонне только посредством самостоятельного решения графических задач. Прежде чем приступить к решению геометрической задачи, надо понять ее условие и четко представить себе алгоритм (последовательность выполнения операций) ее решения. И особенно важно представить в пространстве заданные геометрические образы.

4. Значительную помощь в начальной стадии изучения предмета оказывает моделирование геометрических форм и их сочетаний, зарисовки воображаемых моделей, а также их простейшие макеты. По мере накопления знаний и навыков по изучаемому курсу необходимо выполнять все операции с геометрическими формами на их проекционных изображениях, не прибегая уже к помощи моделей и зарисовок.

5. Очень важен самоконтроль знаний. Не исключено возникновение ложного впечатления, что все услышанное и прочитанное хорошо понято, что материал прост и надежно усвоен. Только после ответов на постав-

ленные вопросы и решения задач в конце каждой темы учебника можно считать материал изученным.

2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Т е м а 1. Введение. Центральные и параллельные проекции

Центральное (коническое) проецирование. Параллельное (цилиндрическое) проецирование. Основные свойства параллельного проецирования. Восприятие (представление) предмета по его изображению в параллельных проекциях. Пространственная модель координатных плоскостей проекций. Эпюр Монжа.

Т е м а 2. Точка. Прямая. Плоскость на эюре Монжа

Чертежи точек, расположенных в различных углах координатных плоскостей проекций. Чертежи отрезков прямых линий. Деление отрезка прямой в заданном отношении. Следы прямой линии. Определение длины отрезка прямой и углов его наклона к плоскостям проекций. Взаимное положение прямых линий. Задание плоскости. Прямые линии и точки плоскости. Проекции плоских фигур.

Т е м а 3. Позиционные и метрические задачи

Пересечение прямых линий и плоскостей проецирующими плоскостями. Пересечение прямых линий плоскостями произвольного положения. Взаимно пересекающиеся плоскости произвольного положения. Прямые линии и плоскости, параллельные плоскости. Прямые линии и плоскости, перпендикулярные плоскости. Взаимно перпендикулярные прямые произвольного положения.

Т е м а 4. Способы преобразования эюра Монжа

Преобразование эюра Монжа способом замены плоскостей проекций и способом вращения.

Т е м а 5. Многогранники

Чертежи многогранников и многогранных поверхностей. Пересечение многогранников плоскостью и прямой линией. Взаимное пересечение многогранников. Развертки многогранников.

Т е м а 6. Кривые линии

Плоские кривые линии. Эвольюта и эвольвента. Составные плоские кривые. Задание плоских кривых в естественных координатах. Кривые линии

второго порядка. Эллипс. Гипербола. Парабола. Пространственные кривые линии.

Т е м а 7. Поверхности. Образование и задание поверхностей

Торсовые поверхности. Поверхности вращения с криволинейной производящей. Линейчатые поверхности вращения. Циклические поверхности вращения второго порядка. Винтовые поверхности. Винтовые поверхности с криволинейной производящей. Линейчатые поверхности с направляющей плоскостью. Косые цилиндры с тремя направляющими. Поверхности второго порядка общего вида. Поверхности переноса. Спироидальные поверхности. Поверхности общего вида образования с переменной производящей.

Т е м а 8. Пересечение поверхности плоскостью и прямой линией

Пересечение плоскостями и прямыми линиями торсовых поверхностей, поверхностей вращения, винтовых поверхностей, поверхностей второго порядка общего вида.

Т е м а 9. Взаимное пересечение поверхностей

Пересечение поверхностей кривыми линиями. Пересечение поверхностей цилиндрами (призмами).

Взаимное пересечение линейчатых поверхностей. Пересечение конической поверхности с конической. Пересечение конической поверхности с цилиндрической поверхностью. Пересечение цилиндрической поверхности с цилиндрической.

Взаимное пересечение поверхностей вращения. Пересечение поверхностей вращения с другими поверхностями.

Взаимное пересечение винтовых поверхностей. Пересечение винтовых поверхностей с другими поверхностями.

Взаимное пересечение поверхностей второго порядка.

Особые случаи пересечения.

Т е м а 10. Плоскости и поверхности, касательные к поверхности

Плоскости, касательные к поверхностям. Поверхности, касательные к поверхности. Построение очертания поверхностей.

Т е м а 11. Развертки поверхностей

Развертки торсовых поверхностей. Условные развертки неразвертывающихся поверхностей.

Т е м а 12. Аксонометрические проекции

Прямоугольные изометрические проекции. Прямоугольные диметрические

кие проекции. Косоугольные аксонометрические проекции. Позиционные и метрические задачи в аксонометрии.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Каждая контрольная работа представляет собой набор чертежей, выполненных по индивидуальному заданию и оформленных в соответствии с изложенными требованиями.

Задания на контрольную работу соответствуют номеру варианта (порядковый номер журнала регистрации методиста факультета).

Выполнять задания контрольных работ следует в той последовательности, в которой они приведены в настоящих методических указаниях.

Все чертежи, входящие в состав контрольной работы, оформляются согласно действующим ГОСТам: ГОСТ 2.301-68. Форматы; ГОСТ 2.302-68. Масштабы; ГОСТ 2.303-68. Линии; ГОСТ 2.304-87. Шрифты чертежные.

Каждое задание контрольной работы выполняется на отдельном листе формата A_3 (297 x 420), чертежи - только на одной стороне листа. Все построения необходимо вести карандашом. При окончательном оформлении желательно использование цветных карандашей. В этом случае исходные данные изображают черным цветом, все построения - зеленым или синим, а результат выделить красным цветом.

Следует иметь в виду, что все поверхности (кроме поверхности в задании на построение развертки) выполнены из материала не прозрачного. Поэтому при пересечении поверхности с другими геометрическими образами линии, проходящие внутри поверхности, должны быть изображены тонкими сплошными, как линии построений.

Для каждого задания должен быть составлен и размещен на чертеже алгоритм решения задачи. При разработке алгоритма следует пользоваться символами геометрического языка, основные из них приведены в табл. I.

Чертежи контрольных работ нужно сложить по ГОСТ 2.501-68 до формата A_4 , скрепить, оформить титульный лист (рис. I) и отправить в институт. На проверку следует представлять контрольные работы только в полном объеме.

На каждую контрольную работу преподаватель кафедры составляет рецензию, в которой кратко отмечает достоинства и недостатки работы и дает оценку работы: к защите или доработать.

Проверенная контрольная работа возвращается студенту и хранится у него до защиты. После защиты всех работ студент допускается к сдаче экзамена.

По всем неясным вопросам при выполнении контрольных работ нужно

письменно или лично обращаться за консультацией на кафедру, выдавшую задание.

Т а б л и ц а I*

№ п/п	Обозначение	Содержание
I	A, B, C	Точки, расположенные в пространстве
2	a, b, c ...	Линии, произвольно расположенные по отношению к плоскостям проекций
3	P, O, R	Плоскости произвольные
4	Π_1	Горизонтальная плоскость проекций
5	Π_2	Фронтальная плоскость проекций
6	Π_3	Профильная плоскость проекций
7	Π_4, Π_5, \dots	Дополнительные плоскости (применяются при решении задач методом замены плоскостей проекций)
8	O _{xuz}	Система координатных осей
9	x_A, y_A, z_A	Координаты точек
IO	A_1, a_1, P_1	Проекции точек, линий, плоскости на горизонтальной плоскости проекций
II	B_2, c_2, Q_2	Проекции точек, линий на фронтальной плоскости проекций
I2	A_0, a_0, P_0	Истинная величина найденных построением геометрических образов
I3	(AB) [AB]	Прямая, проходящая через точки A и B Отрезок прямой, ограниченный точками A и B
I4	$\angle \alpha; \angle \beta$	Углы α, β
I5	A'_1, a'_1	Новое, отличное от первоначального положение проекций геометрических образов
I6	$\hat{ABC}; \hat{\alpha}$	Размер угла
I7	AB	Расстояние между геометрическими образами
I8	=	Результат действия, равно
I9	≡	Совпадение (конкурируют)
20	≅	Конгруэнтны (равны и совпадают при положении)
21		Параллельность
22	⊥	Перпендикулярность
23	∩	Скрещивание
24	∪	Касание
25	→	Направление проецирования
26	∈, ∈	Принадлежность элемента множеству
27	⊂, ⊃	Включение (содержит в себе)
28	∪	Объединение множеств
29	∩	Пересечение множеств
30	/	Отрицание символов
31	⇒	Импликация (логическое следствие)

* Логические операции между геометрическими образами должны последовательно заключаться в скобки по общепринятой в математике очередности.

30	①	БИИЖТ	① ③ ⑤ шрифт N10
50	②	Факультет:	
50	③	КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА N1	② ④ шрифт N7
25	④	по начертательной геометрии	
25	⑤	89-В-104	⑥ ⑦ шрифт N5
50	⑥	Ф.И.О. Адрес:	
20	⑦	1989-90 уч.год	

Рис. I

К о н т р о л ь н а я р а б о т а № I

Все данные решения контрольной работы сведены в табл. 2,

З а д а н и е I.I. Комплексный чертеж прямой (пример выполнения задания показан на рис. 2).

Дано: координаты точек А, В и С.

Определить: 1) длину отрезка прямой АВ; 2) величину углов наклона прямой к фронтальной и горизонтальной плоскостям проекций; 3) следы прямой; 4) прямую, проходящую через точку С и параллельную прямой АВ; 5) горизонтальную или фронтальную прямую, проходящую через точку С и пересекающую прямую АВ.

Для решения задачи необходимо самостоятельно изучить по учебнику "Начертательная геометрия" разделы:

Прямоугольные (ортогональные) проекции;

Чертежи точек в трех проекциях;

Отрезки прямых линий в ортогональных проекциях;

Следы прямой линии;

Взаимное положение прямых линий.

Алгоритм выполнения задания I.I.

1. Проекция отрезка прямой [AB] и точки C построить по координатам, взятым из табл. № 2.

2. Длину отрезка прямой [AB] определить способом прямоугольного треугольника, построив его дважды - на горизонтальной и фронтальной плоскостях проекций. Для этого на горизонтальной проекции A_1B_1 в точке B_1 восстанавливаем перпендикуляр, на котором откладываем разность высот точек A и B от плоскости Π_1 , т. е. $(Z_B - Z_A)$, определяем положение точки B_0 . A_1B_0 является натуральной величиной отрезка. Аналогичное действие производим на фронтальной плоскости проекций.

3. Угол между проекцией прямой и ее натуральной величиной является углом наклона этой прямой к плоскостям проекций.

4. Горизонтальный (M) и фронтальный (N) следы прямой построить исходя из условий принадлежности их прямой AB и точки пересечения этой прямой с соответствующей плоскостью проекций Π_1 или Π_2 . В данном случае горизонтальный след совпадает с точкой A. Для построения фронтального следа N необходимо горизонтальную проекцию прямой a_1 продлить до пересечения с осью X, найти N_1 , провести линию связи до встречи a_2 с плоскостью Π_2 .

5. Прямую l построить, используя свойство параллельности двух прямых. Через точку C проводим прямую l параллельно a.

6. Горизонтальную прямую построить, учитывая условия параллельности ее горизонтальной плоскости проекций Π_1 и принадлежность точек C и прямой a.

Т а б л и ц а 2

Данные к задачам контрольной работы № I

№ варианта	A_x	A_y	A_z	B_x	B_y	B_z	C_x	C_y	C_z	D_x	D_y	D_z	E_x	E_y	E_z	K_x	K_y	K_z	h
1	40	5	55	0	50	10	65	20	0	70	65	60	30	10	0	0	20	35	60
2	20	10	20	75	20	50	90	85	0	30	50	45	50	10	0	100	50	30	60
3	85	20	80	25	40	20	90	90	30	70	10	10	15	75	55	95	55	75	50
4	85	42	0	25	62	15	0	10	40	35	35	58	60	20	0	5	54	20	80
5	10	20	25	55	50	10	80	0	65	40	50	45	90	25	20	5	0	5	70
6	65	25	70	0	40	40	90	90	15	15	70	95	90	60	40	50	20	10	40
7	40	65	5	0	30	30	65	25	45	20	80	65	75	45	22	5	10	15	60
8	42	72	0	0	32	33	75	40	56	15	68	60	80	65	30	5	5	5	50
9	55	0	30	0	10	60	5	55	15	35	35	50	50	20	0	0	0	35	70
10	70	5	65	10	20	30	50	50	20	20	65	10	85	18	40	35	5	65	70

№ варианта	A _x	A _y	A _z	B _x	B _y	B _z	C _x	C _y	C _z	D _x	D _y	D _z	E _x	E _y	E _z	K _x	K _y	K _z	h
II	45	0	60	80	45	15	15	10	10	10	60	55	80	20	40	55	0	0	60
I2	0	65	0	15	20	50	70	10	20	60	50	45	45	10	5	0	35	25	60
I3	25	30	50	65	50	10	10	60	40	0	30	15	60	38	58	30	62	8	60
I4	88	50	10	62	0	60	20	0	30	28	34	50	85	20	10	0	40	5	55
I5	0	50	10	20	0	75	70	5	30	50	35	60	70	15	10	0	0	35	60
I6	95	0	95	80	75	30	0	30	15	15	70	98	98	35	60	50	0	15	70
I7	55	20	40	0	10	50	40	65	20	65	35	30	20	8	60	5	50	30	60
I8	70	20	10	25	50	30	0	10	50	60	40	45	25	5	5	5	30	70	60
I9	0	15	40	60	60	75	85	45	10	50	5	75	85	60	35	10	35	20	50
20	35	70	0	60	40	20	20	25	45	70	85	50	20	25	15	0	45	30	50
21	85	0	65	60	65	10	0	30	20	50	65	70	98	15	30	20	15	5	80
22	40	55	10	80	10	50	10	0	25	0	30	60	80	35	20	40	0	5	60
23	70	25	5	15	50	35	20	5	50	50	75	40	55	10	0	10	30	25	50
24	30	55	5	75	10	50	5	0	20	0	35	65	80	35	20	40	0	5	70

З а д а н и е I.2. Построить линию пересечения двух треугольников ABC и DEK, показать видимость их в проекциях. Определить натуральную величину треугольника ABC. Пример выполнения задания приведен на рис. 3.

Для решения задачи необходимо изучить разделы: Задание плоскости; Пересечение прямых линий и плоскостей проецирующими плоскостями; Условия видимости; Метод конкурирующих точек; Способ плоско-параллельного перемещения.

Алгоритм выполнения задания I.2.

1. Линия пересечения треугольника строится по точкам пересечения сторон одного треугольника с другим. Для этого заключаем $K_1 D_1$ в горизонтально проецирующую плоскость S. Определяем линию пересечения плоскости S с плоскостью треугольника ABC. Это - линия I2. Точка M_2 является точкой встречи прямой KD с плоскостью ABC. Аналогично определяем точку N.

3. MN - линия пересечения треугольников.

4. Видимость сторон треугольников определяем способом конкурирующих точек. $Z_2 \equiv Z_3$; $Y_5 > Y_3$; BC расположена ближе к наблюдателю, значит, она будет видимой на пл. Π_2 . Видимость относительно Π_1 определяем аналогично.

5. Плоскопараллельным перемещением треугольника определяем NB. Проводим горизонталь AF. Разворачиваем систему так, чтобы проекция

горизонтали стала \perp оси, величина фигуры при этом не меняется.

6. На плоскости Π_2 треугольник спроецируется в прямую линию, т. е. станет фронтально-проецирующей плоскостью. Для преобразования в плоскость уровня совершается второе перемещение, при этом на пл. Π_1 треугольник проецируется в натуральную величину.

З а д а н и е 1.3. Задача 1. Построить проекции пирамиды, основанием которой является треугольник ABC, а ребро SA определяет высоту h пирамиды. Пример выполнения задания - на рис. 4.

Изучить разделы: Прямые линии, перпендикулярные плоскостям; Способ вращения вокруг проецирующих прямых линий.

Алгоритм выполнения задания 1.3.

Восстановить перпендикуляр к плоскости можно, только используя главные линии плоскости. Для этого проводится горизонталь и фронталь в плоскости ABC. Из точки A восстанавливаем \perp , произвольно ограничив его точкой K. Методом вращения определяем натуральную величину отрезка A_2K_0 - на этой прямой откладываем заданную высоту h , обратным ходом возвращаемся на проекции перпендикуляра. Соединив вершину S с основанием, определяем две проекции пирамиды. Видимость ребер пирамиды определяем методом конкурирующих точек.

Задача 2. Определить расстояние между скрещивающимися прямыми, величину двугранного угла.

Для решения задачи необходимо изучить способ перемены плоскостей проекций.

Допускается выполнение задач на отдельных листах формата A_3 .

Алгоритм выполнения задачи 2.

Для определения величины угла между смежными гранями комплексный чертеж преобразовать таким образом, чтобы грани заняли проецирующее положение. Показано нахождение угла при ребре AB. Для этого выполнены две замены плоскостей проекций: первая - $\Pi_4 \parallel A_2B_2$, A_4 и B_4 имеют ту же координату y , что и A_1 , B_1 ; вторая - $\Pi_5 \perp A_4B_4$. На пл. Π_5 ребро A_5B_5 проецируется в точку, а плоскости становятся проецирующими. Угол при A_5B_5 и является искомым.

Чтобы определить расстояние между скрещивающимися прямыми AB и CD, необходимо выполнить замену плоскостей проекций $\Pi_4 \parallel A_1B_1$, при этом $A'_4B'_4C'_4D'_4$ имеют ту же координату z , что и $A_2B_2C_2D_2$. Затем ось $X_{4,5}$ располагается $\perp A'_4B'_4$ и на пл. Π_5 отрезок прямой AB становится проецирующим. $K'_5E'_5 \perp C'_5D'_5$ есть расстояние между двумя скрещивающимися прямыми.

$A(30, 30, 0), B(30, 40, 40), C(90, 20, 15)$

1. $\alpha(A, B); C$

2. $[A, B, C] \perp \{(B, B_0) = (Z_0 - Z_A)\} \Rightarrow A, B_0 = |AB|$

$[A_2, B_2] \perp \{(A_2, A_0) = (Y_A - Y_B)\} \Rightarrow B_2, A_0 = |AB|$

3. $(A, B) \wedge (A, B_0) = \alpha = (\widehat{AB}) \Pi_1$

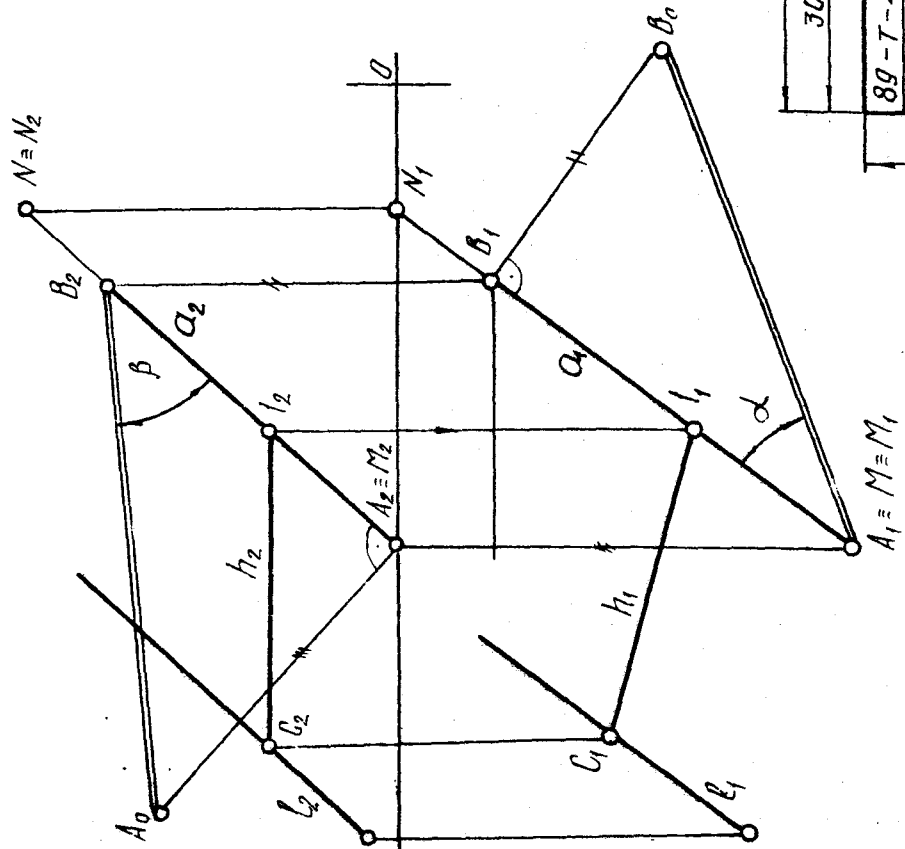
$(A_2, B_2) \wedge (A_0, B_2) = \beta = (\widehat{AB}) \Pi_2$

4. $M = \alpha \cap \Pi_1; N = \alpha \cap \Pi_2$

5. $\ell \perp C; (\ell \parallel \alpha) \Rightarrow (\ell_1 \parallel \alpha_1); (\ell_2 \parallel \alpha_2)$

6. $h \perp C; h \parallel \Pi_1; l_2 = h_2 \cap \alpha_2$

$l_1 \parallel \alpha_1; h_1 = C; l_1; h \parallel \alpha$

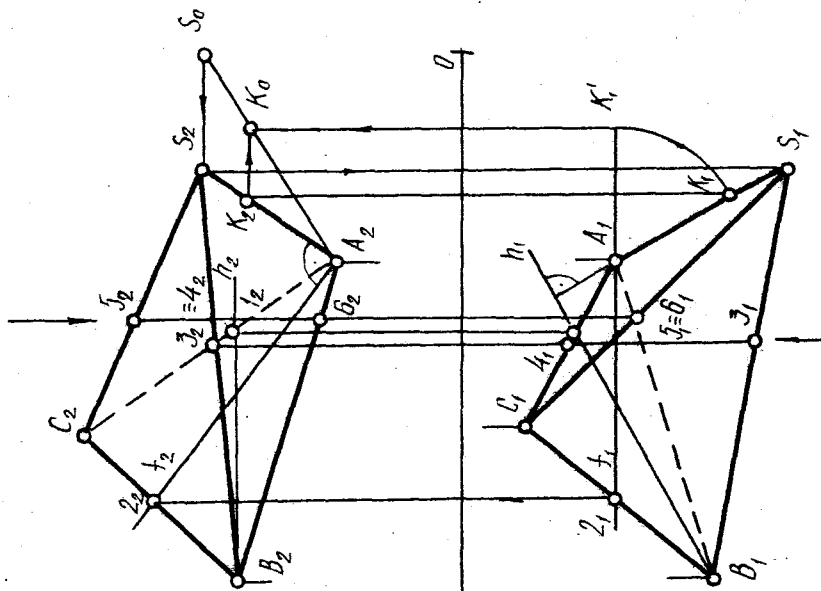


30	140	80
89-Т-405	НГ-01-20	лист 1
Чертил	Петров П.В.	Шкала
Проверил		30.X.89

Рис. 2

Задача 1

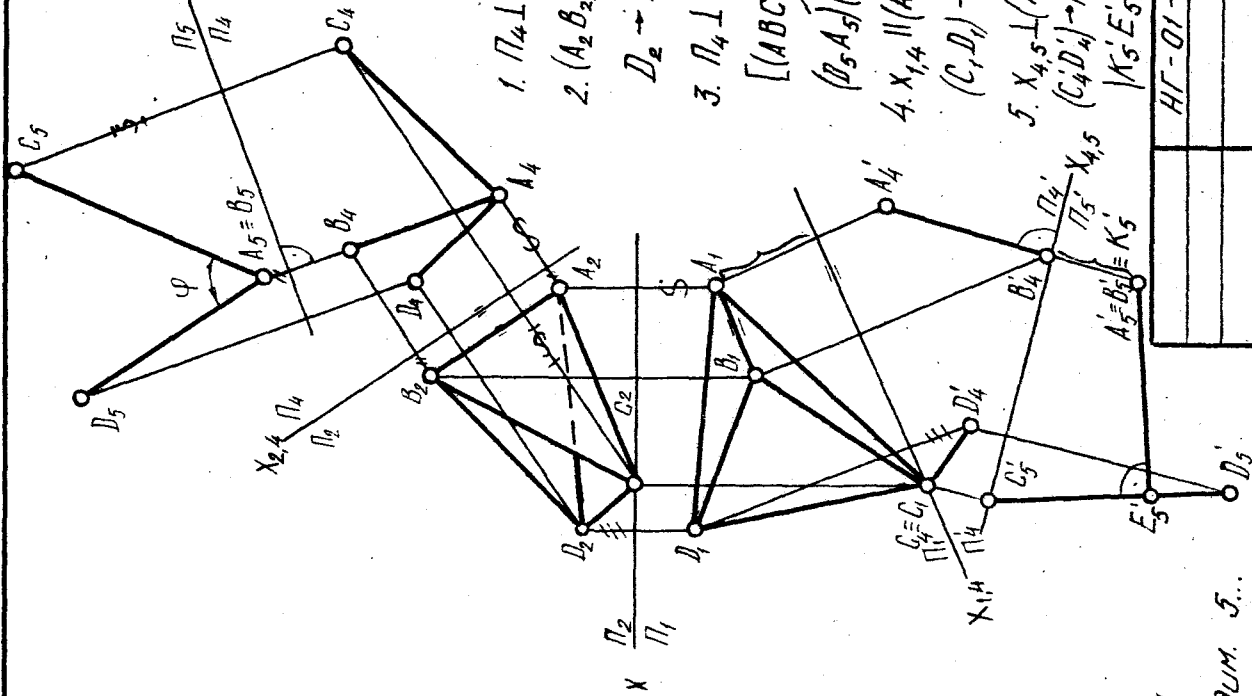
$A(\dots); B(\dots); C(\dots); H \dots$



1. $h_2 \parallel \Pi_1; 1 \in [A_1 C_1]; A_1 \perp h_1; K_1 \in H$
2. $t_1 \parallel \Pi_2; 2 \in [B_2 C_2]; A_2 \perp t_2; K_2 \in H$
3. $|A_2 K_0|; A_2 S_0 = 80, SABC - \text{пупромидо}$
4. $j_2 = 4_2; 3 \in [BS]; 4 \in [CA]; y_3 > y_4 \Rightarrow j, - \text{вудум } j \dots$

Задача 2

$A(\dots); B(\dots); C(\dots); D(\dots)$



1. $\Pi_4 \perp \Pi_2; \Pi_4 \parallel A_2 B_2;$
2. $(A_2 B_2) \rightarrow \Pi_4 = (A_4 B_4);$
 $D_2 \rightarrow \Pi_4 = D_4; C_2 \rightarrow \Pi_4 = C_4$
3. $\Pi_4 \perp \Pi_5; X_{45} \perp (A_4 B_4)$
 $[(ABC) \perp \Pi_5]; [(DAB) \perp \Pi_5]$
 $(B_5 A_5) \widehat{=} (B_5 C_5) = \varphi = (ABC) \widehat{=} (ABD)$
4. $X_{14} \parallel (A_1 B_1); (A_1 B_1) \rightarrow \Pi_4 = (A'_4 B'_4)$
 $(C_1 D_1) \rightarrow \Pi_4 = (C'_4 D'_4); |A'_4 B'_4|$
5. $X_{45} \perp (A'_4 B'_4); (A'_4 B'_4) \rightarrow \Pi_5 = (A'_5 B'_5)$
 $(C_4 D_4) \rightarrow \Pi_5 = (C'_5 D'_5); (A'_5 B'_5) \perp (C'_5 D'_5) = E_5 \Rightarrow$
 $|K'_5 E_5|$

HF-01-20	лучш

Все данные для выполнения контрольных работ № 2 и 3 приведены в приложении.

З а д а н и е 2.1. Пересечение многогранника плоскостью. Построение развертки многогранника с нанесением линии пересечения.

Для решения задачи необходимо изучить разделы: Пересечение гранных поверхностей плоскостями общего положения; Развертки гранных поверхностей. Пример выполнения задания показан на рис. 5, 6.

Дано: многогранная поверхность Θ (трехгранная пирамида) и плоскость P (MNDK).

Определить: линию пересечения многогранника плоскостью с помощью вспомогательных проецирующих плоскостей-посредников. Видимость участков многогранника и плоскости определить с помощью конкурирующих точек.

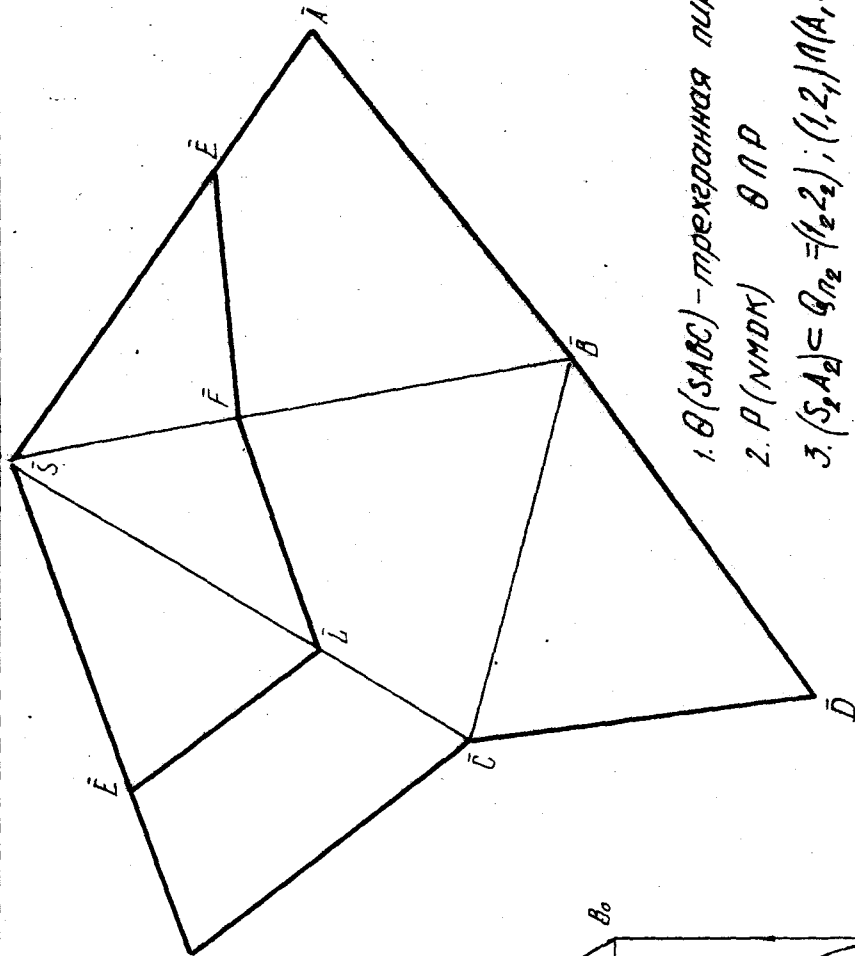
Алгоритм выполнения задания 2.1.

Для определения точки встречи ребра AB с пл. P заключаем ребро во фронтально-проецирующую плоскость. Определяем линию пересечения пл. Q и P : соответственно $I_1 2_1$, $I_2 2_2$. E_1 - результат пересечения двух линий - $I_1 2_1$ и $A_1 S_1$ - точка встречи ребра с плоскостью $P(E)$. Аналогично определяются точки F и L . EFL - линия пересечения.

Следует иметь в виду, что линия пересечения ломаная, состоящая из отрезков прямых, и точки излома должны обязательно лежать на ребрах поверхности и сторонах четырехугольника. Невидимые участки линии пересечения должны переходить в видимые и наоборот, обязательно в точках, лежащих на очерках поверхности.

Для построения развертки пирамиды необходимо определить натуральные величины ребер, применив метод вращения. $S_1 V_1$ вращаем так, чтобы она стала \parallel пл. Π_2 . Точка V описывает окружность, которая на пл. Π_1 спроецируется в виде прямой линии $V_2 V_0$. $S_2 V_0$ - натуральная величина ребра. Основание пирамиды на пл. Π_1 проецируется в натуральную величину.

На рис. 6 представлен другой вариант решения задачи - построение линии пересечения методом замены плоскостей проекций. Для этого плоскость, заданную треугольником, из общего положения переводим в проецирующую. В плоскости P проводим горизонталь и пл. Π_4 располагаем \perp этой горизонтали. Линия $I_4 5_4$ является линией пересечения поверхности с плоскостью. Обратным проецированием находим искомые точки на горизонтальной и фронтальной проекциях. Для построения развертки пирамиды необходимо определить натуральную величину только одного ребра с точкой I , т. е. ребро SD . Ребра AS и CS являются фронталями.



1. $\theta(SABC)$ - трехгранная пирамида

2. $P(NMOK)$ в ΠP

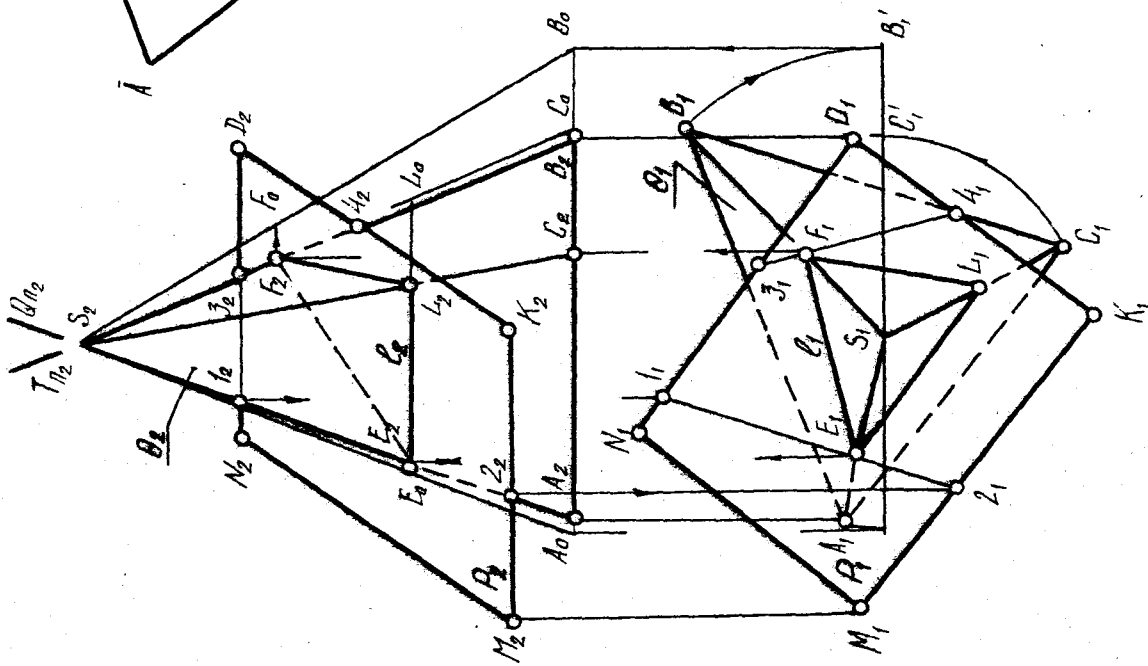
3. $(S_2 A_2) \subseteq \theta_{n_2} = (\theta_2, 2_2); (1_2, 2_2) \cap (A_1, S_1) = E_1$

$E_1 \in [AB] \cap [P]$ 4... для точек F, L

5. $EFL \Rightarrow \ell$

6. $S_1 B_1 \rightarrow S_1 B'_1 = |S_2 B_0|; |S_2 F_0|$

7. $|ABC|; S_1 C_1 \rightarrow S_1 C'_1 = |S_2 C_0|; |S_2 L_0|$



	НГ - 02 - 20	лист

Рис. 5

З а д а н и е 2.2. Пересечение многогранника плоскостью, прямой.

Дано: многогранник Θ со сквозным отверстием. Прямая l , пересекающая многогранник, и проецирующая плоскость, также пересекающая данную поверхность.

Определить:

- 1) три проекции многогранника со сквозным отверстием (построив линию пересечения поверхностей);
- 2) точки пересечения прямой (только с поверхностью Θ);
- 3) две проекции сечения проецирующей плоскостью и натуральную величину фигуры сечения.

Алгоритм выполнения задания 2.2.

Горизонтальную и фронтальную проекции многогранника, прямой и плоскости построить согласно варианту заданий по указанным основным размерам, профильную – на основании проекционной связи.

Линию пересечения сквозного отверстия с поверхностью построить по точкам методом плоскостей – посредников, в качестве которых применять плоскости уровня. При этом следует помнить, что линия пересечения многогранной и криволинейной поверхностей – ломаная, состоящая из отрезков плавных кривых линий. Точки излома должны соответствовать точкам пересечения ребер многогранника с криволинейной поверхностью.

Построение начинать с определения опорных точек. При этом рационально выбирать их на той плоскости проекций, относительно которой отверстие или сама поверхность занимает проецирующее положение.

Пример выполнения задания показан на рис. 7.

В данном случае цилиндрическое отверстие является фронтально проецирующим и на пл. Π_2 линия пересечения совпадает с проекцией самого цилиндра. Для нахождения промежуточных точек применяются горизонтальные плоскости S . Фигурой сечения пирамиды такими плоскостями является четырехугольник, а цилиндрического отверстия – образующая. Точка пересечения четырехугольника и образующей и является искомой точкой, принадлежащей линии пересечения.

Для построения точек пересечения прямой l с поверхностью Θ применяем вспомогательную проецирующую пл. Q , проведя ее через прямую. Сечение пл. Q с поверхностью Θ дает ломаную линию β_1 , точки M_1 и N_1 определяются на горизонтальной проекции β_1 .

Чтобы построить линию пересечения плоскости P с поверхностью Θ , в нашем примере внесено упрощение. Вместо пл. P задана фронтально проецирующая пл. Q . Натуральную величину сечения строим, используя метод перемены плоскостей проекций, переместив построение в правый свободный угол поля чертежа.

З а д а н и е 2.3. Взаимное пересечение поверхностей.

Дано: две пересекающиеся поверхности θ^1 и θ^2 .

Определить:

- 1) три проекции пересекающихся поверхностей (линию пересечения построить с помощью вспомогательных плоскостей уровня).
- 2) видимость участков пересекающихся поверхностей.

Алгоритм выполнения задания 2.3.

Горизонтальную и фронтальную проекции пересекающихся поверхностей построить согласно варианту задания по указанным основным размерам, а профильную - на основании проекционной связи.

Пример выполнения задания показан на рис. 8.

В данном случае пересекаются две поверхности вращения: сфера и цилиндр. Целесообразно применить фронтальные плоскости уровня Φ .

Цилиндр является проецирующим, поэтому линия пересечения данных поверхностей на пл. Π_1 сольется с очерком цилиндра.

Сечение от плоскостей Φ для цилиндра - прямоугольник, для сферы - окружность.

Точки пересечения окружности и прямоугольника являются искомыми точками, принадлежащими линии пересечения сферы и цилиндра.

К о н т р о л ь н а я р а б о т а № 3

З а д а н и е 3.1. Взаимное пересечение поверхностей.

Дано: две поверхности θ^1 и θ^2 с пересекающимися осями, параллельными одной из плоскостей проекций.

Определить:

- 1) две проекции пересекающихся поверхностей (для построения линии их взаимного пересечения применить метод вспомогательных сфер);
- 2) видимость участков пересекающихся поверхностей.

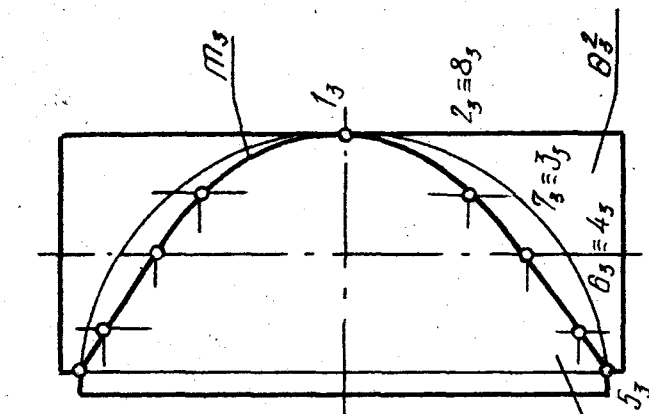
Алгоритм выполнения задания 3.1.

После построения опорных точек построить случайные точки линии пересечения методом вспомогательных концентрических сфер. Для установления пределов применяемых сфер предварительно определить максимальный и минимальный радиусы сфер r_{\max} и r_{\min} .

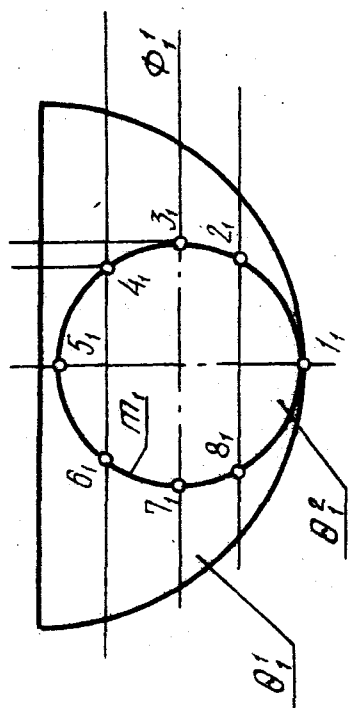
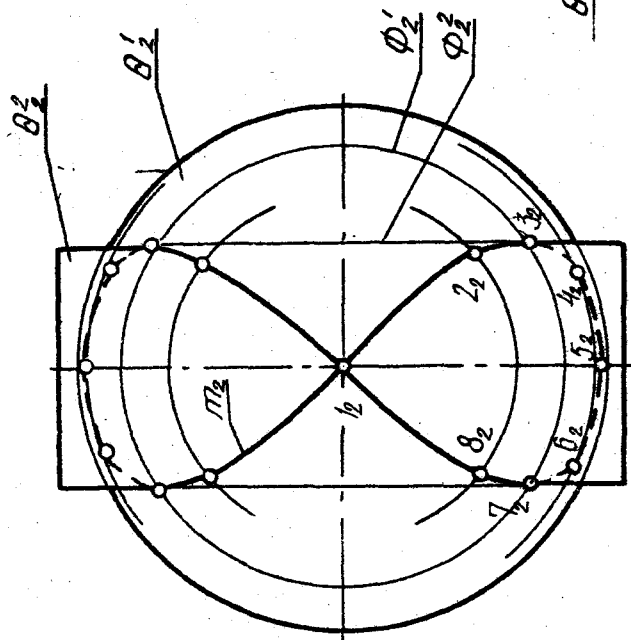
Горизонтальную проекцию линии пересечения построить, используя принадлежность точек одной из поверхностей.

Пример выполнения задания показан на рис. 9.

Представлены две поверхности вращения - конус θ^1 и цилиндр θ^2 .

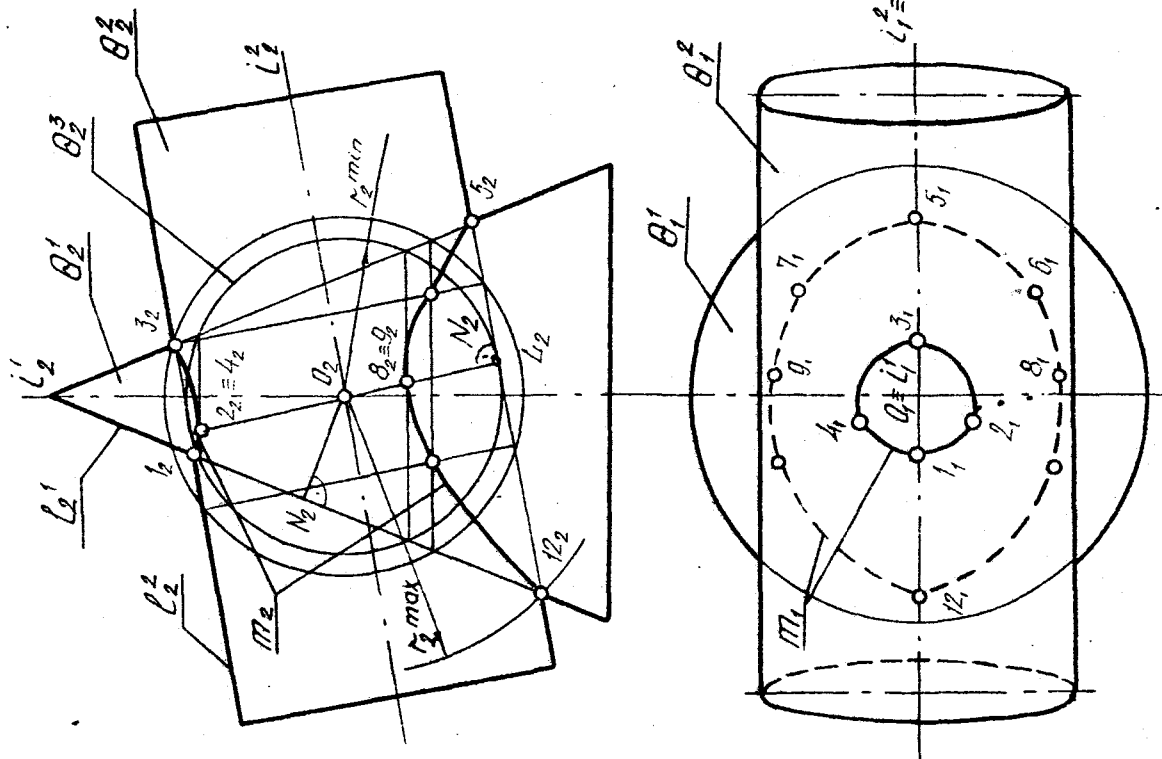


1. θ^1 -сфера
2. θ^2 -цилиндр
3. $\theta^1 \cap \theta^2 = m \quad m = \{1, 2, 3, \dots\}$
4. $\phi^1; \phi^2$ - вспомогательные секущие плоскости
5. $\phi^1 \cap \theta^1 = \theta_1^1; \phi^1 \cap \theta^2 = \theta_2^1$
 $\phi^2 \cap \theta^1 = \theta_1^2; \phi^2 \cap \theta^2 = \theta_2^2$ и т.д.



НИ - 02-20	Лист 3

Рис. 8



1. θ^1 - конус вращения
- θ^2 - цилиндр вращения
2. $\theta^1 \cap \theta^2 = \pi$
 $\pi = \{1, 2, 3, \dots\}$
 $l_2 = (l_2' \cap l_2'')$
 $O = (l_1' \cap l_1'')$
3. $(O_2 N_2) \perp l_2'' = r_{\min}$
 $l_2' \cap l_2'' \Rightarrow O_2 l_2 = r_{\max}$
4. θ^3 - вспомогательные секущие сферы
5. $z_2 = (\theta_2^3 \cap \theta_1^1) \cap (\theta_2^3 \cap \theta_2^2)$ и т.д.

	НГ-03-20	Лист 1

Рис. 9

Оси этих поверхностей пересекаются в т. O , лежат в одной плоскости и параллельны пл. Π_2 . Опорными точками являются $I_2; 3_2; 5_2; I2_2$.

$r_2 \sin$ в данном случае — это l к образующим цилиндра. $r_2 \sin$ означает, что выйти за пределы $I2_2$ линия пересечения не может.

Для определения точек 2, 4, 8, 9 проводим вспомогательную секущую сферу Θ^3 . Конус и цилиндр пересекаются по окружностям l к осям вращения. Горизонтальную проекцию линии пересечения строим, применяя секущие горизонтальные плоскости, учитывая принадлежность точек конической поверхности.

З а д а н и е 3.2. Развертка поверхностей.

Дано: комбинированная поверхность из листового материала.

Определить:

- 1) три проекции поверхности;
- 2) развертку боковых участков поверхности.

Пример выполнения задания приведен на рис. 10.

Алгоритм выполнения задания 3.2.

Профильную проекцию построить на основании проекционной связи. Необходимо учитывать, что поверхность пустотелая и не имеет верхнего и нижнего оснований.

Поскольку поверхности состоят из нескольких элементарных участков, необходимо их выделить и обозначить на чертеже. Так, поверхность, изображенная на рис. 10, состоит из плоского треугольника AKL , двух одинаковых конических поверхностей AKD и ALB , двух одинаковых треугольников KDN и LBM , двух конических поверхностей DNC и BMC и плоского треугольника NCM .

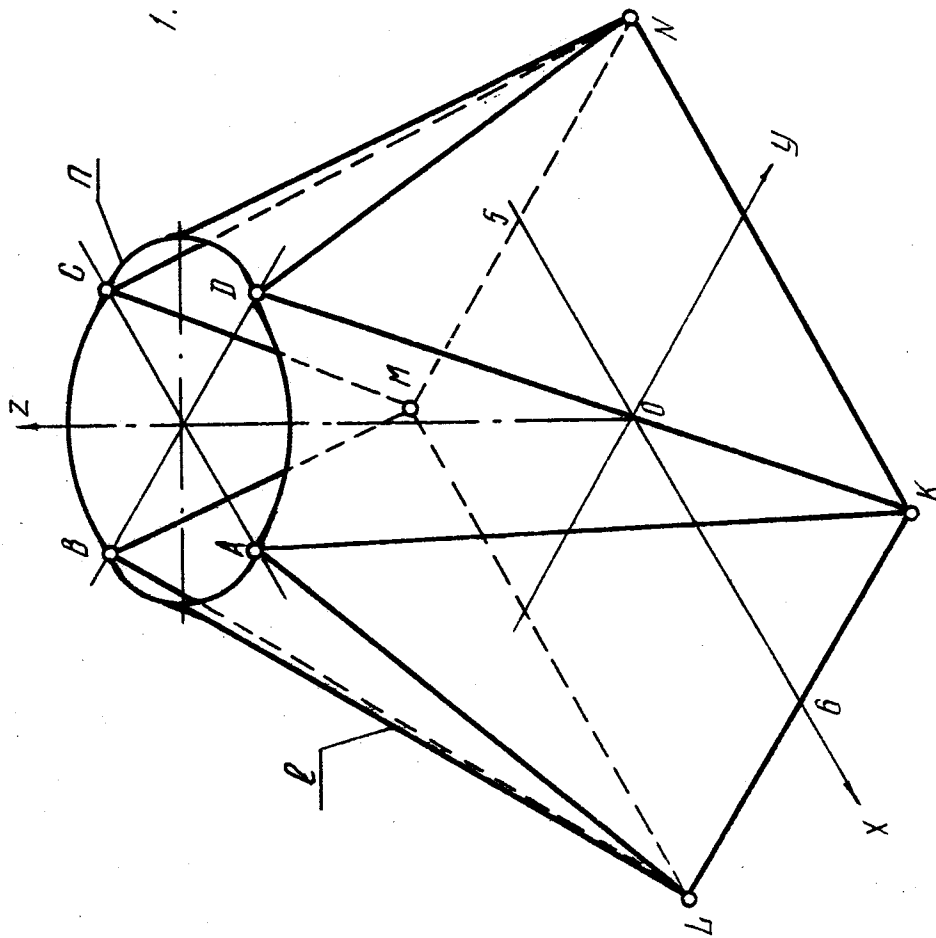
Криволинейные поверхности заменить вписанными многогранными поверхностями $AKD - [A, K, 1; 1, K, 2; 2, K, D]$. После такой замены развертку поверхности можно построить, определяя истинную величину каждой ее грани и совместив грани в одной плоскости. Каждую грань построить, как треугольник по трем сторонам. Величину сторон определить способом вращения.

З а д а н и е 3.3. Аксонометрическая проекция поверхности.

Дано: две проекции комбинированной поверхности из листового материала (задание 3.2).

Определить: прямоугольную аксонометрическую проекцию.

Пример выполнения задания представлен на рис. 11.



1. $x\hat{y} = y\hat{z} = z\hat{x} = 120^\circ$
 $\kappa = \mu = \nu = 1$ (коэфф. искажения)

	НГ-03-20	Лист 3

Рис. II

Алгоритм выполнения задания 3.3.

Для того чтобы построить аксонометрическую проекцию поверхности, необходимо жестко связать ее с системой координат. Поскольку все поверхности задания имеют плоскости симметрии, удобно выбрать направление осей координат так, чтобы они совпадали с линиями пересечения плоскостей симметрии поверхности.

Построение аксонометрической проекции начать с изображения аксонометрической системы координат O_{xyz} , соответствующей выбранному виду проекции. Точки элементов поверхности строить с учетом коэффициентов искажения по осям. Целесообразно вначале построить нижнее основание поверхности $KLMN$, а затем – верхнее $ABCD$.

Аксонометрические проекции окружностей рекомендуется строить по полуосям эллипсов.

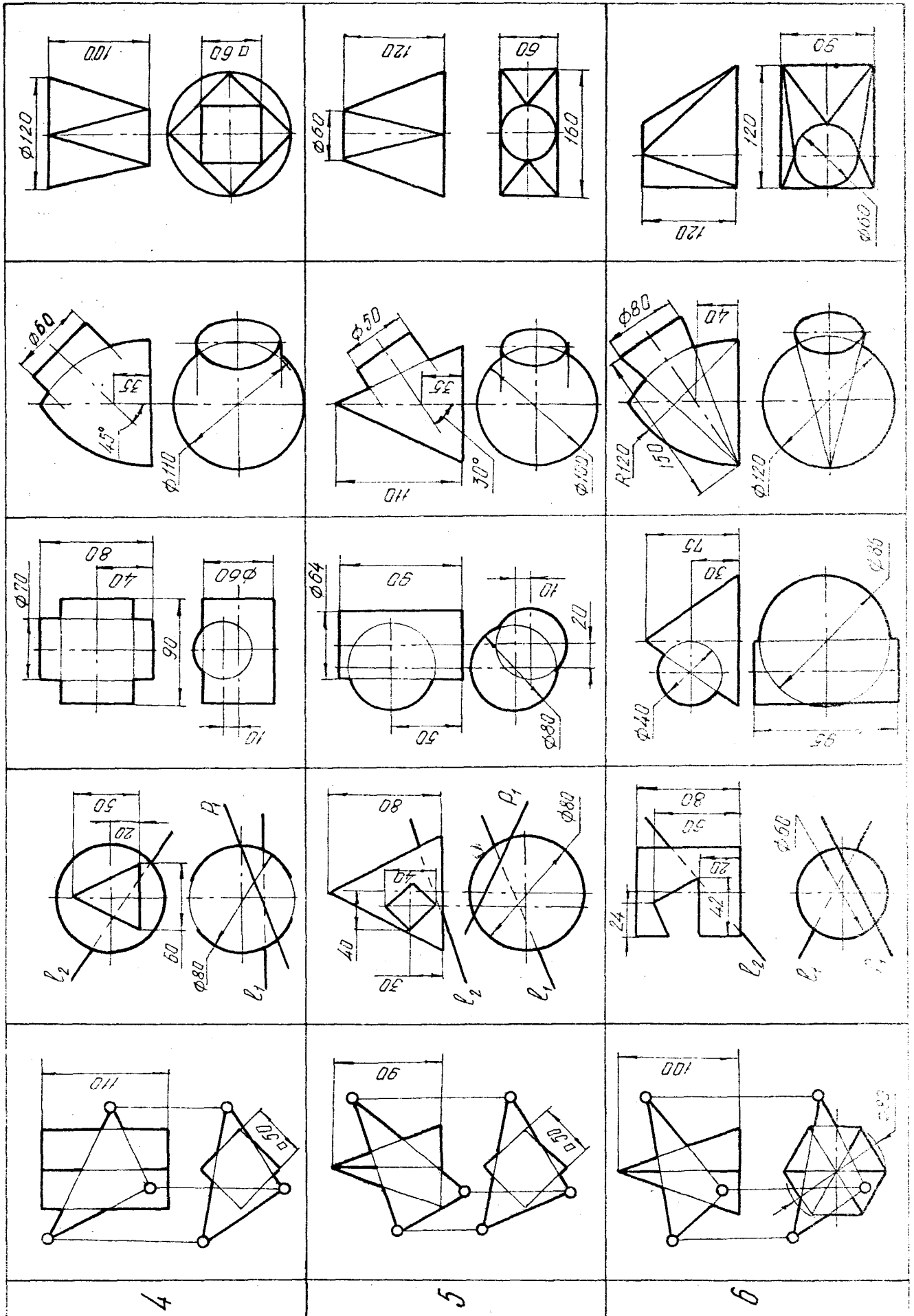
Замена эллипсов овалами на данном чертеже не разрешается.

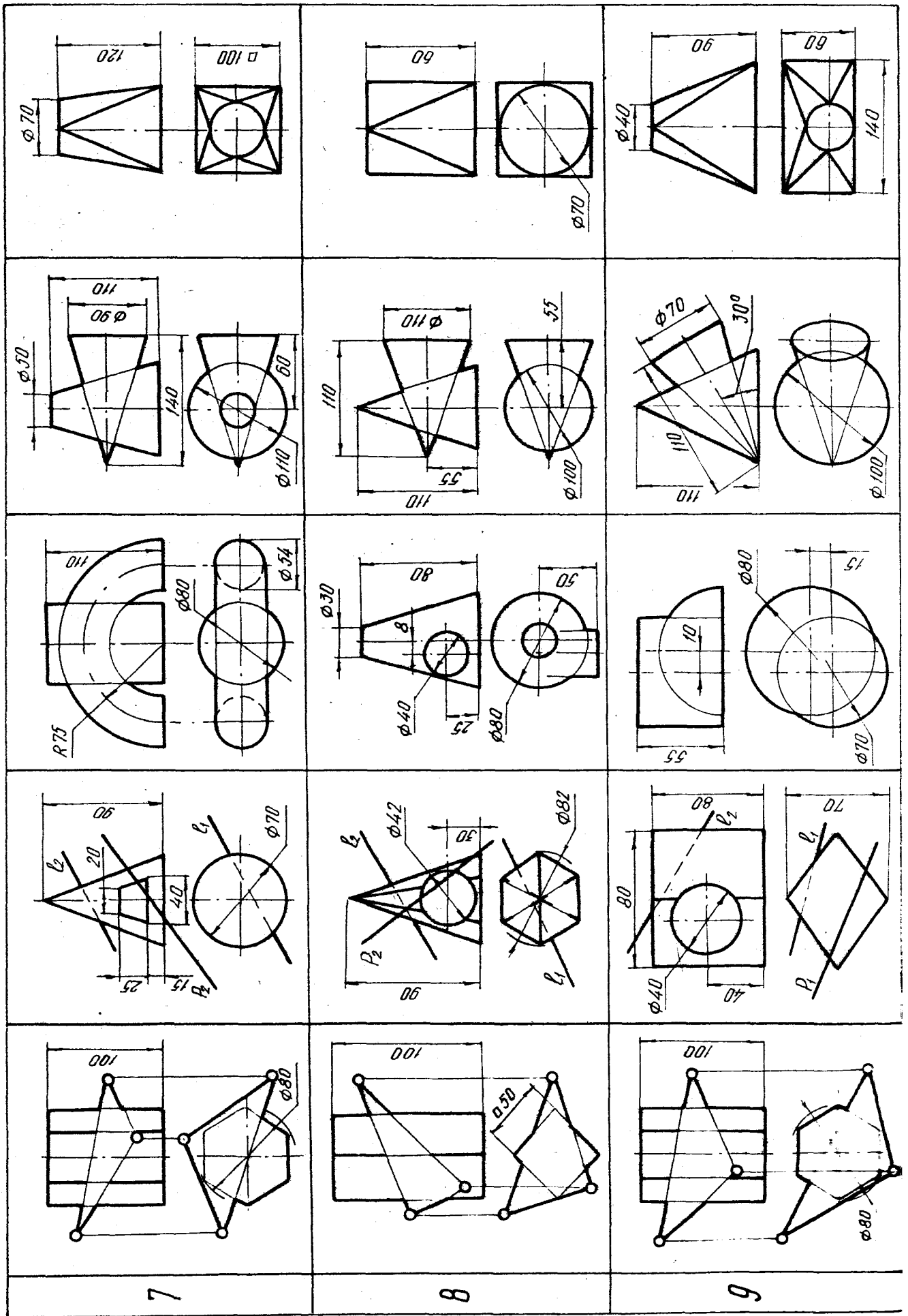
Рекомендуемая литература

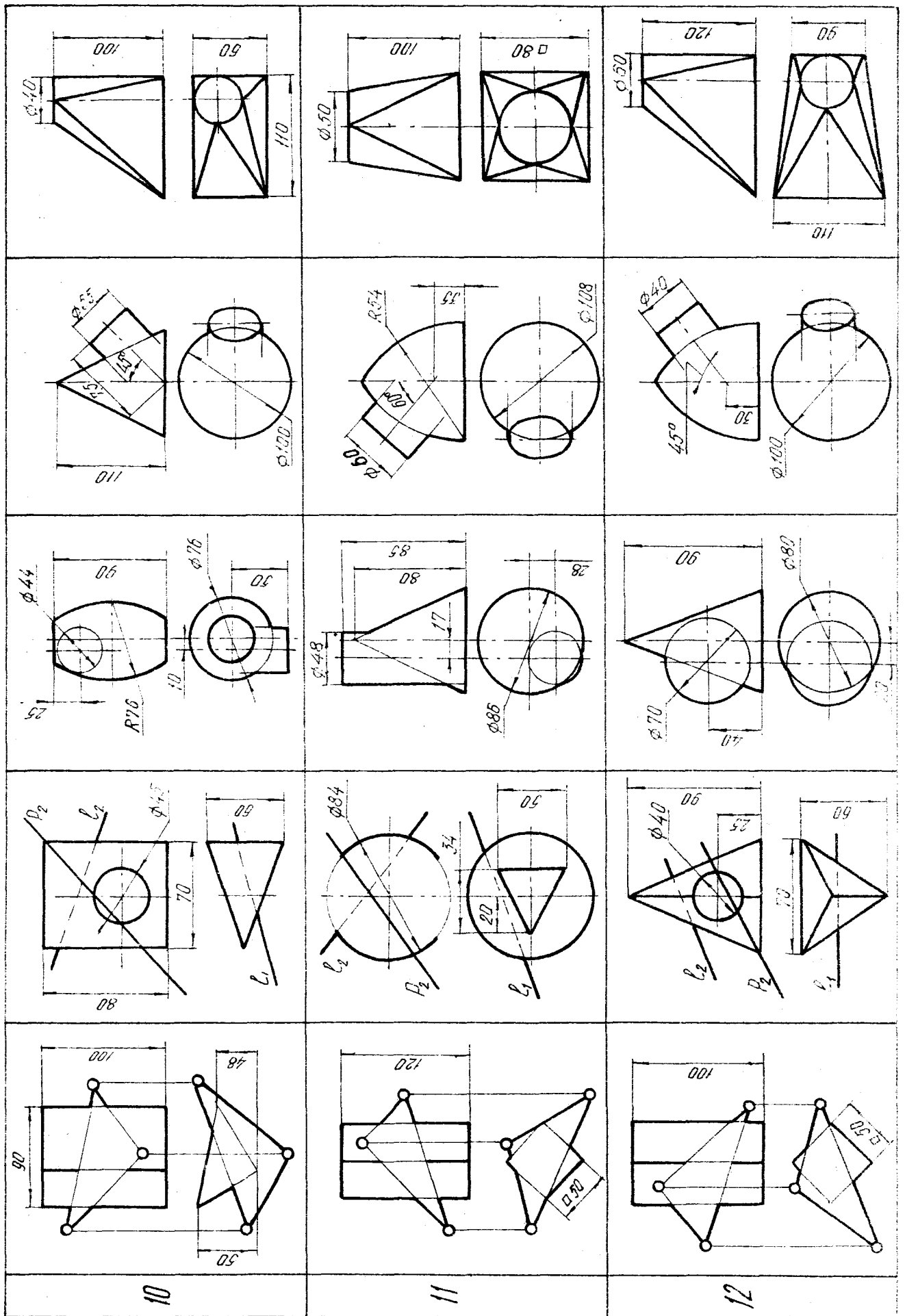
1. Гордон В.О., Семенов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии: Учеб. пособие / Под ред. Ю.Б. Иванова. – 23-е изд., перераб. – М.: Наука, 1988. – 272 с.
2. Бубеников А.В. Начертательная геометрия. – М.: Высшая школа, 1985.
3. Гордон В.О., Иванов Ю.Б., Солицева Т.Е. Сборник задач по курсу начертательной геометрии. – М.: Наука, 1973.

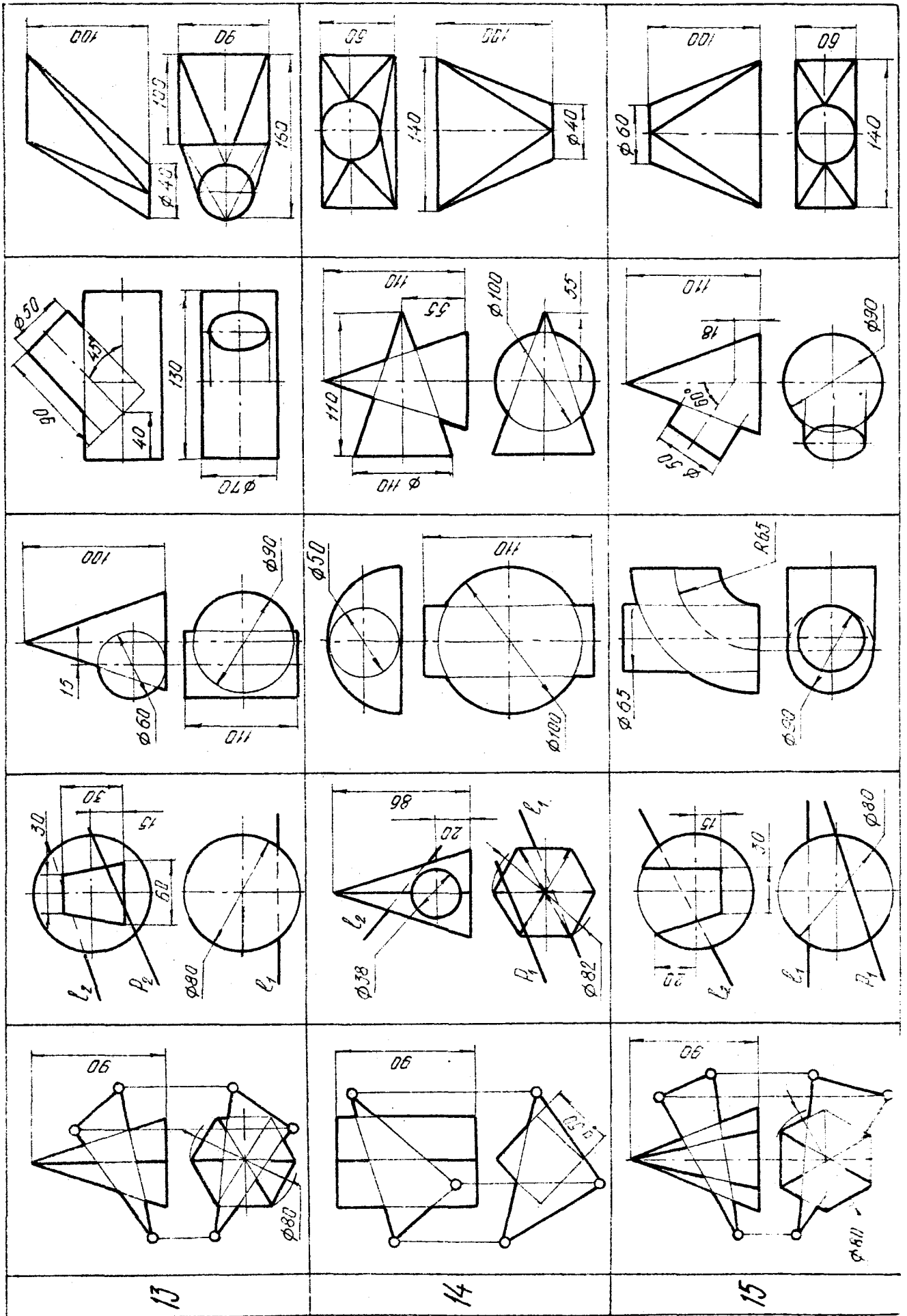
Приложение. Варианты заданий

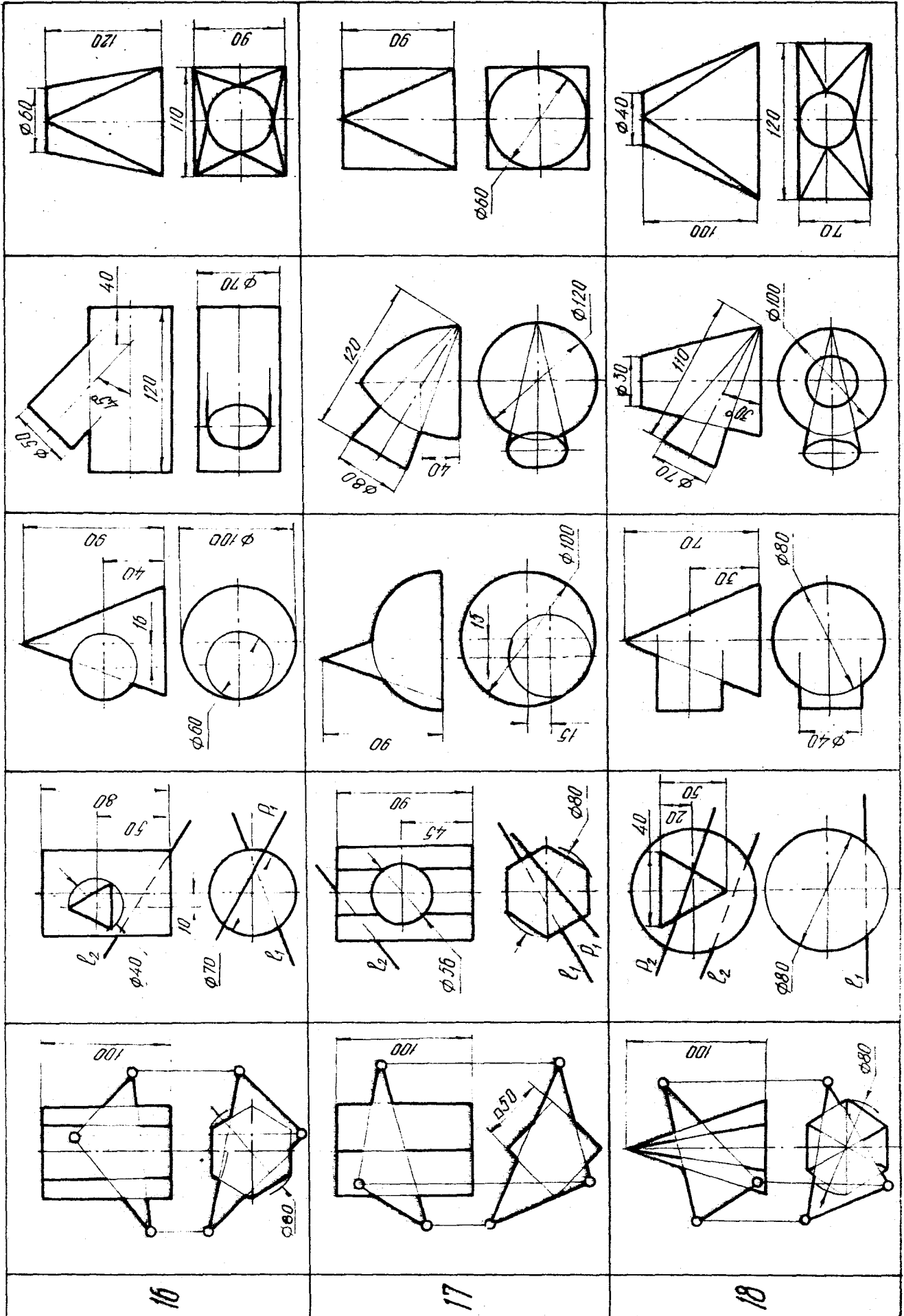
вариант 1	<p>Задание 2.1</p>	<p>2.2.</p>	<p>2.3</p>	<p>3.1</p>	<p>3.2, 3.3</p>
2					
3					

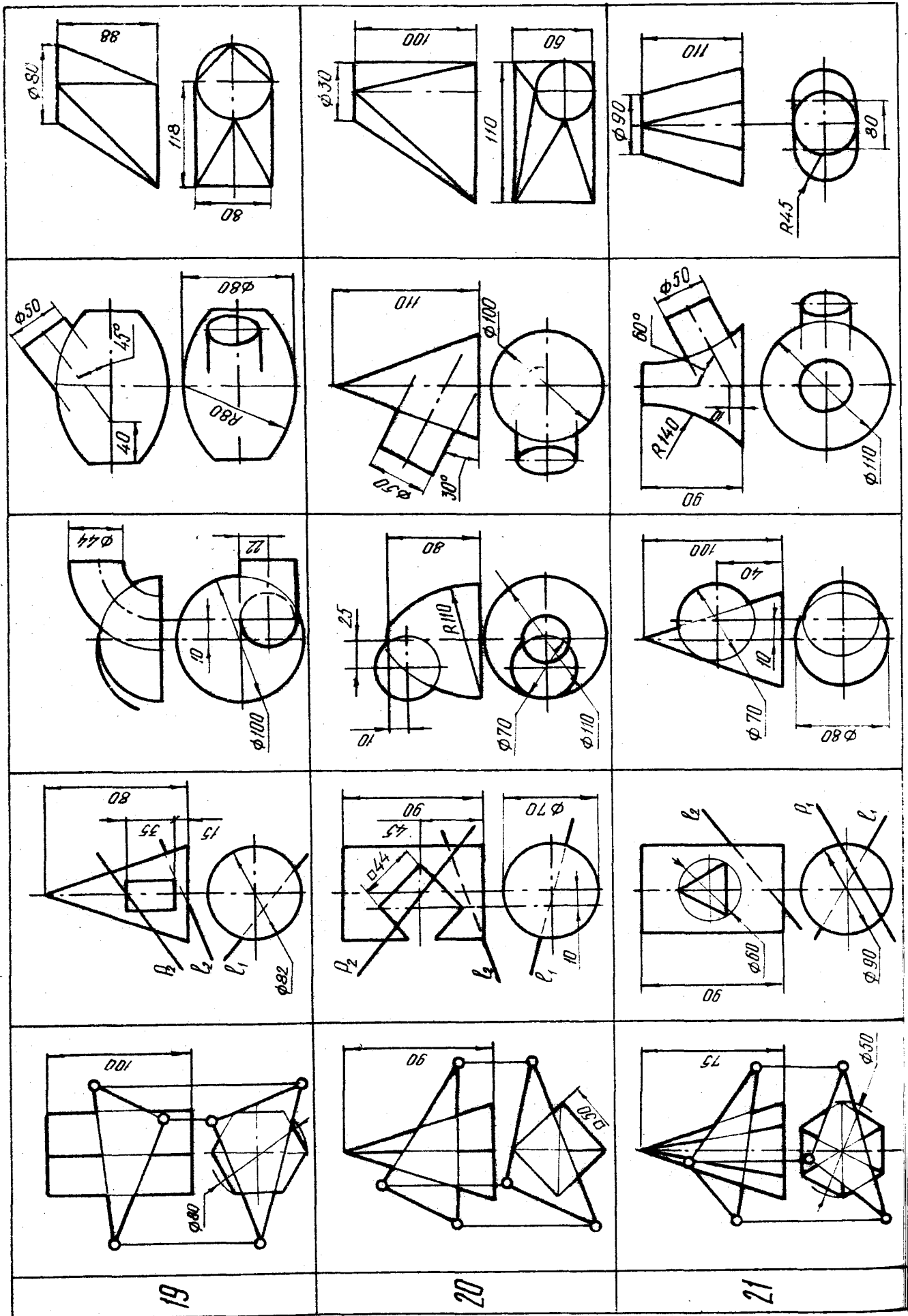


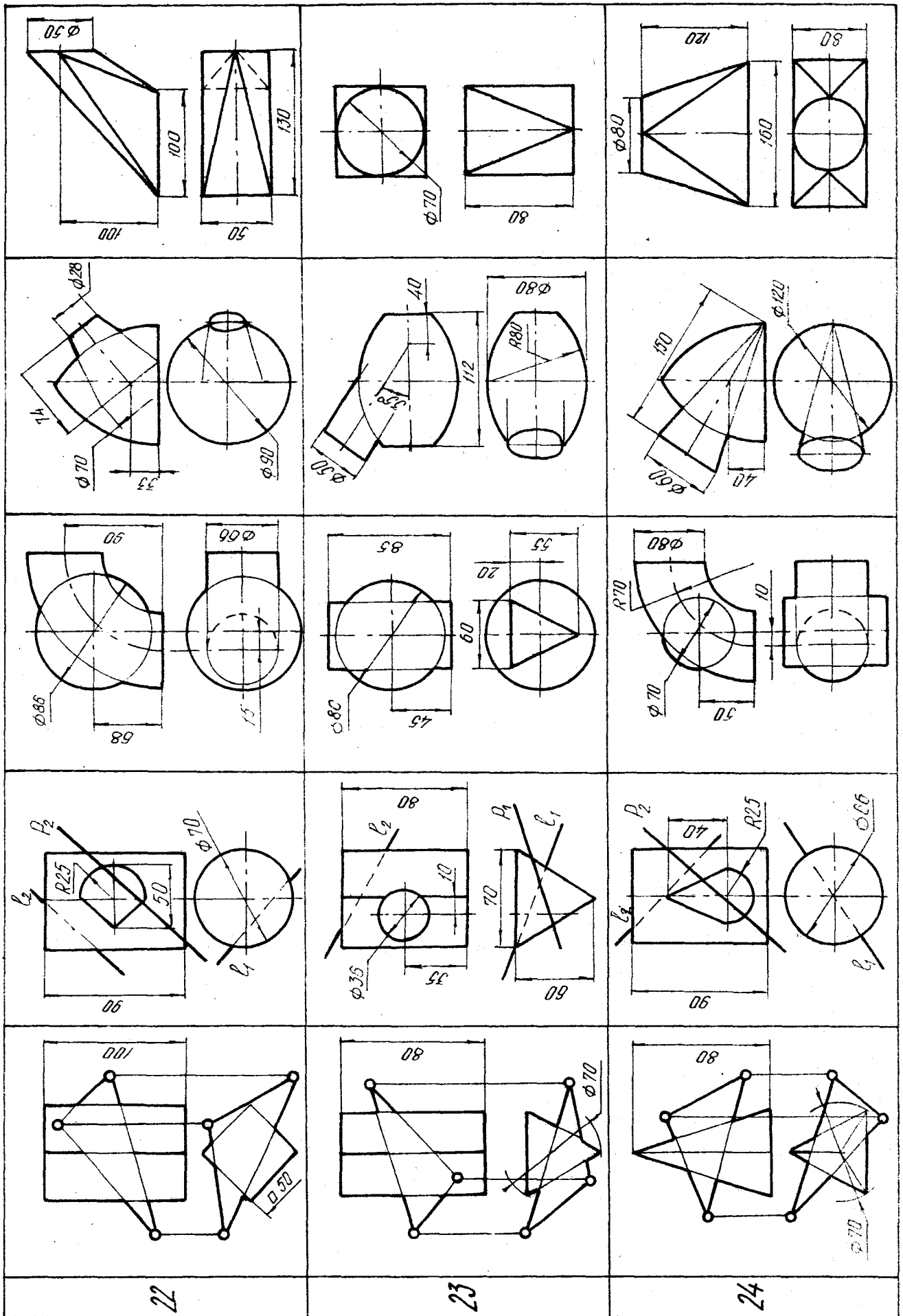












Тадеуш Константинович К о р о л и к
Ирина Ивановна С в и р и д е н о к
Тадеуш Никодимович М а т у л ь

Начертательная геометрия и инженерная графика

Редактор И.И. Э в е н т о в
Технический редактор Ж.Л. Х о р о н е в и ч
Корректор Н.А. Д а ш к е в и ч

Подписано в печать 06.12.89 г.
Формат бумаги 60x84 1/8 . Бумага тип. № 1.
Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 3,69. Тираж 600 экз.
Зак. № 3699. Изд. № 2432. Цена 10 к.

Редакционно-издательский отдел БелНИИЖТа,
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.

Ротапринт типографии БелНИИЖТа,
246022, г. Гомель, ул. Кирова, 34.