

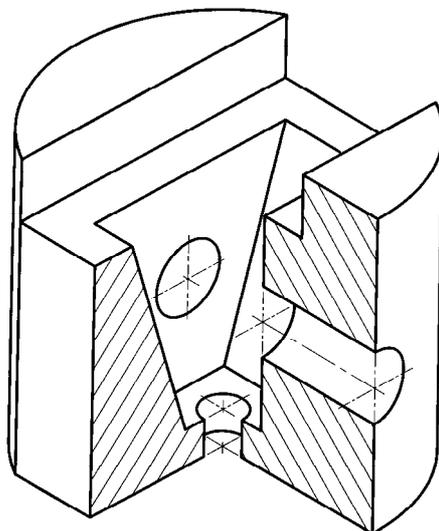
Министерство образования и науки РФ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»

О.А. Маркова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

ЧАСТЬ I

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для студентов-заочников технических специальностей
высших учебных заведений



Нижекамск

2012

УДК 744

М 25

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Нижнекамского химико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

Рецензенты:

Закиров М.А., кандидат технических наук, доцент;
Макусева Т.Г., кандидат педагогических наук, доцент.

Маркова, О. А.

М 25 Инженерная графика. Начертательная геометрия. Часть I : методические указания для студентов-заочников технических специальностей высших учебных заведений / О.А. Маркова. – Нижнекамск : Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2012. - 44 с.

Методические указания содержат необходимый теоретический и практический материал для выполнения контрольной работы по инженерной графике (раздел – начертательная геометрия). Все рекомендации подкреплены конкретными примерами и образцами выполнения заданий.

Предназначены для студентов технического направления, обучающихся в учреждениях высшего профессионального образования по программам бакалавриата.

Подготовлены на кафедре «Техника и физика низких температур» НХТИ ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

УДК 744

© Маркова О.А., 2012

© Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2012

Введение

Инженерная графика представляет собой учебную дисциплину, включающую элементы начертательной геометрии и технического черчения. Первая часть учебного пособия содержит варианты контрольных заданий по начертательной геометрии, рекомендации по их выполнению и примеры оформления заданий.

Предметом начертательной геометрии является изложение и обоснование способов построения изображений геометрических образов на плоскости. Под геометрическими образами понимают точки, линии (прямые и кривые), поверхности, плоскости. Совокупность этих образов дает любую пространственную форму (деталь, конструкцию, сооружение).

Методы начертательной геометрии позволяют определять форму и размеры изображаемых объектов, чертежи при этом обладают точностью, простотой исполнения, наглядностью, обратимостью.

1. Выполнение контрольных работ

Рабочими программами кафедр вузов предусматривается выполнение студентами заочного отделения контрольных работ, обычно на каждую дисциплину по одной работе в семестре. Текущий контроль преподавателя за работой заочника производится именно по этим контрольным работам. Контрольные работы представляются на рецензию (в сброшюрованном виде и оформляются титульным листом) в сроки, указанные в учебном графике, в полном объеме (все эюры и пояснения к ним). Работу вместе с рецензией возвращают студенту и она хранится у него до зачета или экзамена. Замечания преподавателя должны быть приняты обучающимся к исполнению. Если работа не зачтена или зачтена не полностью, то на повторную рецензию надо представить снова всю работу. При сдаче зачета или экзамена студент представляет все задания и рецензии к ним.

Организация выполнения контрольных работ:

1. Изучение теоретического материала по начертательной геометрии по учебным пособиям, конспектам лекций, учебникам.
2. Ознакомление с данным учебным пособием и образцами выполнения эшюров.
3. Задания на контрольные работы представлены в вариантах. *Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в списке группы.*
4. Решение задач на черновиках, после чего следует оформление заданий чертежами.

Требования к выполнению контрольных работ:

1. Графическое оформление контрольных работ должно соответствовать требованиям стандартов ЕСКД.
2. Образец титульного листа выдается деканатом. Выполняют его на чертежной бумаге (ватмане).
3. Формат листов чертежной бумаги для данной контрольной работы обычно принимают А3.
4. В основной надписи чертежей записывается наименование темы - название задания. Шифр (обозначение) учебных чертежей выглядит так: НГ.01.ХХ.00, где НГ - начертательная геометрия; 01 - номер контрольной работы; ХХ (01 ... 30) - номер варианта; 00 - если чертеж не является рабочим чертежом детали.
5. Пояснения к эшюрам выполнять на обычной бумаге в клетку и прикреплять к соответствующему чертежу.

2. Основные правила оформления чертежей

2.1. Форматы. Основная надпись

Форматом чертежа называется размер листа, определяемый размерами внешней рамки. ГОСТ 2.301 – 68 установил следующие основные форматы листов чертежей, их обозначения и размеры (таблица 1).

Основные форматы

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон, мм	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297

Внутри внешней рамки проводят внутреннюю рамку сплошной основной линией. Сверху, справа и снизу расстояние между линиями ограничивающими внутреннюю и внешнюю рамки принимают равными 5 мм. С левой стороны для подшивки чертежей оставляют полосу шириной 20 мм. В правом нижнем углу формата располагают основную надпись; в левом верхнем углу формата чертится дополнительная графа габаритами 70x14, в которой пишется обозначение чертежа (шифр) с поворотом на 180° (рис.1).

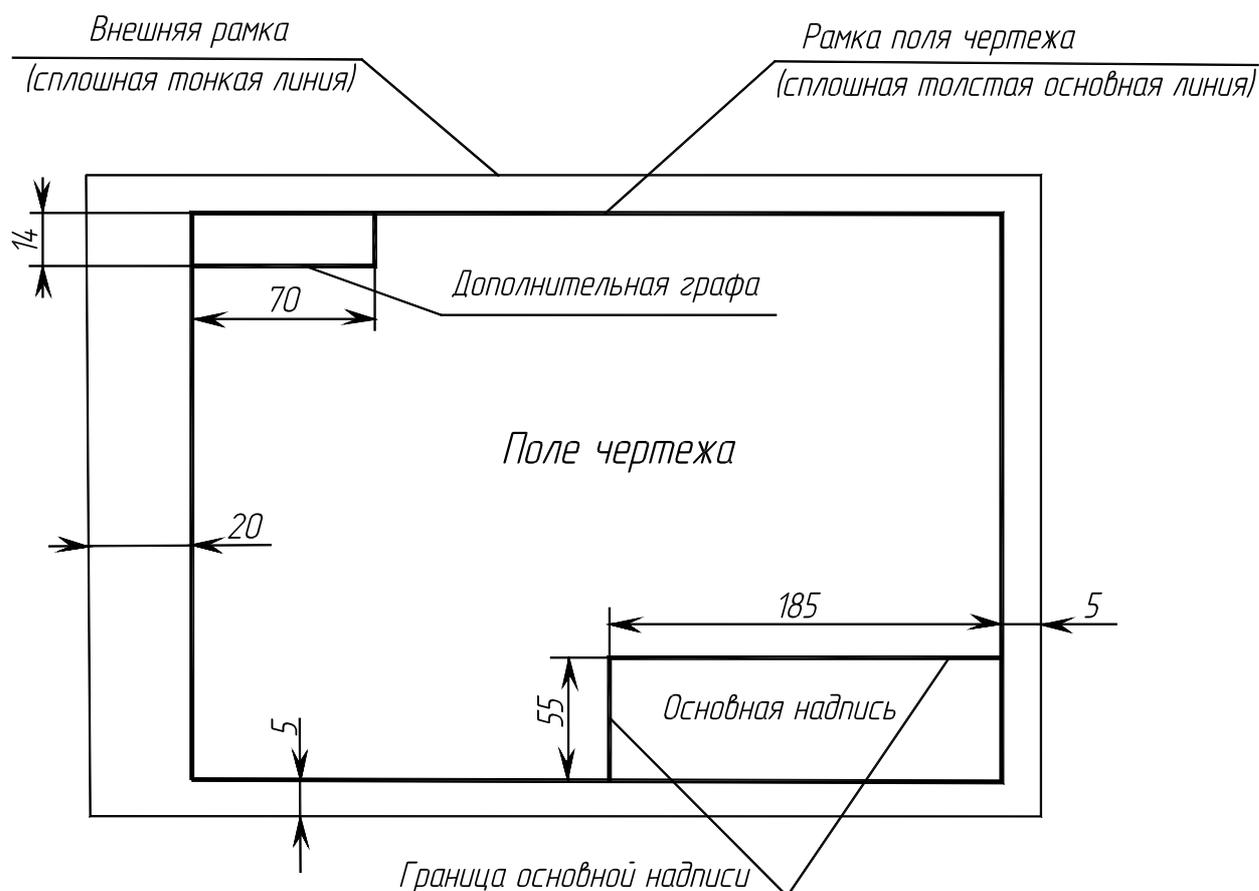


Рис. 1. Оформление листа формата А3

Рекомендуемая основная надпись для листов приведена на рисунке 2.

Содержание ее граф следующее:

- (1) - наименование задания или изделия;
- (2) - обозначение (шифр) чертежа по ГОСТ 2.201-80;
- (3) - обозначение материала детали (заполняется только на чертежах деталей);
- (4) - литера, присвоенная данному документу по ГОСТ 2.103-68 (в нашем случае учебная – У);
- (5) - масса изделия по ГОСТ 2.109-73 (в чертежах по начертательной геометрии графа не заполняется);
- (6) - масштаб по ГОСТ 2.302-68;
- (7) - порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, не заполняется);
- (8) - число листов документа одного задания (заполняется только на первом листе);
- (9) - наименование или различительный индекс предприятия (изготовителя), выпускающего документ (чертеж);
- (10) - характер работы, выполняемой лицом, подписавшим документ (на учебных чертежах порядок заполнения строк следующий: «Разработал», «Проверил», «Утвердил»);
- (11) - фамилии лиц, подписавших документ;
- (12) - подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11;
- (13) - дата подписания документа.

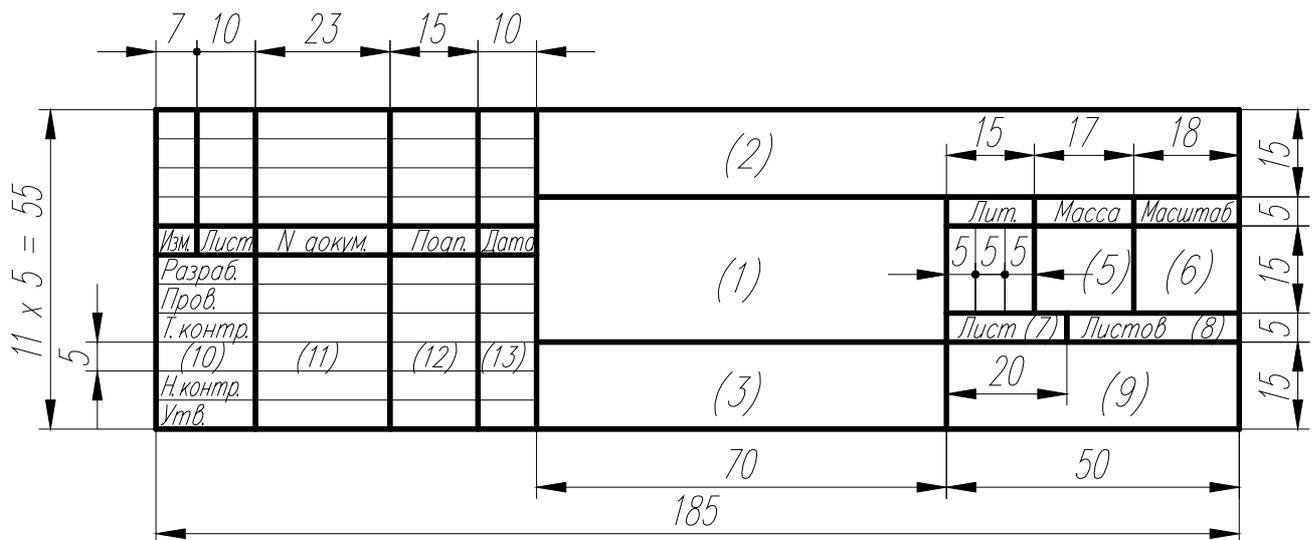


Рис. 2. Форма 1 - основная надпись, выполняемая на первом листе чертежей и схем

2.2. Масштаб чертежа

Масштабом чертежа называется отношение линейных размеров изображения изделия к его действительным размерам. Масштабы установлены ГОСТ 2.302-68 и должны выбираться из соответствующего ряда (таблица 2). Независимо от выбранного масштаба размерные числа на чертеже должны соответствовать натуральным размерам изделия. Масштаб, указанный в предназначенной для этого графе основной надписи чертежа, должен обозначаться по типу 1:1; 1:2; 2:1 и т.д. (рис. 2), а в остальных случаях (на поле чертежа) - (1:1); (1:2) и т.д.

Таблица 2.

Группы масштабов

Масштабы уменьшения	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральная величина	1:1
Масштабы увеличения	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

2.3. Линии чертежа по ГОСТ 2.303 – 68

Контрольную работу выполняют карандашом с применением чертежных инструментов. Но в работах по начертательной геометрии приветствуется обводка результатов выполненных построений цветными гелевыми ручками.

По правилам выполнения и оформления графических документов на одном чертеже за исходную принимают сплошную толстую основную линию. Толщину остальных линий чертежа устанавливают в зависимости от выбора толщины этой основной линии. Толщина линий каждого типа должна быть одинакова для всех изображений одного масштаба на данном чертеже.

Названия, изображения и толщина линий, используемых при выполнении графических построений (чертежей) приведены в таблице 3.

Линии чертежа

Наименование	Начертание	Толщина линии
Сплошная толстая основная		S (0,5 ... 1,4) мм
Сплошная тонкая		от S/3 до S/2
Сплошная волнистая		от S/3 до S/2
Штриховая		от S/3 до S/2
Штрихпунктирная тонкая		от S/3 до S/2
Штрихпунктирная утолщенная		от S/2 до 2/3 S
Разомкнутая		от S до 1,5S
Сплошная тонкая с изломами		от S/3 до S/2
Штрихпунктирная тонкая с двумя точками		от S/3 до S/2

Толщину основной линии рекомендуется выдерживать 0,8...1 мм.

2.4. Шрифты по ГОСТ 2.304 – 81

На всех конструкторских документах надписи, т.е. буквы и цифры, выполняют стандартным чертежным шрифтом. Существуют русский, латинский и греческий алфавиты, а также арабские и римские цифры и знаки.

Стандартом установлены 2 типа шрифтов: тип А и тип Б, каждый из которых можно выполнить без наклона или с наклоном 75 градусов к основанию строки. Основным параметром шрифта является его размер h - высота прописных букв в миллиметрах, измеренная по перпендикуляру к основанию строки. Высота h определяет размер шрифта. Он может быть равен 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40 мм. Рекомендуемые размеры шрифта 3,5; 5; 7; 10.

Написание букв и цифр и основные параметры шрифта типа А с наклоном около 75° ($d = \frac{1}{14}h$) приведены на рисунке 3 и в таблице 4.



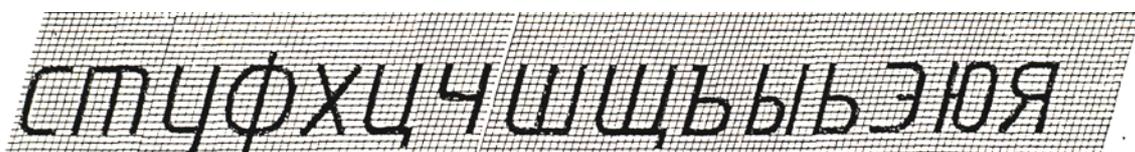
А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р



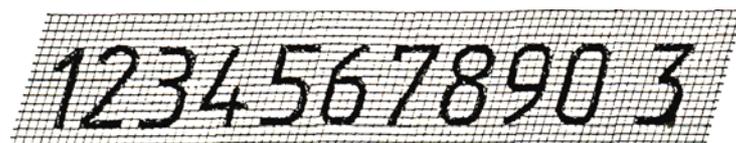
С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я



а б в г д е ж з и й к л м н о п р



с т у ф х ц ч ш щ ъ ы ь э ю я



1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 3

Рис. 3. Написание букв и цифр русского алфавита
типа А ($d = h/14$)

Таблица 4.

Параметры шрифты типа А с наклоном около 75° ($d = \frac{1}{14}h$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размер, мм						
				2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Высота прописных букв	h	$(\frac{14}{14})h$	14d	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Высота строчных букв	c	$(\frac{10}{14})h$	10d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Расстояние между буквами	a	$(\frac{2}{14})h$	2d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8
Минимальный шаг строк	b	$(\frac{22}{14})h$	22d	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0
Минимальное расстояние между словами	e	$(\frac{6}{14})h$	6d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4
Толщина линий шрифта	d	$(\frac{1}{14})h$	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4

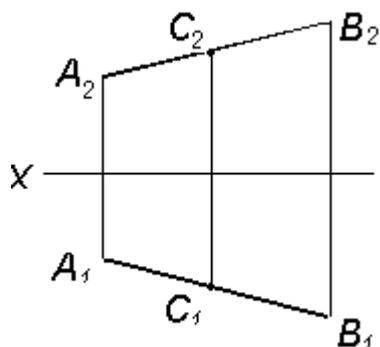
3. Контрольная работа по начертательной геометрии

3.1. Теоретические положения к выполнению эюра 1

Целью задания является закрепление знаний студентов по темам о взаимном расположении и принадлежности точек, прямых и плоскостей в пространстве.

Некоторые положения:

1).



Точка принадлежит прямой, если их одноименные проекции совпадают (рис. 4).

Точка С принадлежит отрезку АВ, так как проекция C_2 принадлежит фронтальной проекции отрезка, а проекция C_1 - горизонтальной проекции отрезка.

Рис. 4

2). Для определения видимости объектов относительно плоскостей проекции используют *конкурирующие точки*. Рассмотрим видимость на примерах комплексных чертежей скрещивающихся прямых a и b . Из рисунка 5 следует, что относительно плоскости Π_1 при взгляде сверху по указанной стрелке проекция C_2 выше проекции D_2 . Следовательно, точка C , принадлежащая прямой a , будет видима, а точка D , принадлежащая прямой b , будет не видима. Из двух конкурирующих точек M и N , принадлежащих скрещивающимся прямым a и b (рис. 6), относительной плоскости Π_2 , видимой будет точка M , так как проекция M_1 расположена ближе к наблюдателю, что видно при взгляде по стрелке, а точка N будет не видима.

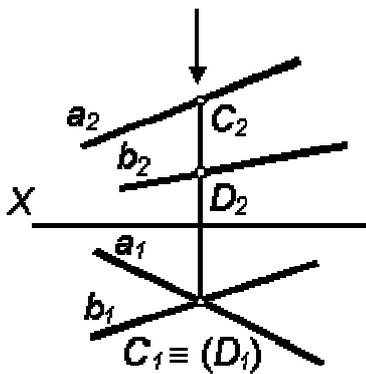


Рис. 5

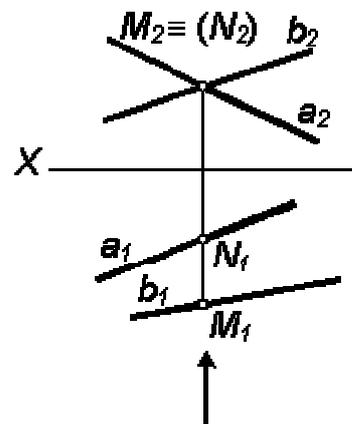


Рис. 6

3).

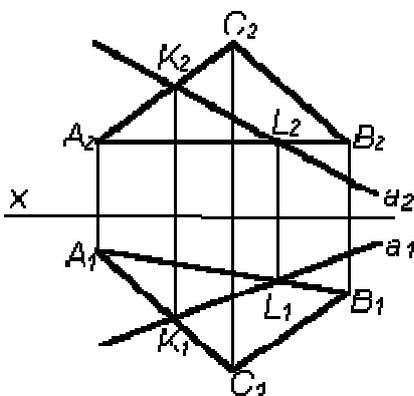
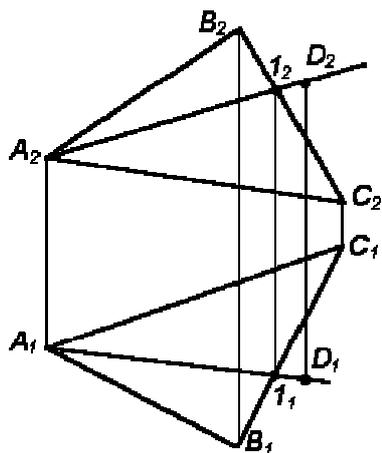


Рис. 7

Прямая принадлежит плоскости, если она проходит через две точки плоскости (рис. 7).

4).



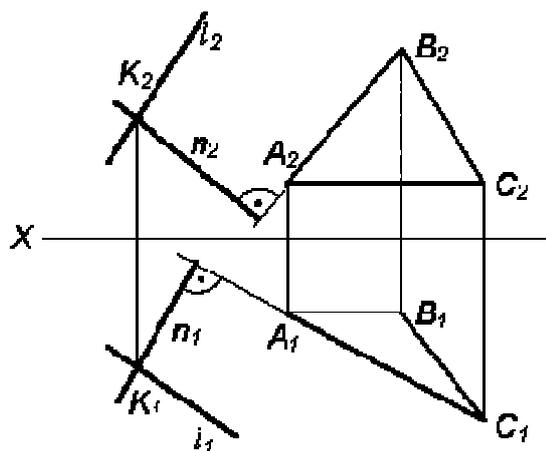
Точка принадлежит плоскости, если она принадлежит какой-либо прямой, лежащей в этой плоскости (рис. 8).

Рис. 8

5).

Перпендикулярные плоскости (рис. 9):

$$P(l \cap n) \perp Q(\Delta ABC).$$



Стороны плоскости Q (ΔABC) являются прямыми уровня: AB ($A_1B_1; A_2B_2$) - фронталь, AC ($A_1C_1; A_2C_2$) - горизонталь.

Прямую $n \perp Q$, так как $n_1 \perp A_1C_1$ и $n_2 \perp A_2B_2$.

Рис. 9

3.2. Задание на выполнение эюра 1

Эюр 1: Построение плоскости, перпендикулярной плоскости треугольника ABC . Условие задания в том, что плоскость должна проходить через точку B и быть перпендикулярной стороне AC заданной плоскости. Необходимо:

1. По заданным координатам (таблица 5) построить проекции треугольника ABC.
2. Через точку В задать плоскость, перпендикулярную стороне AC.
3. Построить линию пересечения плоскости треугольника с перпендикулярной плоскостью.
4. Определить видимость. Пример выполнения эюра на рисунке 10.

3.3. Рекомендации к выполнению эюра 1

Плоскости перпендикулярны, если одна плоскость проходит через перпендикуляр другой плоскости. Значит, чтобы построить плоскость, перпендикулярную другой плоскости, надо провести её через перпендикуляр к этой плоскости. Кроме того, в нашем случае перпендикуляр должен проходить через точку В.

Искомую плоскость, перпендикулярную к AC, целесообразно задать главными линиями плоскости – горизонталью h и фронталью f , перпендикулярных к AC. Секторы плоскости на Π_2 и Π_1 ограничить волнистой линией. Точка В – общая для обеих плоскостей. Другую точку, принадлежащую обеим плоскостям, определить с помощью вспомогательной плоскости уровня Q (Q_2) $\parallel \Pi_1$, которая пересекает обе плоскости по горизонталям h' и h'' . На пересечении этих горизонталей находится вторая точка - точка М. ВМ - линия пересечения двух плоскостей. Видимость определить методом конкурирующих точек, которые должны принадлежать AC и h , AC и f .

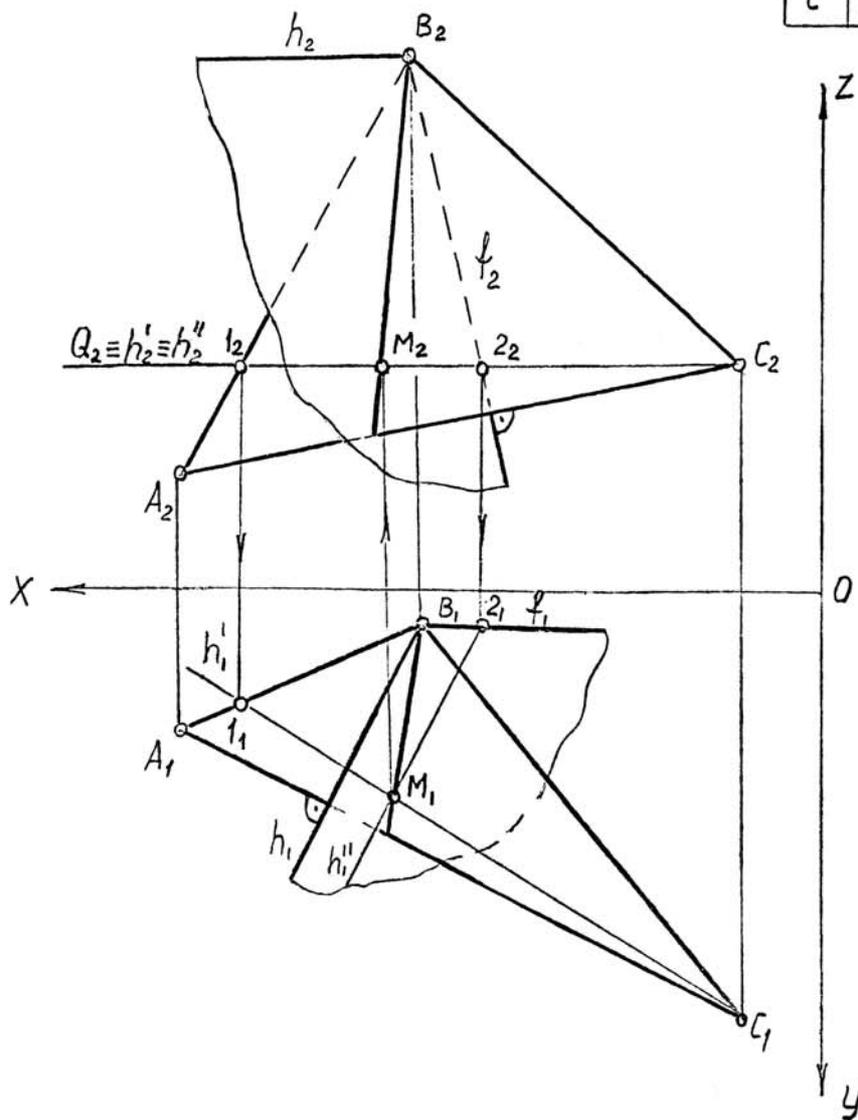
При обводке чертежа соблюдать следующие цвета: то, что дано по условию выполнить черным цветом, вспомогательные построения - синим или зеленым цветом, искомые величины (ответ) - красным цветом. Все линии построения и обозначения на чертеже сохранить.

Формат чертежа А3. Масштаб выполнения эюра - 2:1.

ИГ. 01. XX. 00

Рис. 10

	X	Y	Z
A	90	20	16
B	66	5	75
C	11	60	30



				ИГ. 01. XX. 00			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разр.					у		
Проб					лист	листов	
Т.кан.					НХТИ гр.		
Н.ком							
Учтв							

Задание к эссе 1

Номер варианта	А			В			С		
	х	у	z	х	у	z	х	у	z
1	5	50	10	45	5	25	70	20	0
2	70	0	20	45	30	5	5	10	50
3	75	0	18	55	30	50	5	15	10
4	0	25	5	45	55	15	60	10	60
5	65	20	0	10	0	10	0	60	50
6	80	10	45	45	70	10	0	40	45
7	60	20	65	45	60	10	5	20	10
8	5	10	25	35	35	60	60	5	30
9	0	10	50	40	20	5	65	0	20
10	75	50	25	35	0	10	10	20	45
11	75	30	10	20	20	10	0	70	30
12	10	20	35	45	35	70	70	15	40
13	0	20	10	45	60	30	60	30	65
14	75	0	25	30	50	15	10	20	50
15	70	30	75	55	70	20	15	50	30
16	70	20	73	55	75	35	10	30	20
17	60	10	35	40	60	25	20	30	70
18	80	20	30	55	80	0	0	50	55
19	70	20	60	60	65	25	10	35	15
20	70	0	30	50	55	15	0	20	60
21	0	10	25	10	70	65	60	35	55
22	80	55	20	40	0	5	15	25	45
23	10	55	15	50	10	35	70	25	5
24	0	60	60	10	20	0	35	70	5
25	20	20	30	65	20	10	90	70	30
26	45	50	10	20	50	55	0	20	20
27	0	20	70	30	45	0	70	35	65
28	0	45	10	40	0	55	65	15	0
29	0	25	10	50	30	50	60	55	0
30	0	25	0	35	55	65	65	45	10

3.4. Теоретические положения к выполнению эюра 2

Целью данного задания является решение метрических задач способом замены плоскостей. Некоторые положения:

1). Сущность способа замены (перемены) плоскостей проекций заключается в следующем: положения точек, линий, плоскостей, поверхностей в пространстве не изменяются, а привычная система $\Pi_1\Pi_2$ дополняется плоскостями, образующими с Π_1 или Π_2 (или между собой) новые системы плоскостей проекций. Дополнительные плоскости проекций вводятся таким образом, чтобы на них интересующие объекты изображались в наиболее удобном для конкретной задачи положении.

2). На эюре (рис. 11) задана прямая общего положения l (AB). Для того чтобы эта прямая в новой системе плоскостей проекций заняла положение прямой уровня, необходимо на чертеже новую ось проекций провести параллельно одной из проекций прямой. Дополнительная плоскость Π_4 проведена перпендикулярно Π_1 , причем $\Pi_4 \parallel l$. Новые линии связи A_1A_4 и B_1B_4 проведены перпендикулярно новой оси - Π_1/Π_4 , параллельной горизонтальной проекции прямой l_1 .

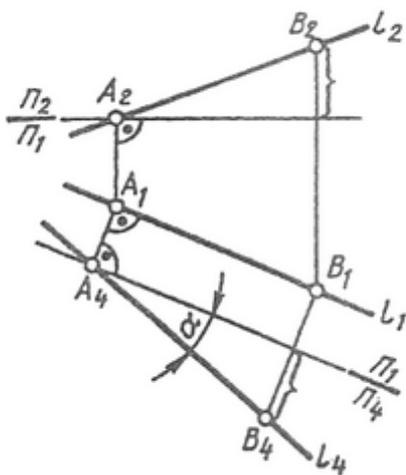


Рис. 11

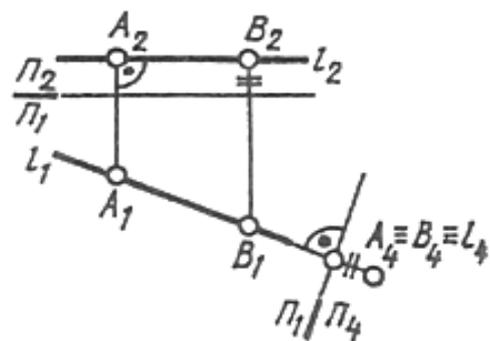


Рис. 12

3). Допустим, необходимо преобразовать чертеж прямой уровня так, чтобы относительно новой плоскости проекций она заняла проецирующее положение. На дополнительной плоскости проекций изображение прямой станет точкой и эту плоскость проекций нужно расположить перпендикулярно данной прямой уровня. На эюре (рис. 12) прямая l (AB) занимает положение горизонтали. Дополнительная плоскость Π_4 выбрана перпендикулярно плоскости проекций Π_1 , и новая ось Π_1/Π_4 проведена перпендикулярно к горизонтальной проекции прямой l_1 .

4). Необходимо преобразовать чертеж плоскости общего положения так, чтобы относительно новой плоскости проекций она заняла проецирующее положение. Новую плоскость проекций нужно расположить перпендикулярно данной плоскости общего положения и перпендикулярно одной из основных плоскостей проекций (рис. 13). Если какая-либо плоскость перпендикулярна плоскости проекции она спроецируется на нее в прямую линию. В плоскости, заданной треугольником ABC, построена горизонталь h (A, 1), и новая плоскость проекций Π_4 расположена перпендикулярно плоскости проекций Π_1 и горизонтали h . Горизонтальная проекция треугольника «вырождается» в прямую на дополнительной плоскости Π_4 .

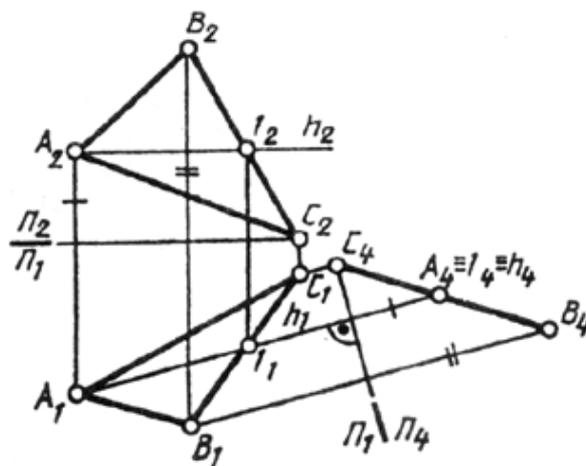


Рис. 13

3.5. Задание к выполнению эюра 2

Эпюр 2: *Определение истинных величин элементов пирамиды SABC:* основания ABC, высоты SK, двугранного угла при ребре AB.

Координаты точек S, A, B и C даны в таблице 6. Пример выполнения эюра 2 показан на рисунке 14. Необходимо изучить теоретический материал по лекциям, пособиям, учебникам.

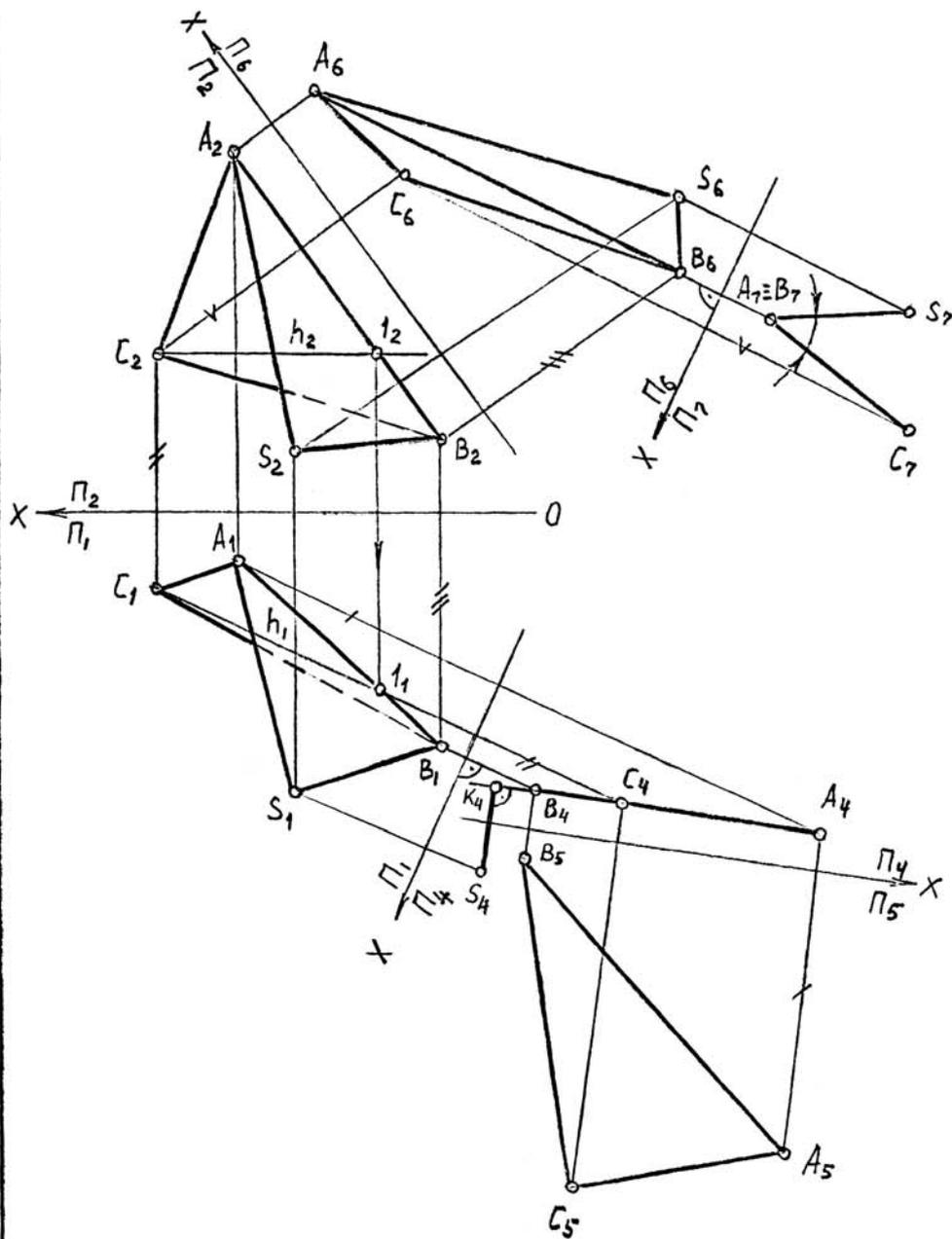
3.6. Рекомендации к выполнению эюра 2

Для определения истинных величин геометрических элементов пирамиды располагают эти элементы параллельно какой-либо плоскости проекций с помощью способа замены плоскостей проекций. Вводить новые плоскости проекций надо так, чтобы на чертеже не было наложения проекций (рис.14).

При решении каждой конкретной задачи необходимо изображать только те элементы, которые указаны в условии задачи. Чтобы определить натуральную величину основания ABC, необходимо с помощью горизонтали h и дополнительной плоскости Π_4 преобразовать плоскость ABC в проецирующую плоскость (ось $\frac{\Pi_1}{\Pi_4} \perp h_1$). Затем, вводя новую плоскость Π_5 ,

(ось $\frac{\Pi_4}{\Pi_5} // A_4B_4C_4$), преобразуем плоскость ABC в плоскость уровня – это натуральная величина основания пирамиды. На плоскости Π_4 определяем высоту пирамиды (S_4K_4), опустив перпендикуляр из точки S_4 на $A_4B_4C_4$ (или на продолжение). Для определения двугранного угла при ребре AB необходимо выполнить два преобразования: ось $\frac{\Pi_6}{\Pi_2} // A_2B_2$; ось $\frac{\Pi_6}{\Pi_7} \perp A_6B_6$, тогда на новой плоскости Π_7 прямая AB спроецируется в точку и угол при ребре AB отобразится в натуральную величину.

Формат чертежа А3. Масштаб выполнения эюра - 1:1.



				ИГ.02.XX.00				
Изм.	Л.	Исх.	Пов.	Д.	Задачи метрические	Лит	Масштаб	Масштаб
Разр.						у		
Пров.						Лист	Листов	
Т.конт.						НХТИ гр.		
Н.конт.								
Утв.								

Задание к эссе 2

Номер варианта	S			A			B			C		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	70	72	5	10	55	20	55	10	65	80	25	10
2	45	70	25	75	10	30	20	20	0	10	60	70
3	65	20	40	10	35	20	45	70	45	70	40	15
4	20	0	25	90	30	20	55	10	70	75	30	10
5	80	75	65	0	60	20	50	15	65	75	30	10
6	30	60	55	20	30	20	55	50	15	70	0	50
7	80	60	15	85	25	60	45	10	0	20	55	25
8	70	55	65	75	25	0	40	25	40	20	60	30
9	75	20	25	0	20	30	55	15	55	65	60	20
10	75	35	35	60	55	20	40	20	50	5	20	30
11	60	30	30	5	0	25	45	15	55	50	50	5
12	65	65	40	5	45	10	45	5	55	70	15	0
13	55	0	30	65	15	0	30	40	45	5	20	25
14	65	45	55	0	20	40	35	45	0	55	10	10
15	60	35	0	70	0	10	30	30	50	10	5	20
16	55	40	55	5	10	45	35	45	0	65	0	5
17	75	25	45	60	65	20	45	10	60	5	10	20
18	10	0	15	80	20	10	45	0	70	0	45	45
19	60	45	55	75	25	0	30	15	50	10	50	20
20	35	60	20	65	0	20	10	10	0	0	50	60
21	75	20	50	0	10	20	45	20	60	60	65	30
22	55	10	40	5	25	10	35	60	35	60	30	5
23	70	50	5	75	15	50	35	0	10	10	45	20
24	65	0	40	75	20	0	55	50	30	5	10	15
25	60	10	40	0	5	25	45	15	55	60	60	10
26	70	65	55	0	50	10	40	5	45	65	20	0
27	20	50	45	10	20	10	55	50	25	80	0	60
28	70	45	0	80	0	20	60	30	50	10	15	10
29	10	45	50	20	10	20	55	10	30	80	60	0
30	65	50	65	5	10	45	45	55	5	70	0	15

3.7. Теоретические положения к выполнению эюра 3

Целью задания является отработка умения строить сечения поверхности проецирующей плоскостью, так как многие детали приборов имеют отдельные участки поверхности, представляющие собой плоские фигуры сечений, которые необходимо выполнять по правилам начертательной геометрии. Некоторые теоретические положения:

1). *Точка принадлежит поверхности, если она принадлежит какой-нибудь линии этой поверхности. Линия принадлежит поверхности, если все ее точки принадлежат поверхности.* Следовательно, если точка принадлежит поверхности, то ее проекции принадлежат одноименным проекциям некоторой линии этой поверхности. Для построения точек, лежащих на поверхностях, пользуются графически простыми линиями (прямыми или окружностями) этой поверхности.

2). *Линия пересечения поверхности с плоскостью представляет собой линию, называемую сечением.* Точки этой линии (кривой) можно рассматривать как точки пересечения линий поверхности с плоскостью или прямых плоскости с поверхностью.

3). На рисунке 15 показаны наглядные изображения вариантов

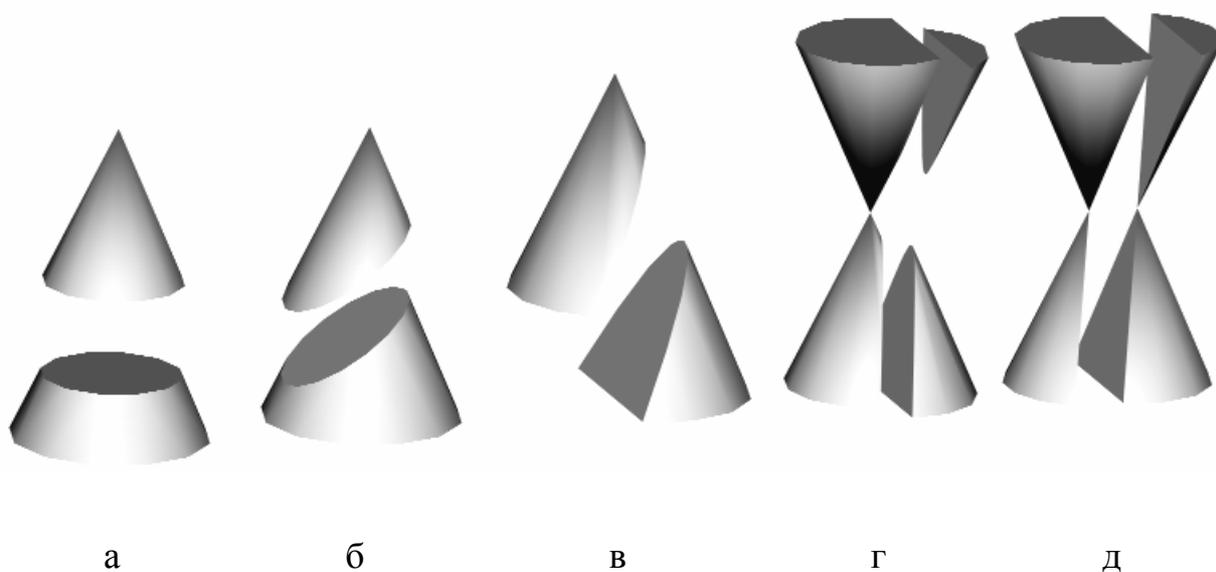


Рис. 15

пересечений плоскостями конических поверхностей вращения.

В результате пересечения конуса плоскостью, перпендикулярной оси конуса, получается окружность (а). Эллипс получается в том случае, если секущая плоскость пересекает все образующие поверхности, но не перпендикулярна оси конуса (б). Плоскость, параллельная одной из образующих конуса, пересекает его по параболе (в). Плоскость, параллельная двум образующим, пересекает обе половины конической поверхности и в сечении - гипербола (г). Плоскость проходит через вершину конической поверхности, в сечении получается две пересекающиеся прямые (д).

4). При пересечении сферы плоскостью всегда получается окружность. Если секущая плоскость параллельна какой-либо плоскости проекций, то на эту плоскость окружность сечения проецируется без искажения (рис. 16, а).

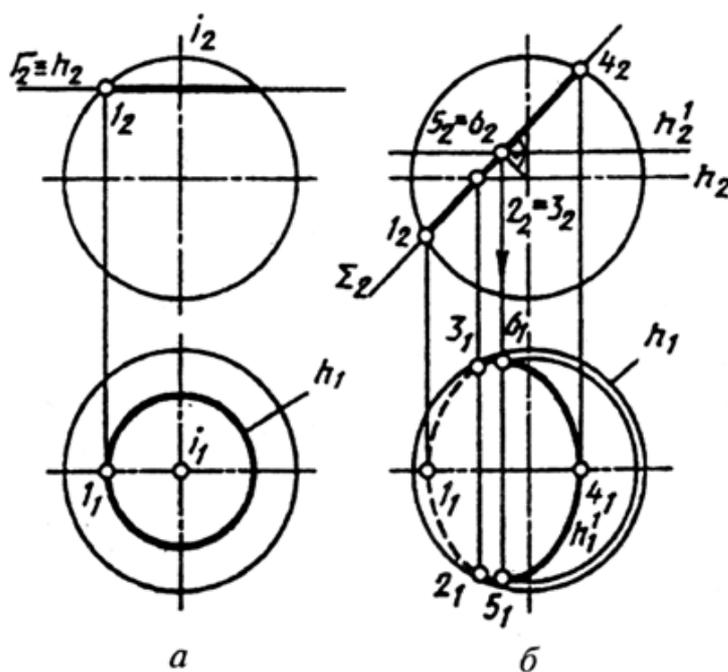


Рис. 16

Если секущая плоскость занимает проецирующее положение, то на плоскости проекций, которой эта плоскость перпендикулярна, окружность сечения изображается отрезком прямой 1_24_2 , длина которого равна диаметру окружности, а на другой плоскости проекций - эллипсом. Этот эллипс строят

обычным способом по точкам. Точки видимости 2 и 3 лежат на экваторе сферы (рис.16, б).

5). В случае пересечения гранной поверхности плоскостью получается плоская ломаная линия. Чтобы построить эту линию, достаточно определить точки пересечения плоскостью ребер (или сторон основания, если имеет место пересечение основания). Далее необходимо соединить построенные точки с учетом их видимости (рис. 17, а). Так как секущая плоскость Σ занимает фронтально-проецирующее положение, то точки пересечения ребер определяются без дополнительных построений. Грань ACS относительно плоскости Π_1 невидима, то и линия 1_13_1 тоже невидима.

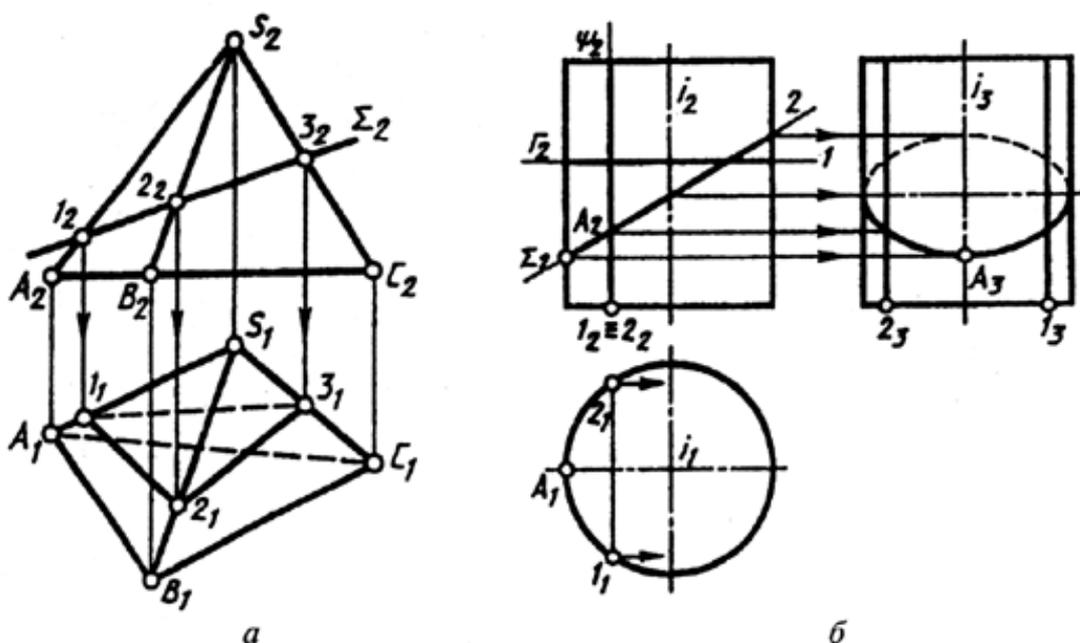


Рис. 17

В случае пересечения цилиндрической поверхности вращения плоскостью могут быть получены следующие линии (рис. 17, б): окружность, если секущая плоскость Γ перпендикулярна оси вращения поверхности; эллипс, если секущая плоскость Σ не перпендикулярна и не параллельна оси вращения; две образующие прямые, если секущая плоскость Ψ параллельна оси поверхности цилиндра. На плоскость проекций Π_1 , перпендикулярную оси вращения поверхности, окружность и эллипс проецируются в окружность, совпадающую с горизонтальной проекцией цилиндра.

б). Сечения пирамиды плоскостями, проходящими через ее вершину, представляют собой треугольники (рис. 18, а). В частности, треугольниками являются и диагональные сечения (рис. 18, б).

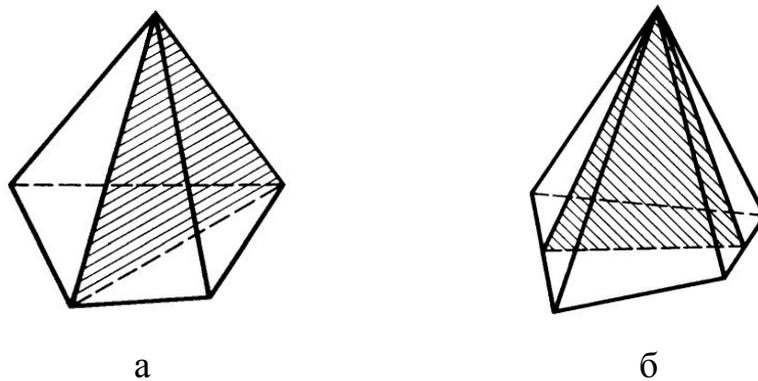


Рис. 18

7). Построение натуральной величины сечения цилиндра фронтально-проецирующей плоскостью А-А показано на рисунке 19. Секущая плоскость А-А пересекает цилиндр по эллипсу, а эллипс - фигура симметричная. Если в сечении намечается симметричная фигура, то базой для её построения может служить ось симметрии, которую располагают параллельно заданной секущей плоскости А-А.

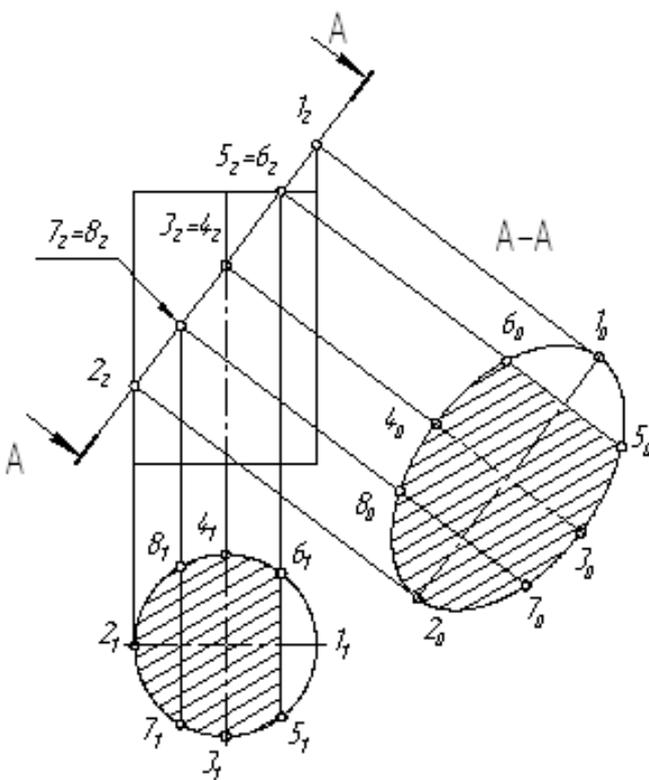


Рис. 19

Большая ось натуральной величины эллипса равна отрезку $1_2 2_2$, малая – отрезку $3_1 4_1$, который проходит через середину большой оси перпендикулярно к ней. Малая ось сечения цилиндра всегда равна его диаметру.

3.8. Задание к выполнению эюра 3

Эпюр 3: 1). *Построение сечения поверхности проецирующей плоскостью.*
2). *Определение натуральной величины сечения.*

Варианты заданий расположены на страницах 27 – 29 методических указаний. Образец выполнения эюра 3 показан на рисунке 20.

Необходимо по двум заданным проекциям поверхности построить третью - профильную проекцию.

3.9. Рекомендации к выполнению эюра 3

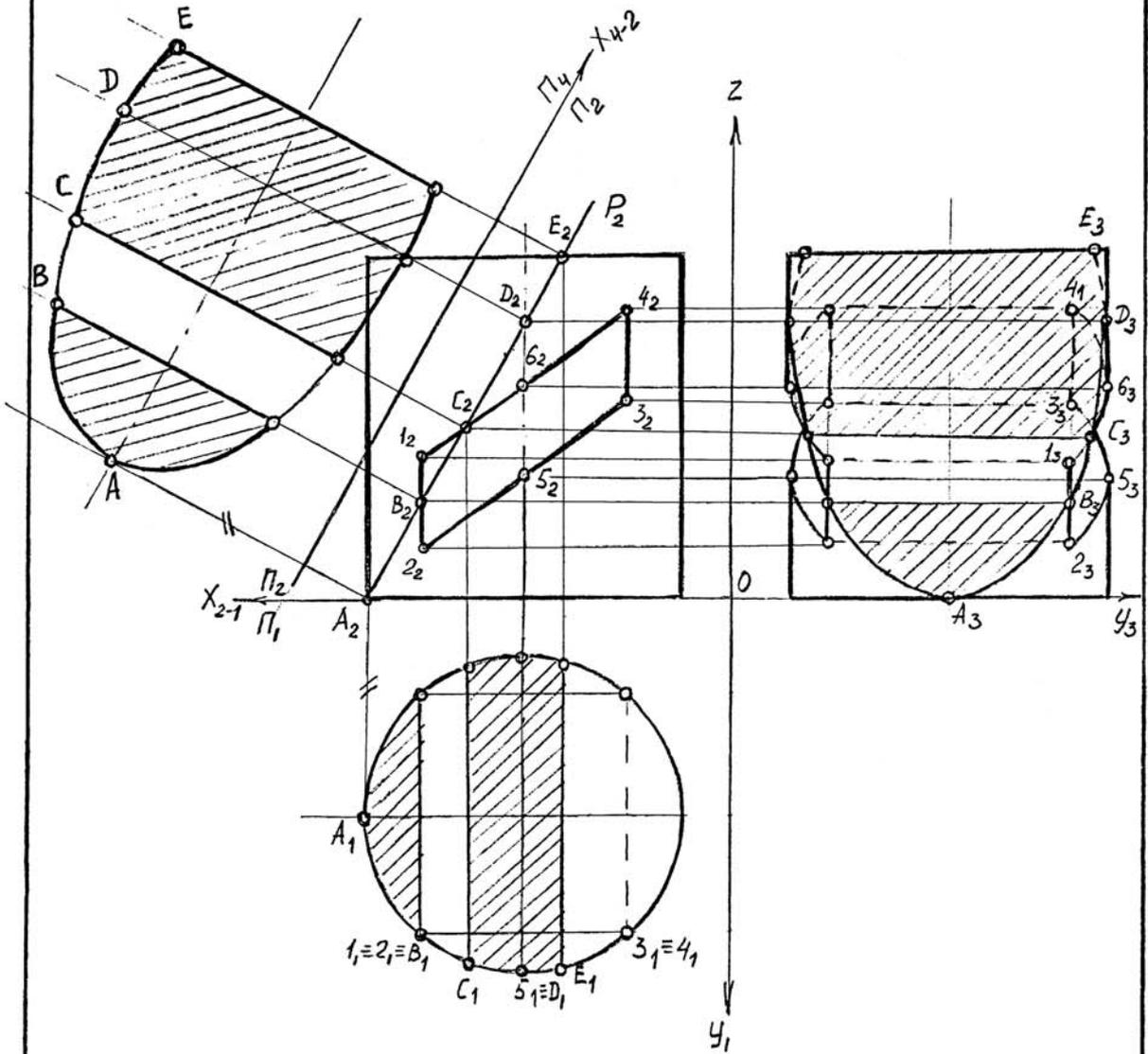
По контуру сквозного отверстия в поверхности на фронтальной проекции наметить характерные точки - высшую, низшую, точки смены видимости, промежуточные точки. По линиям проекционной связи построить проекции этих точек на всех проекциях заданной поверхности. Полученные проекции точек соединить по образующим и кривым линиям, определить видимость, как это показано на рисунке 20.

На этом рисунке секущая плоскость P (P_2) пересекает цилиндрическую поверхность по эллиптической кривой. Построение сечения следует начать с характерных точек на фронтальном следе этой плоскости: точки A (A_2), B (B_2), C (C_2), D (D_2) и E (E_2). Определить проекции этих точек на плоскостях Π_1 , Π_3 и соединить их красным цветом линией толщиной $S/3$.

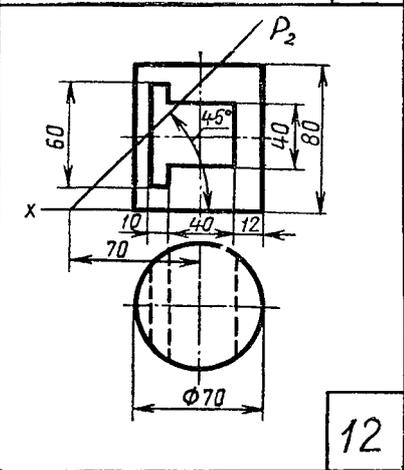
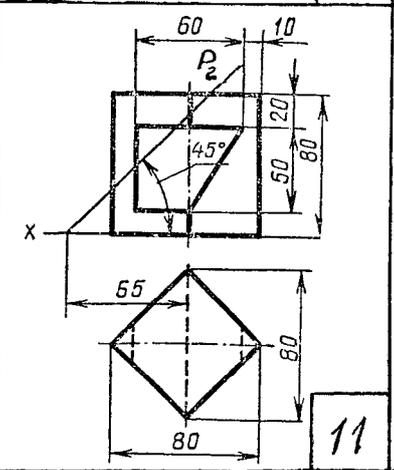
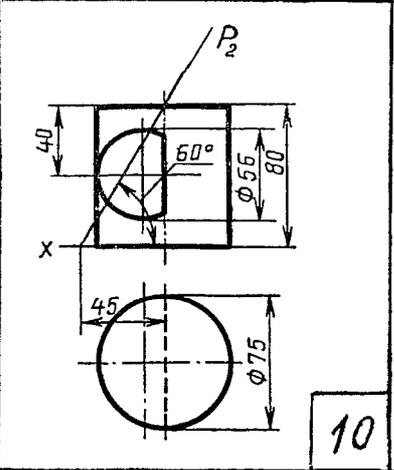
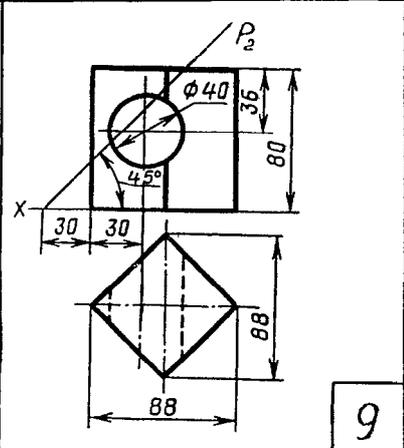
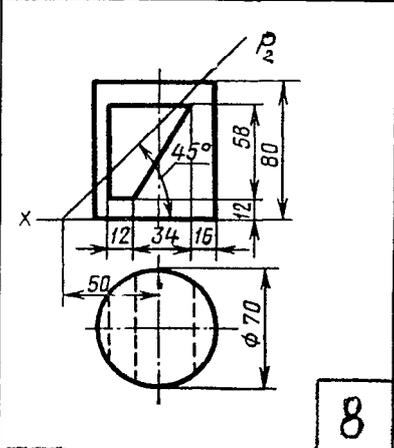
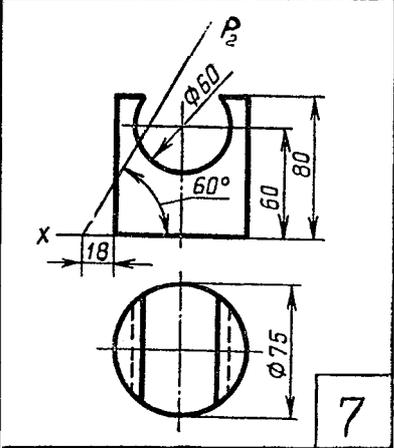
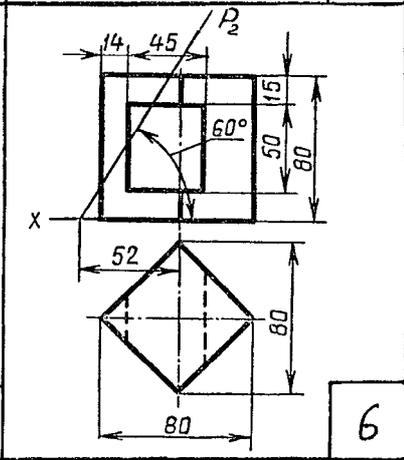
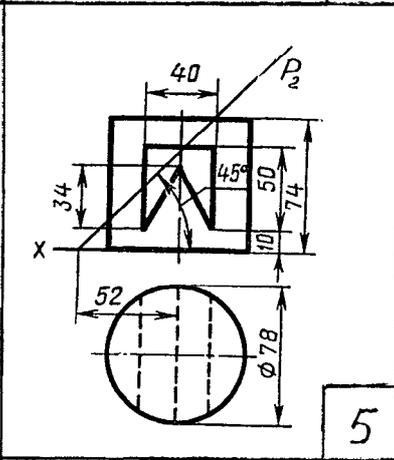
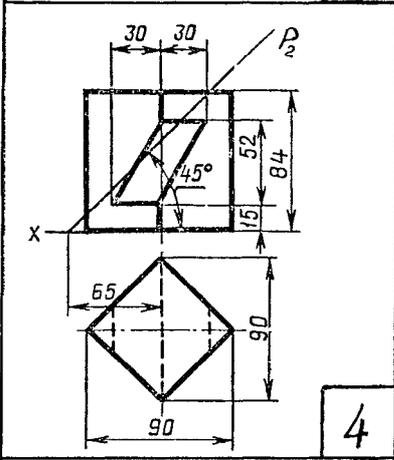
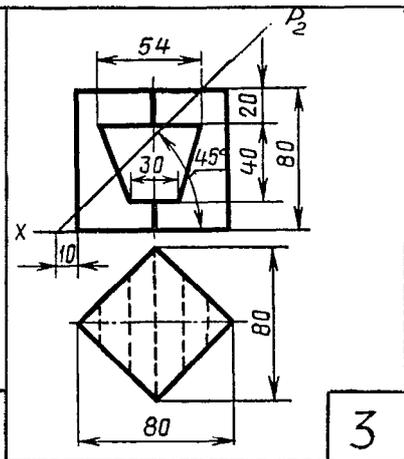
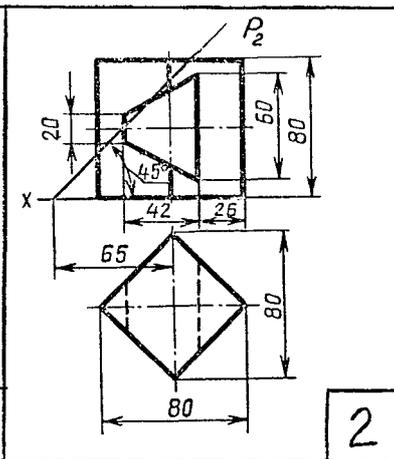
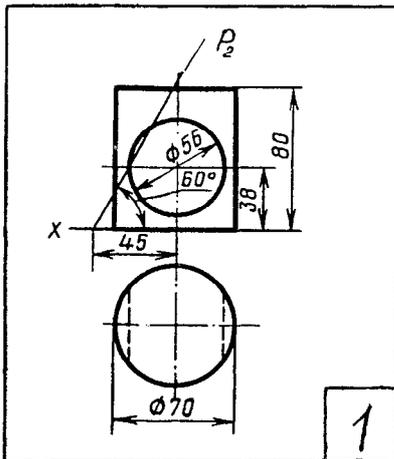
Выбрать новую ось $\frac{\Pi_4}{\Pi_2} // P_2$ и методом перемены плоскостей проекций определить натуральную величину сечения. Контур сечения обвести красным цветом сплошной основной линией толщиной S .

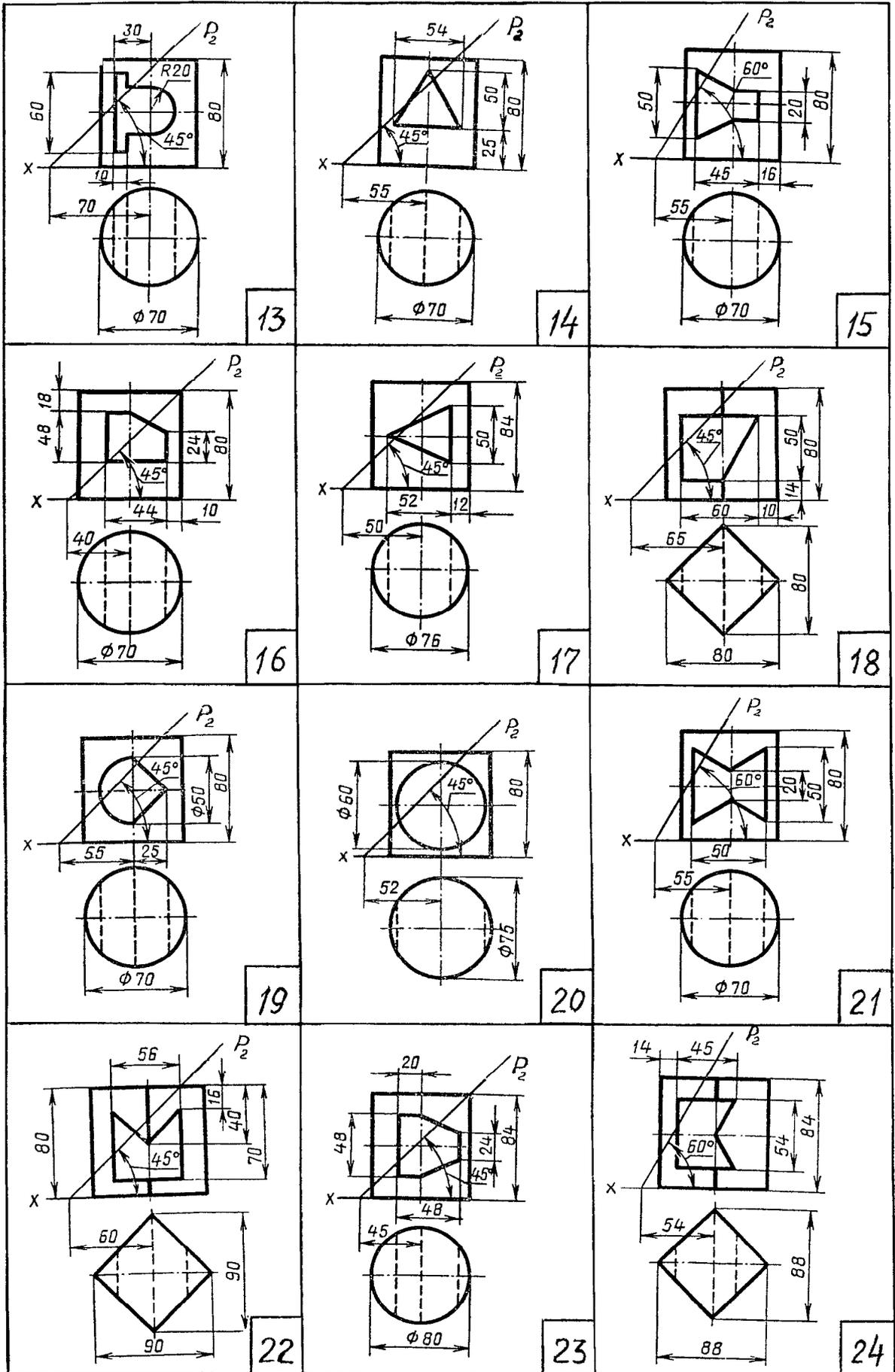
Проекция фигуры сечения и натуральную величину сечения заштриховать под углом 45° красным цветом линиями толщиной $S/3$.

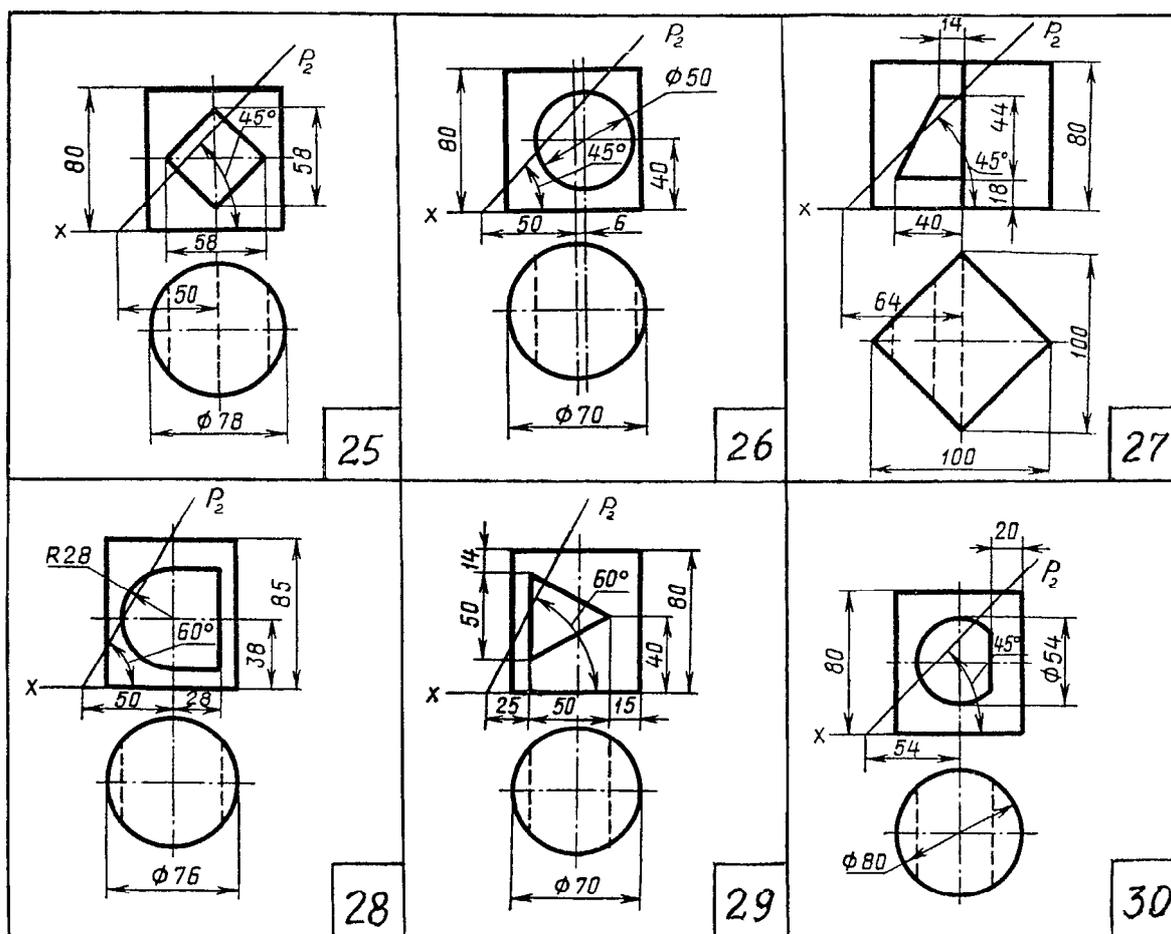
Формат эюра А3. Масштаб выполнения чертежа - 1:1.



				ИГ.03.ХХ.00			
Изм.	Л.	Исход. докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масшт.
Разр.					у		
Пров.					Лист	Листов	
Т.конт.					НХТИ гр.		
Н.конт.							
Утв.							







3.10. Теоретические положения к выполнению эюра 4

Цели выполнения эюра 4: Построение линий пересечения поверхностей, характерных, например, для многих корпусных деталей, крышек и других деталей сложной конфигурации. Построение разверток, имеющее большое значение при конструировании различных изделий из листового материала. Некоторые теоретические положения:

1). Линия пересечения двух поверхностей представляет собой в общем случае пространственную кривую. Любая точка этой линии принадлежит как первой, так и второй поверхностям.

2). К соосным поверхностям вращения относятся поверхности, имеющие общую ось вращения. На рисунке 21 изображены соосные цилиндр и сфера (а), соосные конус и сфера (б) и соосные цилиндр и конус (в).

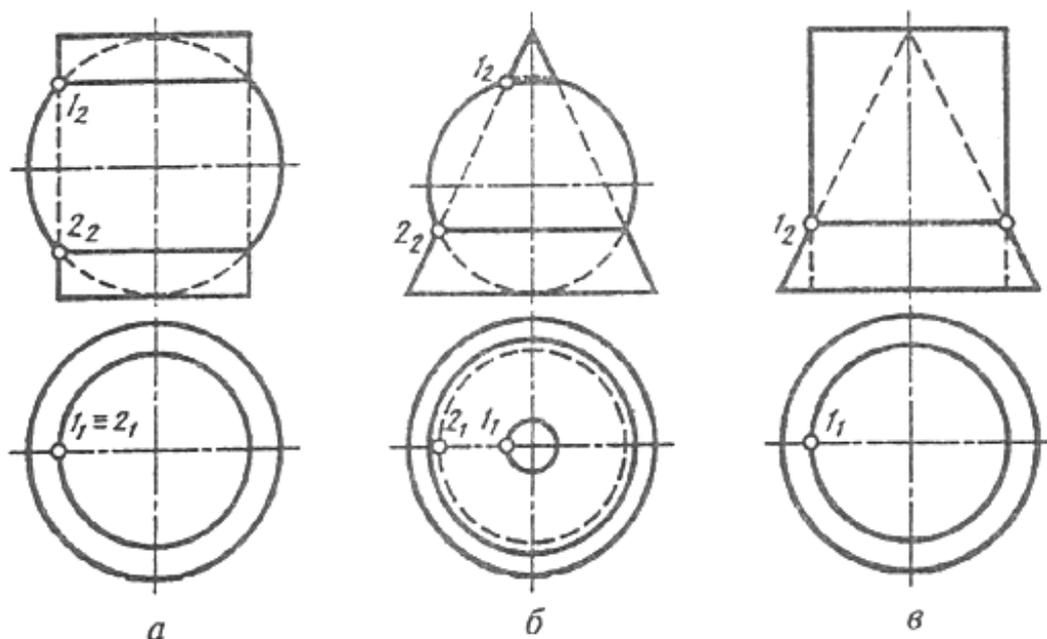


Рис. 21

Соосные поверхности вращения всегда пересекаются по окружностям, плоскости которых перпендикулярны оси вращения. Общих для обеих поверхностей окружностей столько, сколько существует точек пересечения очерковых линий поверхностей. Поверхности на данном рисунке пересекаются по окружностям, создаваемым точками 1 и 2 пересечения их главных меридианов.

3). *Развёртка поверхности - это фигура, получающаяся в плоскости при таком совмещении точек данной поверхности с этой плоскостью, при котором длины линий остаются неизменными.* При этом каждой точке поверхности соответствует единственная точка на развёртке.

4). На рисунке приведена развёртка трехгранной призмы правильной формы. Ребра ее AA, BB, CC параллельны фронтальной плоскости Π_2 проекций и проецируются на нее в натуральную величину, а нижнее ABC и верхнее A'B'C' основания параллельны горизонтальной плоскости проекций Π_1 и проецируются на нее в натуральную величину. Точка M на развёртке трехгранной призмы строится обычным способом (рис. 22).

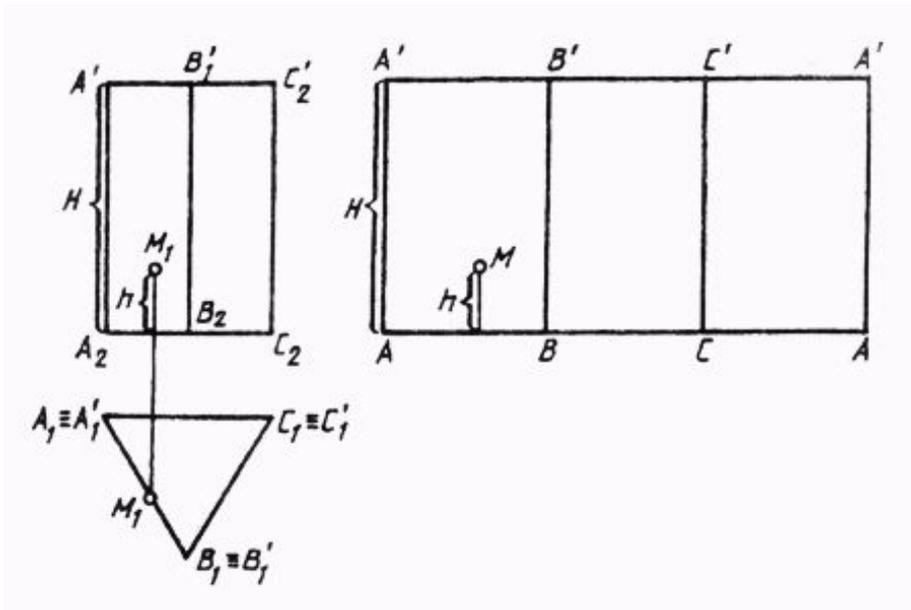


Рис. 22

5). На рисунке 23 приведен пример построения развертки прямого кругового цилиндра. Высота цилиндра - H , на фронтальную плоскость проекций Π_2 она проецируется в натуральную величину. Нижнее и верхнее основания параллельны горизонтальной плоскости проекций Π_1 и на нее проецируются в натуральную величину.

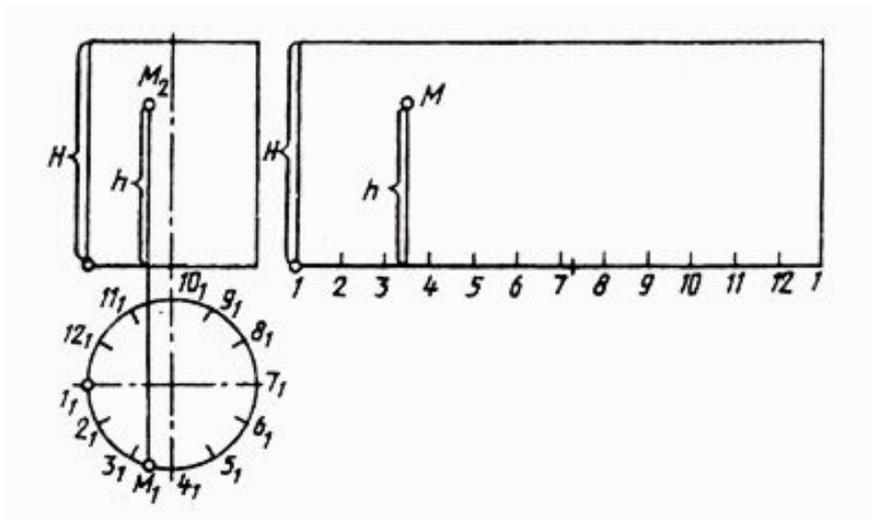


Рис. 23

В этом случае развертку цилиндрической поверхности строим с помощью хорд, соединяющих соседние точки деления окружности оснований, в который вписан правильный двенадцатиугольник. В этом случае цилиндрическая поверхность условно заменена поверхностью вписанной

правильной двенадцатигранной призмы, и развертка цилиндрической поверхности построена способом триангуляции.

3.11. Задание на выполнение эюра 4

Эпюр 4: 1). Построение линии пересечения заданных поверхностей. 2). Выполнение развертки одной из поверхностей с нанесением линии пересечения. Варианты заданий размещены на страницах 34 и 35. Пример выполнения задания приведен на рисунке 24.

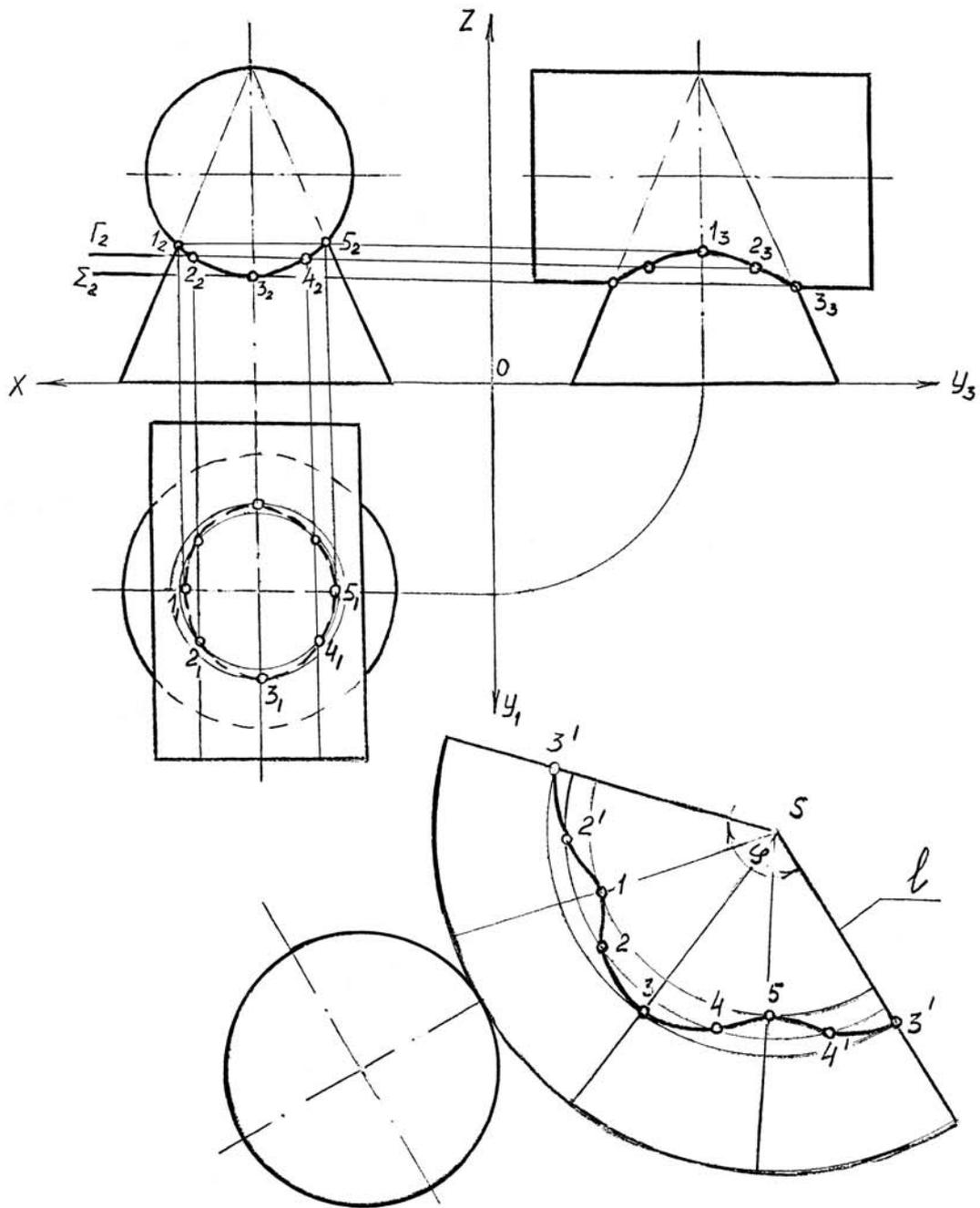
3.12. Рекомендации к выполнению эюра 4

Секущие плоскости для нахождения линии пересечения выбирают так, чтобы обе поверхности пересекались по наиболее простым линиям - окружностям или образующим. На чертеже должны быть сохранены все линии построения, следы вспомогательных плоскостей, обозначены все точки. Проекция линии пересечения лучше обвести линиями красного цвета с учетом видимости.

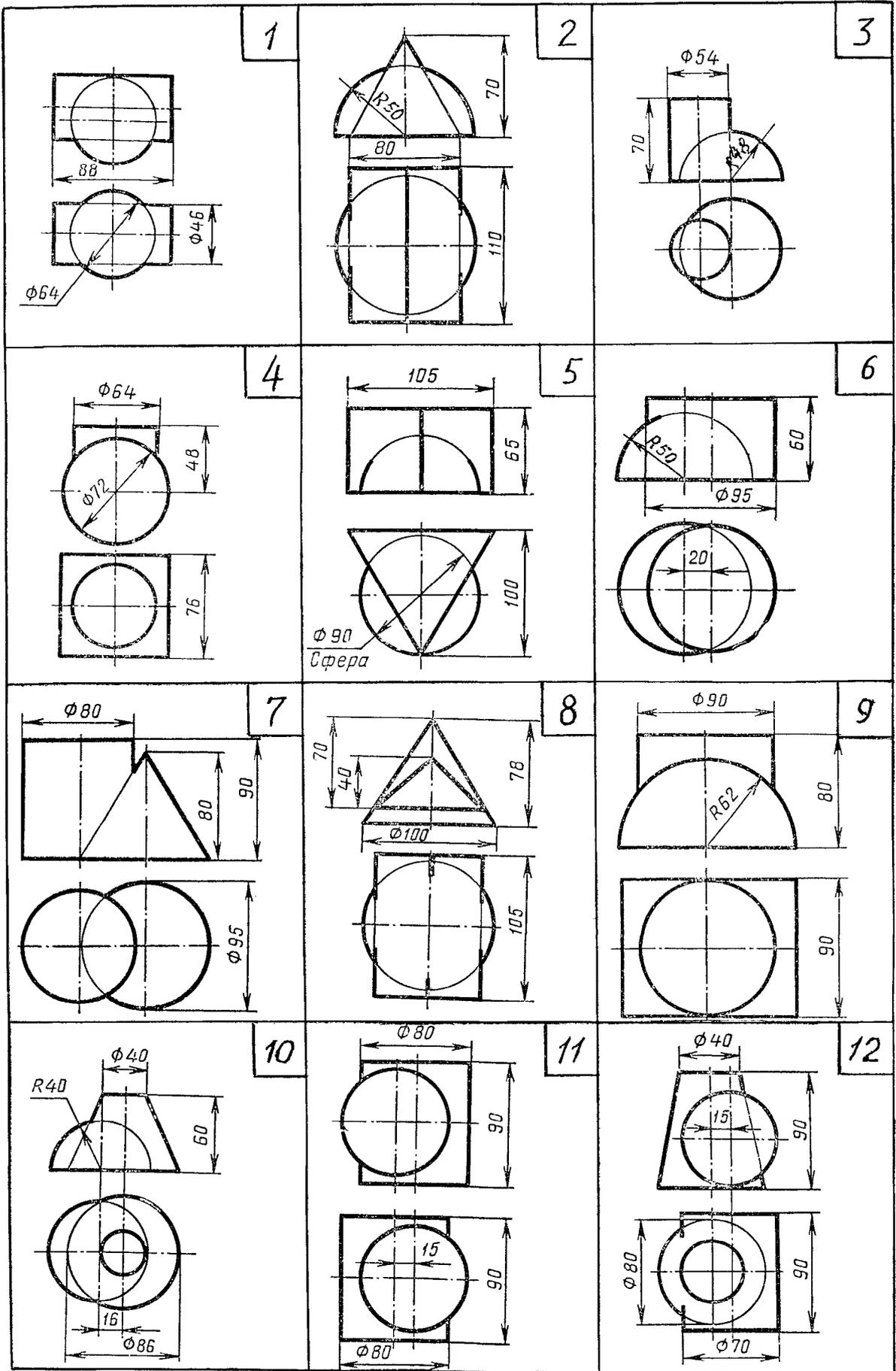
Разверткой конуса вращения является круговой сектор с углом $\varphi = \frac{R}{l} \cdot 360^\circ$, где R - радиус основания конуса, l - длина образующей. На развертке строят прямолинейные образующие или параллели, проходящие через характерные точки линии пересечения. Построенные точки соединяют плавной линией красным цветом.

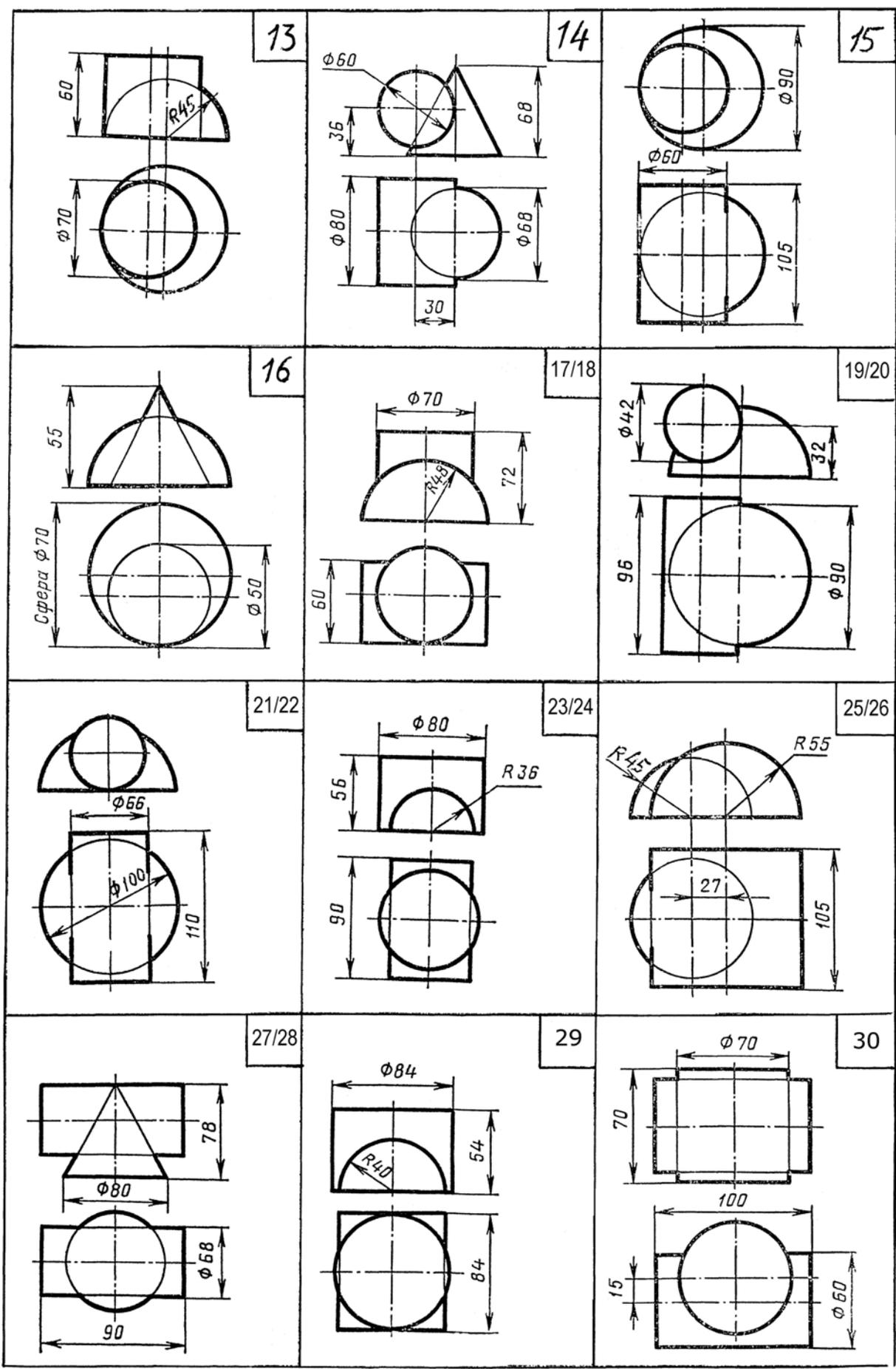
При построении развертки цилиндра проводят горизонтальную линию длиной $2\pi R$, где R - радиус основания цилиндра. Строят развертку боковой поверхности, где отмечают прямолинейные образующие, проходящие через характерные точки линии пересечения, которые соединяют плавной кривой линией. Для полной развертки в обоих случаях к боковой поверхности пристраивают основание.

Формат чертежа А3. Масштаб эюра 1:1.



				ИГ.04. XX.00			
Изм. Л.	Исход. докум.	Под.	Д.	Пересечение поверхностей. Развертка	Лист	Масса	Масштаб
Разр.					у		
Пров.					Лист	Листов	
Т. конт.					НХТИ гр.		
Н. конт.							
Утв.							





4. Вопросы для самопроверки усвоения учебного материала

К эюру 1: Повторите наименования плоскостей проекций, координатных осей, линий связи. Покажите построение точек в трёх проекциях. Какие точки называют точками общего, а какие частного положения? Каким образом можно задать прямую линию на чертеже? Укажите частные положения отрезков прямых линий. Какие прямые называют линиями уровня, проецирующими прямыми? Как выглядит проекция прямого угла в общем случае? При каких условиях прямой угол проецируется в натуральную величину? Перечислите и покажите способы задания плоскости на эюре. Дайте определение плоскостям общего и частного положения. Поясните особенности проецирующих плоскостей. Как определяется принадлежность прямой линии и точки данной плоскости? Покажите способы построения проекций горизонтали и фронтали на плоскости общего положения. Какое положение могут занимать прямая линия и плоскость или две плоскости относительно друг друга? Какое условие определяет взаимную перпендикулярность двух плоскостей? Укажите последовательность построения линии пересечения двух плоскостей общего положения. Чем отличается определение линии пересечения плоскостей, если одна из них проецирующая? Как определяют видимость элементов геометрических объектов?

К эюру 2: Как на чертеже определить истинное расстояние от точки до прямой линии? Каким образом можно на эюре определить действительное расстояние от точки до проецирующей плоскости или до плоскости общего положения? В чём заключается принцип преобразования чертежа способом замены плоскостей проекций? Что определяет положение новой плоскости проекций при планируемых преобразованиях эюра? Какова последовательность решения задач по определению натуральных величин геометрических объектов, углов их наклона и расстояний при использовании способа замены плоскостей проекций? В чём сущность метрических задач?

К эюру 3: Какое определение даётся поверхности? Каким образом можно задать поверхность на эюре? Назовите многогранники и их определители. Перечислите кривые поверхности и способы их задания на чертеже. Укажите основные свойства поверхностей вращения. Каким образом можно убедиться в принадлежности точки или линии изображенной на эюре поверхности? Сформулируйте общий алгоритм определения точек линии пересечения поверхности плоскостью. Какие точки линии пересечения поверхности плоскостью называют характерными (главными, опорными)? Изложите сущность способов построения линии пересечения многогранника плоскостью, поверхности вращения плоскостью. Укажите условия, при которых в сечении конуса вращения плоскостью получается окружность, эллипс, гипербола, парабола, пересекающиеся прямые. Сформулируйте алгоритм определения точек пересечения прямой линии с поверхностью. Перечислите последовательность графических построений при определении точек пересечения прямой линии с многогранными и кривыми поверхностями. Как определить натуральную величину сечений поверхности плоскостью?

К эюру 4: Что называется разверткой геометрического тела? Какие развертки знаете? Как построить развертку прямого кругового цилиндра и конуса? Что называется линией пересечения двух поверхностей? Основной способ построения линии пересечения поверхностей. Особые случаи пересечения поверхностей. Какие выбираются вспомогательные секущие плоскости для многогранников и сфер? Алгоритм построения линии пересечения поверхностей. Как определяется видимость линии пересечения и поверхностей на плоскостях проекций? Что представляет собой линия пересечения многогранников в общем случае? Какие точки линии пересечения двух поверхностей называют характерными? Что такое точка перехода видимости?

Примечание: Желательно прилагать «черновики» к контрольной работе.

5. Принятые графические обозначения и символы

Точки обозначаются прописными буквами латинского алфавита: A, B, C, D ...

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

Линии (прямые и кривые) - строчные буквы латинского алфавита: a, b, c ...

Прямые, имеющие специальные обозначения: горизонталь - h, фронталь - f.

Углы в пространстве - строчные буквы греческого алфавита: α , β , γ ...

Плоскости и поверхности в пространстве - прописные буквы греческого алфавита: Δ , Σ , Ψ ...

Плоскости проекций:

- горизонтальная плоскость проекций - Π_1 ,
- фронтальная плоскость проекций - Π_2 ,
- профильная плоскость проекций - Π_3 .

Дополнительные плоскости проекций: Π_4 , Π_5 , Π_6 ...

Проекции точек, прямых и плоскостей: на Π_1 - A_1 , d_1 , Ψ_1 ..., на Π_2 - A_2 , d_2 , Ψ_2 .

Следы плоскости: горизонтальный след плоскости Σ - Σ_1 , фронтальный след плоскости Σ - Σ_2 .

Способ задания геометрической фигуры:

m (AB) - прямая m задана ее точками A и B,

Ω ($c \cap d$) - плоскость Ω задана пересекающимися прямыми c и d ,

Σ (Σ_1, Σ_2) - плоскость Σ задана своими следами.

Символы:

\parallel - параллельность;

\perp - перпендикулярность;

\cap - пересечение;

Δ - треугольник;

\sphericalangle - прямой угол.

6. Словарь графических терминов

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

Ось проекций - линия пересечения плоскостей проекций. Ось X_{12} разделяет плоскости Π_1 и Π_2 , ось Y_{13} разделяет плоскости Π_1 и Π_3 , ось Z_{23} разделяет плоскости Π_2 и Π_3 . Иногда ось проекций на чертеже не проводят, но ее расположение всегда известно. Так, ось X_{12} всегда горизонтальна.

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

Геометрическая фигура - любое множество точек. К фигурам 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.

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

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

Прямая уровня - прямая, параллельная одной из плоскостей проекций.

Горизонталь (горизонтальная прямая уровня) параллельна плоскости Π_1 .

Фронталь параллельна плоскости Π_2 .

Профильная прямая - параллельна Π_3 .

Проецирующая прямая - прямая, перпендикулярная одной из плоскостей проекций. Например, фронтально-проецирующая прямая перпендикулярна

фронтальной плоскости проекций Π_2 . На эту плоскость прямая спроецируется в виде точки.

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

Проецирующая плоскость - плоскость, перпендикулярная одной из плоскостей проекций. На комплексном чертеже имеет проекцию, вырожденную в прямую линию именно на той плоскости проекций, которой данная плоскость перпендикулярна. Так, горизонтально-проецирующая плоскость имеет проекцию в виде прямой на Π_1 .

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

Образующая поверхности - линия l , перемещающаяся в пространстве при образовании поверхности.

Направляющая поверхности m определяет закон перемещения образующей l .

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

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

Поверхность вращения образуется вращением образующей l вокруг оси вращения i .

7. Список рекомендуемой литературы

1. Бубенников, А.В. Начертательная геометрия / А.В. Бубенников. - М. : Высш. шк., 1985.
2. Левицкий, В.С. Машиностроительное черчение : учебник для втузов / В.С. Левицкий. – 2-е изд., испр. и доп. - М. : Высш. шк., 1994.
3. Гордон, В.О. Курс начертательной геометрии / В.О. Гордон, М.А. Семенов-Огиевский. - М. : Высш. шк., 2000.
4. Чекмарев, А.А. Инженерная графика : учебник для немаш. спец. вузов / А.А. Чекмарев. – М. : Высш. шк., 2000.
5. Локтев, О.В. Краткий курс начертательной геометрии / О.В. Локтев. - М. : Высш. шк., 2001.
6. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика / А. А. Чекмарев, А. В. Верховский, А. А. Пузиков. - М. : Высш. шк., 2001.
7. Лагерь, А.И. Инженерная графика : учебник / А.И. Лагерь. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2002.
8. Начертательная геометрия / Н.Н. Крылов [и др.]. - М., 2003.
9. Начертательная геометрия : учебник для вузов / Н. Н. Крылов [и др.] ; под ред. Н. Н. Крылова. – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2006.

8. Список используемых источников

1. Подоплелов, Е.В. Методические указания и контрольные задания по инженерной графике / Е.В. Подоплелов, Н.А. Устюгова, Н.В. Лукьянова. – Ангарск : АГТА, 2008 - 50 с.
2. Ляшков, А.А. Начертательная геометрия : тексты лекций / А.А. Ляшков, Л.К.Куликов, К.Л. Панчук. – Омск : Изд – во ОмГТУ, 2005. – 108 с.
3. Хрусталева, Т.В. Начертательная геометрия : учебное пособие / Т.В. Хрусталева. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2003. – 122 с.
4. Грачев, Е.В. Задания на контрольную работу № 1 : методические указания и контрольные вопросы по курсу «Начертательная геометрия» / Е.В. Грачев [и др.] ; под общей ред. В.С. Артамонова. – СПб. : Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2008. – 24 с.
5. Лексаченко, Т.А. Начертательная геометрия : методические указания по решению задач с условиями задач / Т.А. Лексаченко. – СПб. : Санкт-Петербург, 2005.
6. <http://kernel.alfaspace.net/drawing/Chapter%2010/1.htm>.
7. <http://ecpert.ru/eskizu/esk93.htm>.
8. <http://rudocs.exdat.com/docs/index-13144.html>.
9. http://www.tepka.ru/uroki_cherchenija/75.html.
10. <http://1f4.ru/CAD/Book.MakingTheDrawings/Glava%2011/Index7.htm>.

Содержание

Введение	3
1. Выполнение контрольных работ	3
2. Основные правила оформления чертежей	4
2.1. Форматы. Основная надпись	4
2.2. Масштаб чертежа	7
2.3. Линии чертежа по ГОСТ 2.303 – 68	7
2.4. Шрифты по ГОСТ 2.304 – 81	8
3. Контрольная работа по начертательной геометрии	10
3.1. Теоретические положения к выполнению этюра 1	10
3.2. Задание на выполнение этюра 1	12
3.3. Рекомендации к выполнению этюра 1	13
3.4. Теоретические положения к выполнению этюра 2	16
3.5. Задание к выполнению этюра 2	18
3.6. Рекомендации к выполнению этюра 2	18
3.7. Теоретические положения к выполнению этюра 2	21
3.8. Задание к выполнению этюра 3	25
3.9. Рекомендации к выполнению этюра 3	25
3.10. Теоретические положения к выполнению этюра 4	29
3.11. Задание на выполнение этюра 4	32
3.12. Рекомендации к выполнению этюра 4	32
4. Вопросы для самопроверки усвоения учебного материала	36
5. Принятые графические обозначения и символы	38
6. Словарь графических терминов	39
7. Список рекомендуемой литературы	41
8. Список используемых источников	42

Учебное издание

Маркова О.А.

кандидат педагогических наук

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.
НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ**

ЧАСТЬ I

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для студентов-заочников технических специальностей
высших учебных заведений

Корректор Габдурахимова Т.М.
Худ.редактор Федорова Л.Г.

Сдано в набор 06.06.2012
Подписано в печать 24.09.2012.
Бумага писчая. Гарнитура Таймс.
Усл.печ.л. 2,7. Тираж 100.
Заказ №45.

НХТИ (филиал) ФГОУ ВПО «КНИТУ»,
г. Нижнекамск, 423570, ул.30 лет Победы, д.5а.