

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

Инженерный институт

Кафедра теоретической и прикладной механики

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Рабочая тетрадь
для студентов Агрономического факультета



Новосибирск 2015

Составитель: *Т.В. Семенова*

Рецензент: канд. тех. наук, доц. *С.Г. Щукин*

Начертательная геометрия и инженерная графика: Рабочая тетрадь
/ Новосиб. гос. аграр. ун-т; сост.: Т.В. Семенова – Новосибирск, 2015. – 76
с.

Рабочая тетрадь содержит задания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика». Содержание рабочей тетради сформировано в соответствии с изучаемыми темами согласно рабочим программам дисциплин.

Рабочая тетрадь рекомендована студентам при выполнении практических заданий, контрольных работ и подготовке к зачету. Данная разработка экономит лекционное время на конспектировании учебного материала.

Рабочая тетрадь предназначена для студентов очной и заочной форм обучения Агрономического факультета, обучающихся по инженерным направлениям подготовки (Лесное дело, Ландшафтная архитектура, Природообустройство и водопользование).

Может быть рекомендован студентам других факультетов ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, обучающимся по инженерным направлениям подготовки (Продукты питания из растительного сырья, Продукты питания животного происхождения, Технология продукции и организация общественного питания, Стандартизация и метрология), изучающим соответствующие разделы и темы дисциплин Начертательная геометрия и инженерная графика, Инженерная и компьютерная графика, согласно утвержденным учебным планам и рабочим программам дисциплин.

Утверждена и рекомендована к изданию учебно-методическим советом Инженерного института (протокол от 29 сентября 2015 г. №2).

© Новосибирский государственный
аграрный университет, 2015

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Рабочая тетрадь
для студентов Агрономического факультета

Редактор

Н.К. Крупина

Подписано в печать 29 сентября 2015 года
Формат 60×84 1/16. Объем 8,0 уч.-изд.д., 9,5 усл. печ. л.
Тираж 100 экз. Изд. № Заказ №.

Отпечатано в издательстве НГАУ
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение [текст]: учебник для бакалавров / А. А. Чекмарев. - 4-е изд., исправ. и доп. - Москва: Юрайт, 2013. - 471 с.
2. Начертательная геометрия [текст]: учебное пособие для студентов вузов / В. В. Корниенко [и др.]. - 4-е изд., исправ. и доп. - Санкт-Петербург: Москва: Краснодар: Лань, 2013. - 192 с.: ил.
3. Инженерная графика [текст] : учебник / Н. П. Сорокин [и др.] ; под ред. Н.П. Сорокина. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Москва : Краснодар: Лань, 2011. - 400 с. (ЭБС Лань)
4. Чекмарев А.А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение: Учебник / А.А. Чекмарев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 396 с.: 60х90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (ЭБС «Инфра-М»)
5. Куликов В.П., Кузин А.В., Демин В.М. Инженерная графика: учебник. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. Куликов В.П. Стандарты инженерной графики: учебное пособие/В.П.Куликов.- 3-е изд. – М.: ФОРУМ, 2009. – 240с.
6. Начертательная геометрия. Инженерная графика: курс лекций/ Новосиб. гос. аграр. ун-т; авт.: Т.В. Семенова. – Новосибирск, 2017.- 116 с.
7. Начертательная геометрия: задания и метод. указания к выполнению контрольной работы и самостоятельной работы / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т сост.: Т.В. Семенова, А.И. Голдомьянов, И.В. Тихонкин – Новосибирск, 2017- 12 с.
8. Начертательная геометрия и Инженерная графика: метод. указания к выполнению контрольной работы и практическим занятиям / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т сост.: Т.В. Семенова – Новосибирск, 2017.- 104с.

Содержание

	Стр.
Введение.....	3
Обозначения и символы.....	4
Раздел 1. Геометрическое черчение.....	5
Раздел 2. Проекционное черчение (основы начертательной геометрии).....	20
Раздел 3. Техническое рисование и элементы технического конструирования.....	75
Раздел 4. Машиностроительное черчение.....	78
Раздел 5. Чертежи и схемы по специальности.....	90
Библиографический список.....	95

ВВЕДЕНИЕ

Методическая разработка предназначена для одновременного использования как в качестве сборника задач и контрольных вопросов, так и в форме рабочей тетради.

Решения задач в настоящей рабочей тетради выполняются непосредственно на заданной печатной основе их графических условий. В соответствии с курсом дисциплины содержание материала тетради разбито на две логические части начертательная геометрия и инженерная графика. В начале каждой темы даются краткие теоретические пояснения, затем следуют базовые задачи, являющиеся основой для выполнения индивидуальных заданий.

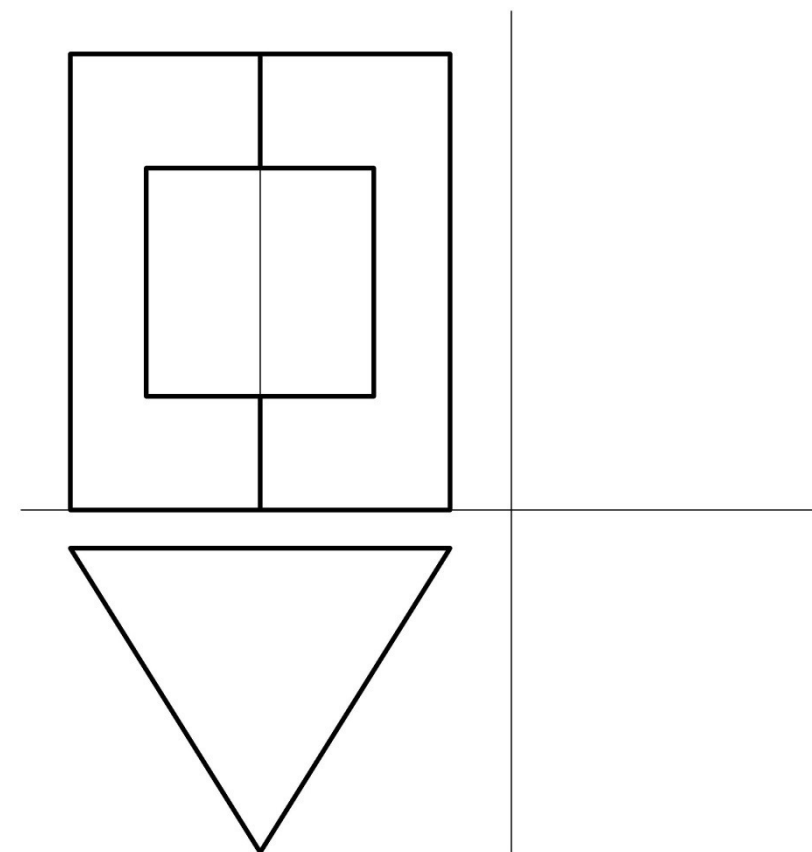
Часть задач, представленных в рабочей тетради, решается на практических занятиях совместно с преподавателем, остальные задачи выполняются в качестве домашней, индивидуальной и самостоятельной работы. Рабочая тетрадь с необходимым количеством решенных задач является допуском к сдаче зачета и экзамена.

Правильность и качество решения задач во многом зависит от аккуратности и точности графических построений. Все построения в тетради необходимо выполнять с помощью чертежных инструментов (циркуль, угольник, транспортир). На чертеже должны быть сохранены все вспомогательные построения, выполнены все необходимые обозначения в соответствии с принятыми требованиями. Вспомогательные построения выполняются сплошными тонкими линиями остро заточенным карандашом. Линии видимого контура обводятся сплошными толстыми основными линиями мягким карандашом. Линии невидимого контура выполняются тонкими штриховыми линиями. Геометрический элемент, который требовалось найти, построить, определить по условию задачи рекомендуется выделять цветным карандашом или цветной ручкой.

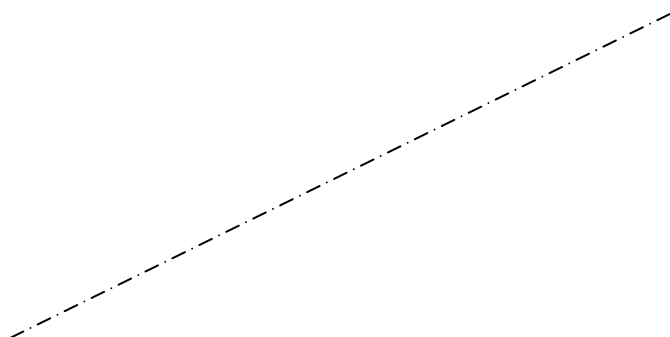
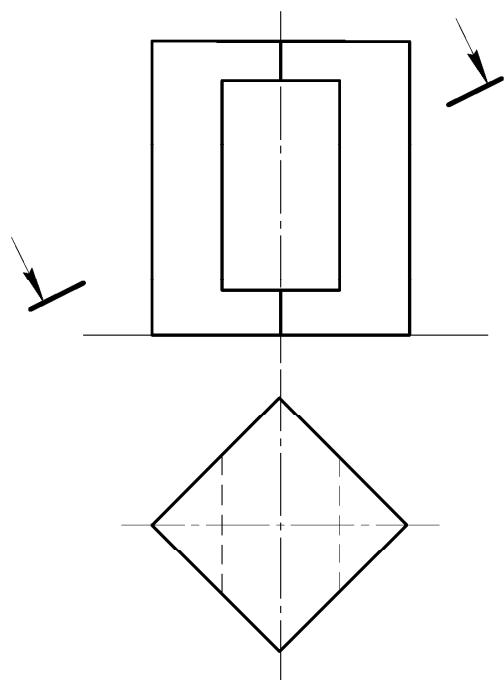
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СИМВОЛЫ

<i>Обозначения геометрических фигур в различных системах</i>			
	I	II	III
■ Фигура	Φ	Φ	Φ
■ Плоскости проекций:			
- горизонтальная	H	H	Π_1
- фронтальная	V	V	Π_2
- профильная	W	W	Π_3
■ Точки в пространстве	A, B, C		
■ Проекции точек:			
- горизонтальная	a, b, c	A', B', C'	A_1, B_1, C_1
- фронтальная	a', b', c'	A'', B'', C''	A_2, B_2, C_2
- профильная	a'', b'', c''	A''', B''', C'''	A_3, B_3, C_3
■ Линии	двумя точками		
■ Проекции линий	проекциями точек		
■ Плоскости	$P, Q, S, \alpha, \beta, \gamma$		
■ Следы плоскостей:			
- горизонтальные	P_H, Q_H, S_H	$\alpha_H, \beta_H, \gamma_H$	$\alpha_{n1}, \beta_{n1}, \gamma_{n1}$
- фронтальные	P_V, Q_V, S_V	$\alpha_V, \beta_V, \gamma_V$	$\alpha_{n2}, \beta_{n2}, \gamma_{n2}$
- профильные	P_W, Q_W, S_W	$\alpha_W, \beta_W, \gamma_W$	$\alpha_{n3}, \beta_{n3}, \gamma_{n3}$
Символы, обозначающие отношения между геометрическими фигурами:			
· совпадение, результат действия	$=$		
· конгруэнтность	\cong		
· перпендикулярность	\perp		
· объединение	\cup		
· пересечение	\cap		
· включает	\supset		
· принадлежит, является элементом	\in		
· конъюнкция предложений, союз И	\wedge		
· квантор общности	\forall		
· логическое следствие	\Rightarrow		

Задача № 40. Построить профильную проекцию тела с вырезом, его ди-
метрическую проекцию



б)



ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

ГОСТ 2.304-81. Шрифты (выписки)

тип Б с наклоном 75° ($d=1/10h$) с параметрами, приведенными в табл. 1

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

№ ∅ ∇ □ ~ * R

Таблица 1. Шрифт типа Б ($d=h/10$)

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм			
Размеры шрифта: Высота прописных букв	h	$(10/10) h$	$10d$	5	7,0	10,0	14,0
высота строчных букв	c	$(7/10) h$	$7d$	3,5	5,0	7,0	10,0
Расстояние между буквами	a	$(2/10) h$	$2d$	0,7	1,4	2,0	2,8
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$(17/10) h$	$17d$	8,0	12,0	17,0	24,0
Минимальное расстояние между словами	e	$(6/10) h$	$6d$	2,1	4,2	6,0	8,4
Толщина линий шрифта	d	$(1/10) h$	d	0,35	0,7	1,0	1,4

Примечания:

1. Расстояние a между буквами, соседние линии которых не параллельны между собой (например, $ГА$, $АТ$), может быть уменьшено наполовину, т.е. на толщину d линии шрифта.

2. Минимальным расстоянием между словами e , разделенными знаком препинания, является расстояние между знаком препинания и следующим за ним словом.

Задача 1. По выписке из ГОСТ 2.304-81 напишите свою фамилию, имя, наименование вуза, номер группы. Ниже приведено место для отработки навыка написания шрифта.

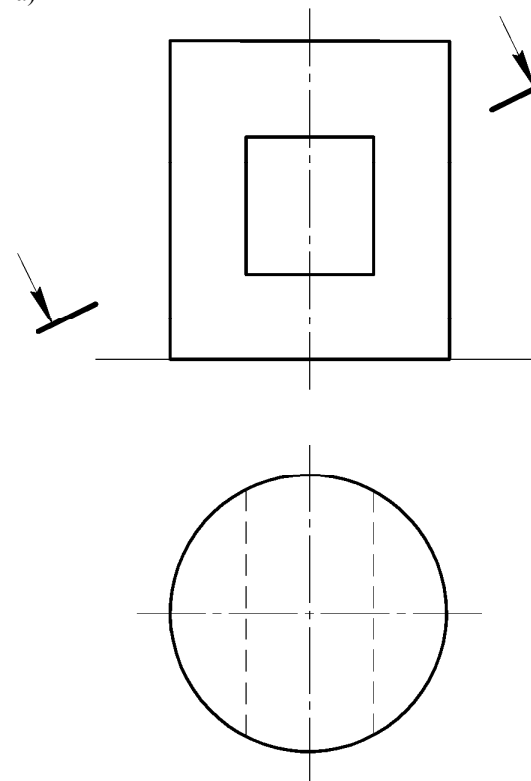
Заполните основную надпись в соответствии с требованиями.

Раздел 4.

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Задача № 40. Построить натуральную величину сечения геометрического тела плоскостью.

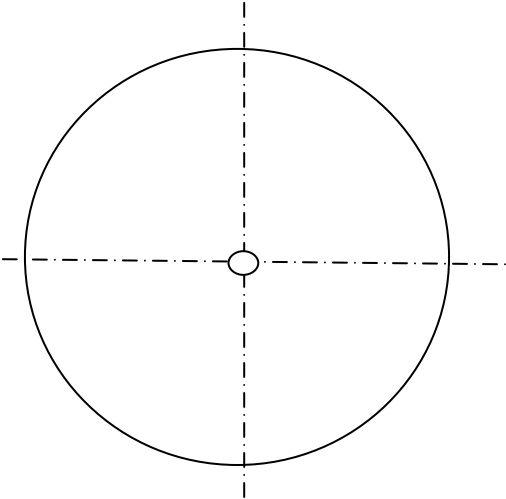
а)




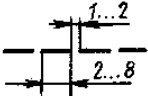
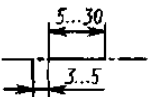
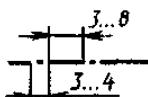


5. Циклоида - траектория (путь) точки, лежащей на окружности, которая катится без скольжения по прямой.

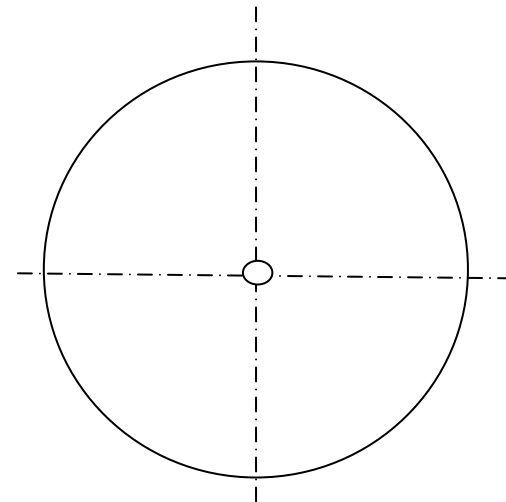


ГОСТ 2.303-68^{*}. Линии (выписки)
Таблица 2. Типы линий и их назначение



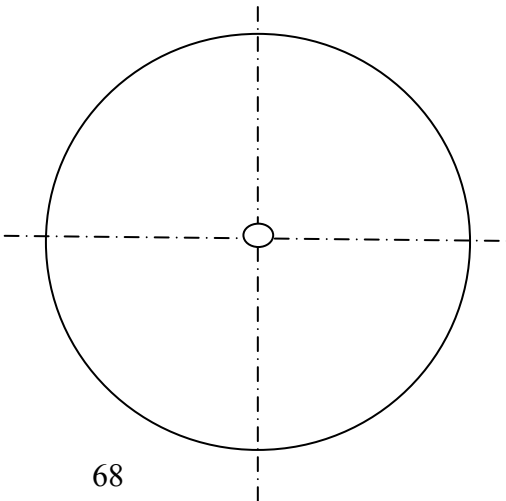
№ п/п	Наименование и начертание	Толщина линий по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1	Сплошная тол- стая — основная (в дальнейшем — ос- новная) 	s	1.1. Линии видимого контура 1.2. Линии перехода видимые 1.3. Линии контура сечения (вынесен- ного и входящего в состав разреза)
2	Сплошная тонкая (в дальнейшем — тонкая) 	$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	2.1. Линии контура наложенного сече- ния 2.2. Линии размерные и выносные 2.3. Линии штриховки 2.4. Линии-выноски 2.5. Полки линии-выносок и подчерки- вание надписей 2.6. Линии перехода воображаемые 2.7. Линии построения 2.8. Линии для изображения погранич- ных деталей («обстановка») 2.9. Линии ограничения выносных эле- ментов 3.1. Линии обрыва 3.2. Линии разграничения вида и раз- реза
3	Сплошная волнист- ая 	$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	
4	Штриховая 	$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	4.1. Линии невидимого контура 4.2. Линии перехода невидимые
5	Штрихпунктирная тонкая 	$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	5.1. Линии осевые и центровые 5.2. Линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесен- ных сечений
6	Штрихпунктирная утолщенная 	$\frac{s}{2} \dots \frac{s}{3} s$	6.1. Линии, обозначающие поверхно- сти, подлежащие термообработке или по- крытию 6.2. Линии для изображения элемен- тов, расположенных перед секущей плос- костью («наложенная проекция»)

4. Эвольвентой окружности называется траектория точки прямой линии, когда эта прямая перекатывается без скольжения по окружности.



Окончание таблицы 2

3. Косинусоида - плоская кривая, выражающая закон изменения косинуса а в зависимости от изменения величины центрального угла.



№ п/п	Наименование и начертание	Толщина линий по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
7*	Разомкнутая 	$s \dots l^1/2s$	7.1. Линии сечений
8	Сплошная тонкая с изломами 	$\frac{s}{3} \dots \frac{s}{2}$	8.1. Длинные линии обрыва
9	Штрихпунктирная тонкая с двумя точ- ками 		9.1. Линии сгиба на развертках 9.2. Линия для изображения частей из- делий в крайних или промежуточных по- ложениях 9.3. Линии для изображения развертки, совмещенной с видом

* Для сложных разрезов и сечений допускается концы разомкнутой линии соеди-
нять тонкой штрихпунктирной линией.

Линия – основной элемент графики. В табл. 2 представлены на-
именования, начертания и назначения линий на чертежах всех отраслей
промышленности, архитектуры и строительства в соответствии с тре-
бованиями Государственных стандартов – ГОСТ 2.303-68. Их называют
стандартными чертежными линиями. Они широко применяются в графике
инженерами и техниками в процессе технического проектирования и конст-
руирования. Вы в своих графических работах и в рабочей тетради будете
использовать эти линии.

Основная надпись, образующая часть графического документа назы-
ваемого «чертёж». В основной надписи записываются необходимые
сведения такие как: обозначение чертежа, наименование чертежа,
информация о предприятии, разработавшем чертёж, вес изделия, масштаб
отображаемой детали, стадию разработки, номер листа, дату выпуска
чертежа, а так же информацию о лицах ответственных за данный
документ. Чертёж без основной надписи не рассматривается, как
стандартный элемент документации и не может быть передан в
производство. Содержание основной надписи, её расположение и размеры
регламентируются стандартом - ГОСТ 2.104 – 68. Графические элементы
основной надписи выполняются линиями, предусмотренными для
нанесения видимого контура, все остальные линии тонкие.

2 – подпись разработчика чертежа заполняется ручкой.

4 – фамилия преподавателя поверяющего че

определённом порядке. Каждому документу присваивается обозначение, состоящее из знаков, разделённых между собой точками.

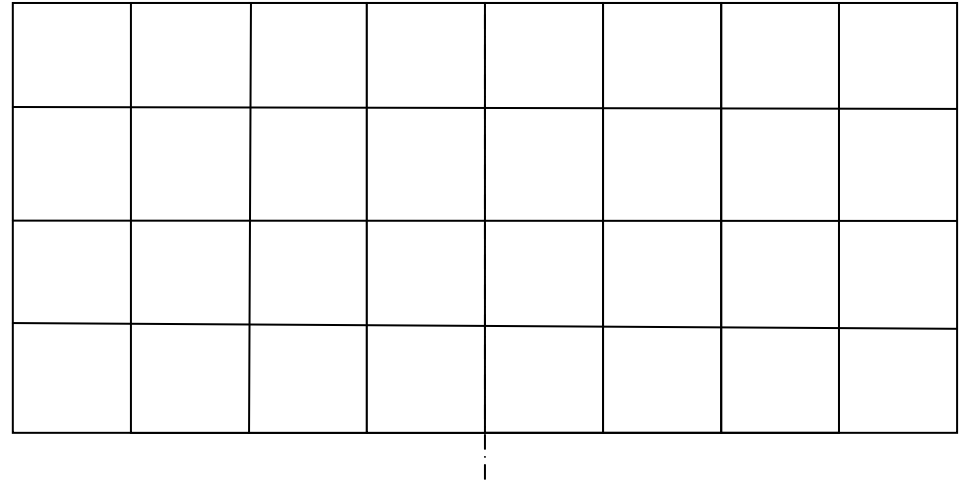
7 – здесь пишутся буквы, которые называются «Литера» от латинского слова «littera» что значит – буква. Литера указывает, на какой стадии разработки находится документ.

9 – графа для указания номера листа. Единичный экземпляр документа не нумеруется.

11 – название предприятия выпустившего документ

12 – графа для обозначения материала, из которого изготавливается деталь. Заполнение ведётся только на чертежах деталей.

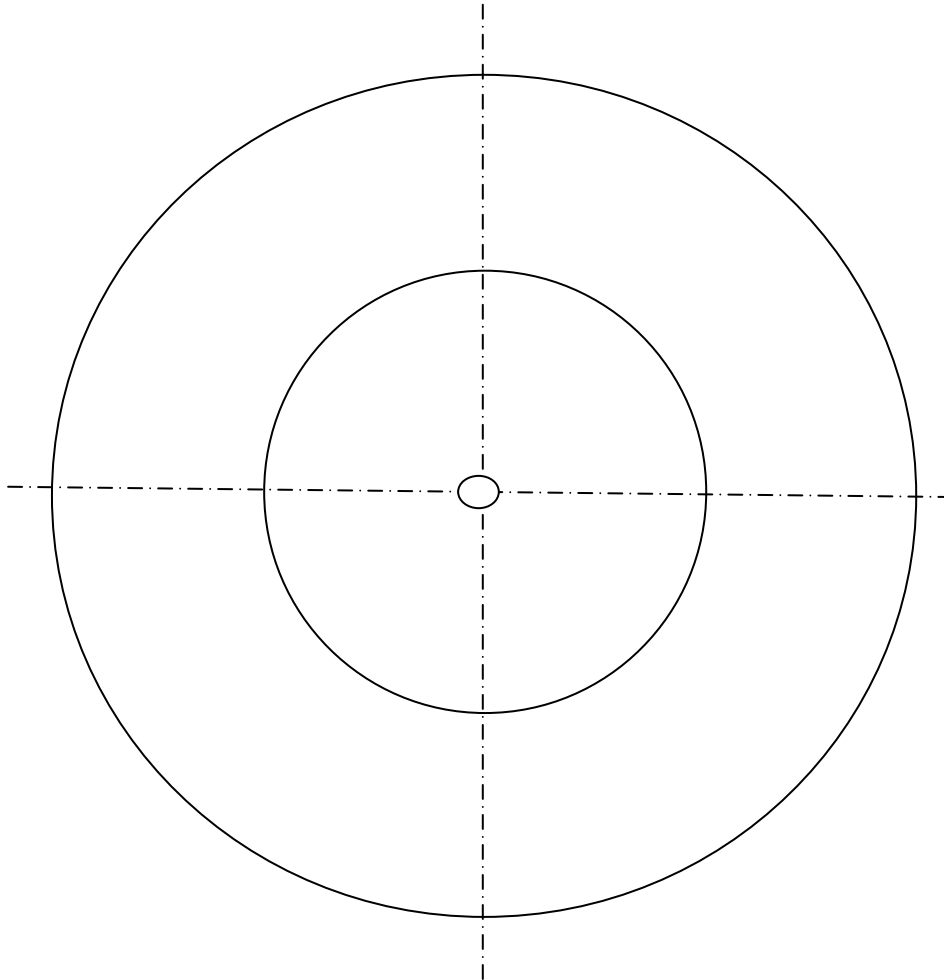
Построение параболы при заданной вершине, оси симметрии и точек A и B .



Построение лекальных кривых линий

1. **Эллипс** - замкнутая плоская выпуклая кривая, сумма расстояний каждой точки которой до двух данных точек (фокусов), лежащих на его большой оси, есть величина постоянная и равная длине большой оси.

В технике широко применяется способ построения эллипса по большой AB и малой CD осям.



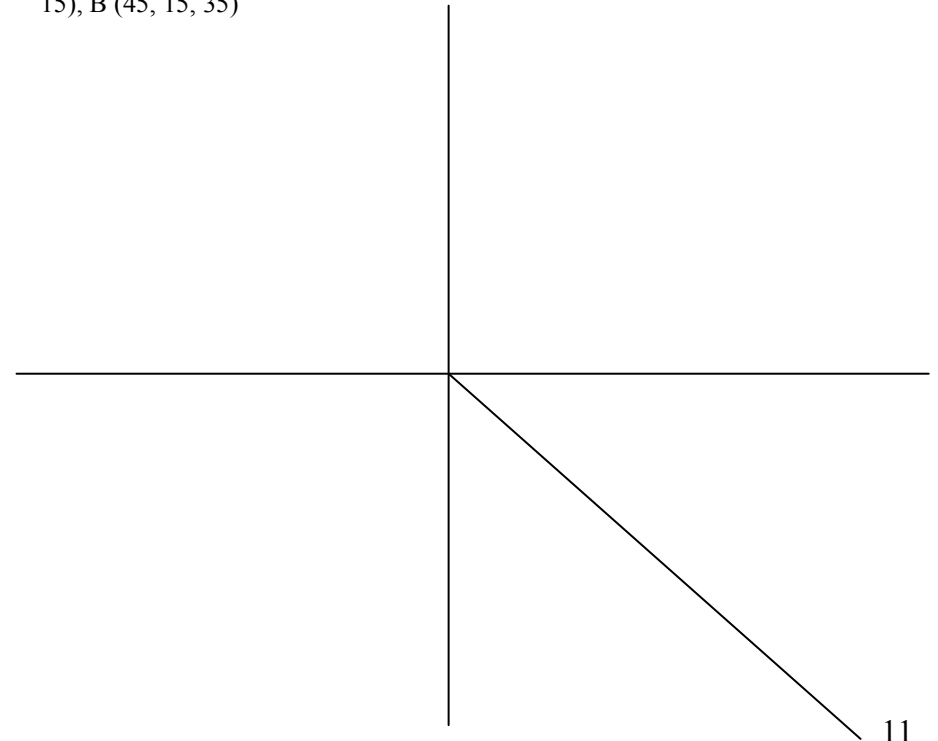
ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Комплексный чертеж (эпюр) точки состоит из двух или трех ортогональных проекций. Эти проекции получают на взаимно перпендикулярных плоскостях проекций. Одна из плоскостей проекций H - называется горизонтальной плоскостью проекций, вторая V - фронтальной, а третья W - профильной. Линии пересечения плоскостей проекций называются осями координат x, y, z .

Плоскости проекций делят пространство на 8 трехгранных углов - четверти или октанты. Система знаков соответствует "правой системе" координат, принятой в большинстве европейских стран. Зритель, рассматривающий оригинал, находится в первом октанте.

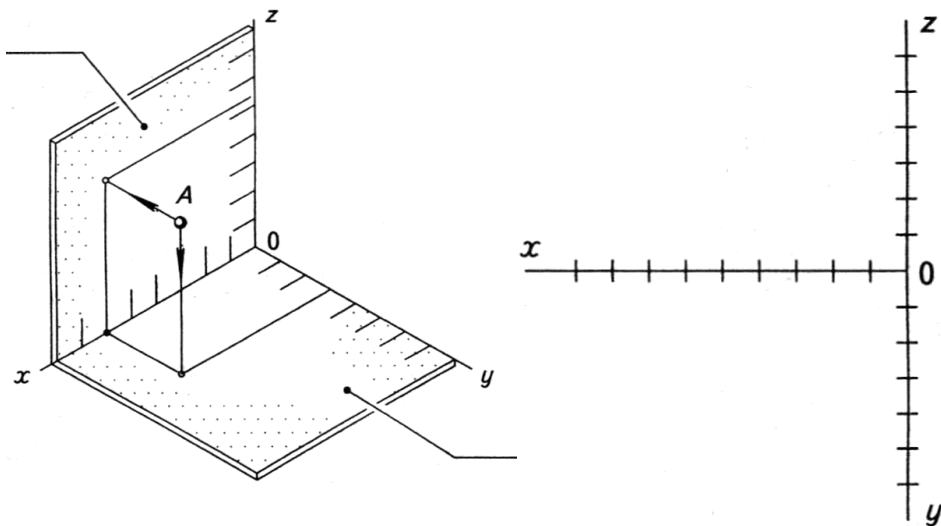
Две проекции одной и той же точки лежат на одной линии связи, которая перпендикулярна оси проекций. Положение точки на плоскости определяется двумя координатами. Координата - отрезок, выражающий расстояние точки до плоскости проекций. Две проекции точки определяют ее положение в пространстве. По двум проекциям точки можно определить все три ее координаты.

Задача 2. Построить проекции точек по заданным координатам: $A(20, 35, 15)$, $B(45, 15, 35)$



Задача 3. На заданном наглядном изображении (прямоугольная изометрическая проекция) обозначить геометрические элементы аппарата проецирования точки A на две плоскости проекций, записать в таблицу их обозначения и названия.

Построить эпюр точки A, соответствующий наглядному изображению, и записать в таблицу обозначения и названия того элемента эпюра, который соответствует на наглядном изображении (и в пространстве).



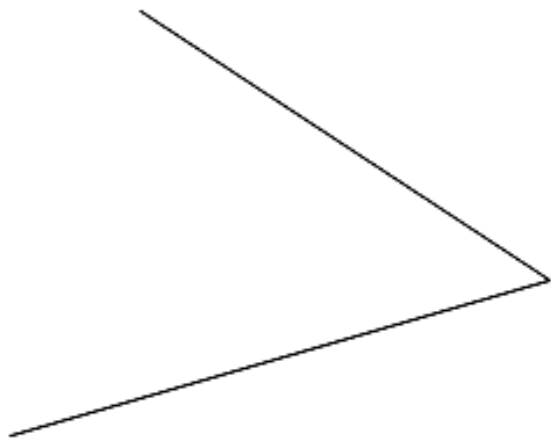
Название элемента аппарата проецирования		Обозначение
Аксонметри- ческое изображение		
Эпюр		

Сопряжение дуги с дугой

1. Внешнее сопряжение

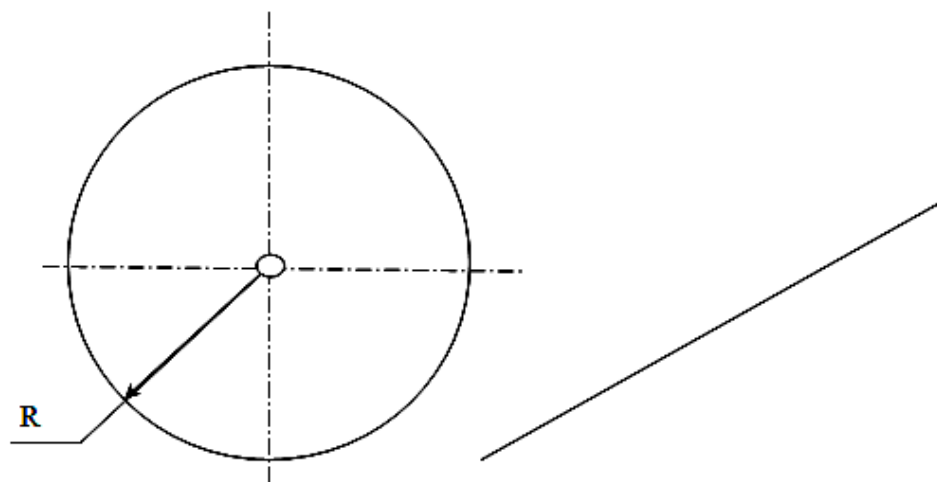
2. Внутреннее сопряжение

2. Скругление острого угла. $R = 20 \text{ мм}$



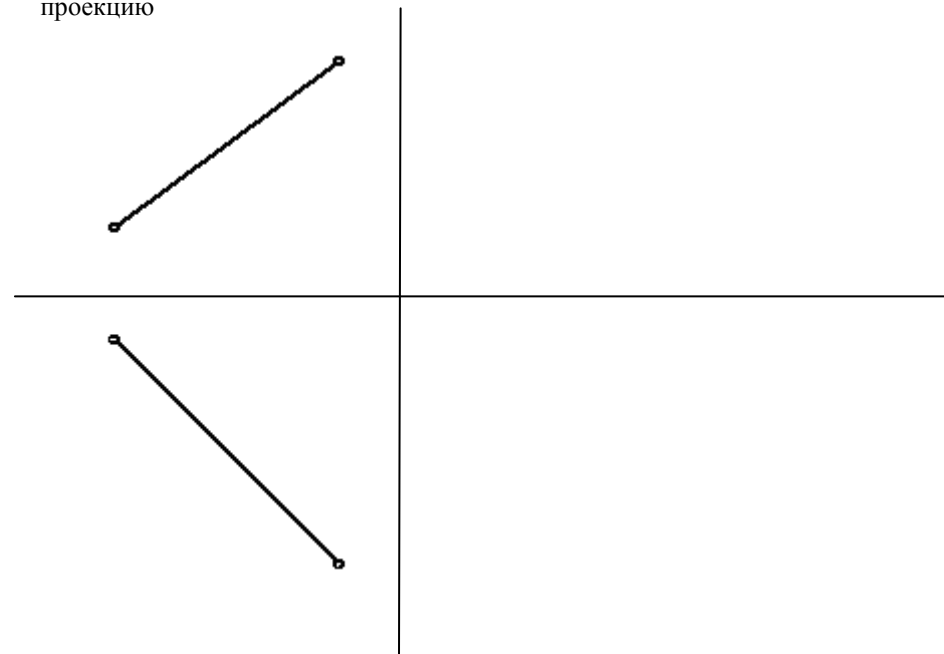
Сопряжение прямых линий с окружностями (дугами)

1. Внешнее сопряжение прямой линии с дугой. $r = 10 \text{ мм}$



Прямая линия в пространстве определяется положением двух ее точек. Значит, достаточно выполнить комплексный чертеж этих точек, а затем соединить одноименные проекции точек прямыми линиями, чтобы получить соответственно горизонтальную и фронтальную проекции прямой.

Задача 4. По двум заданным проекциям отрезка АВ построить его третью проекцию



Прямая в пространстве может занимать как общее, так и частное положение. Прямая общего положения – прямая наклоненная ко всем плоскостям проекций. Прямые частного положения могут занимать положения параллельные плоскостям проекций и перпендикулярные плоскостям проекций.

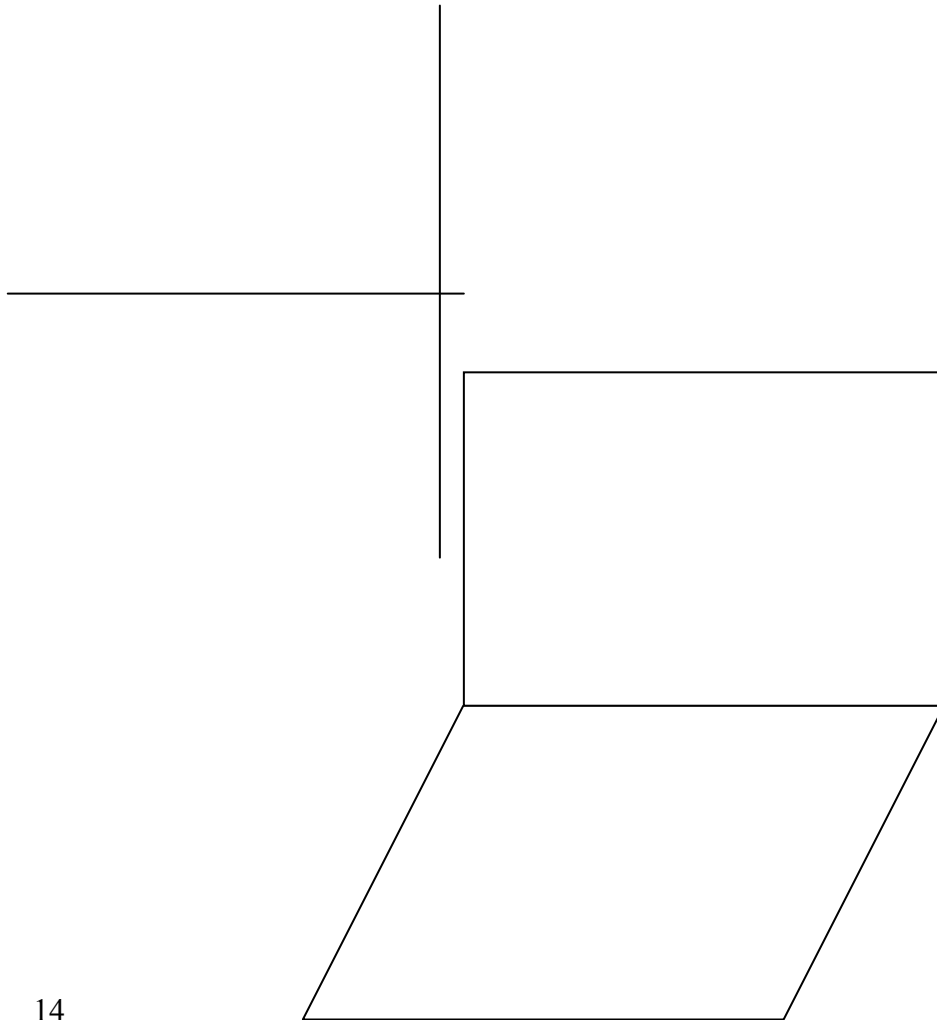
Прямые параллельные плоскостям проекций называются прямыми уровня. Прямая параллельная плоскости H называется горизонталью, прямая параллельная плоскости V – фронталь, прямая параллельная W – профильная прямая.

Прямая перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций (горизонтально-проецирующая прямая) на чертеже горизонтальная проекция прямой – точка, а фронтальная ее проекция – прямая, перпендикулярная оси X .

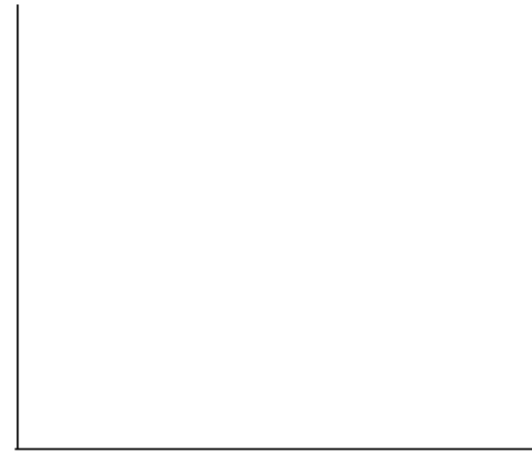
Прямая перпендикулярная фронтальной плоскости проекций (фронтально-проецирующая прямая) на чертеже фронтальная проекция прямой – точка, а горизонтальная ее проекция – прямая, перпендикулярная к оси X .

Прямая перпендикулярная профильной плоскости проекций (профильно-проецирующая прямая) на чертеже фронтальная и горизонтальная проекции прямой – линии параллельные оси X , а профильная ее проекция – точка.

Задача 5. Построить проекции отрезка прямой DE по заданным координатам его концов D (10, 5, 35), E (45, 25, 10). Дайте наглядное изображение этого отрезка.



2. Деление прямого угла на три равные части.

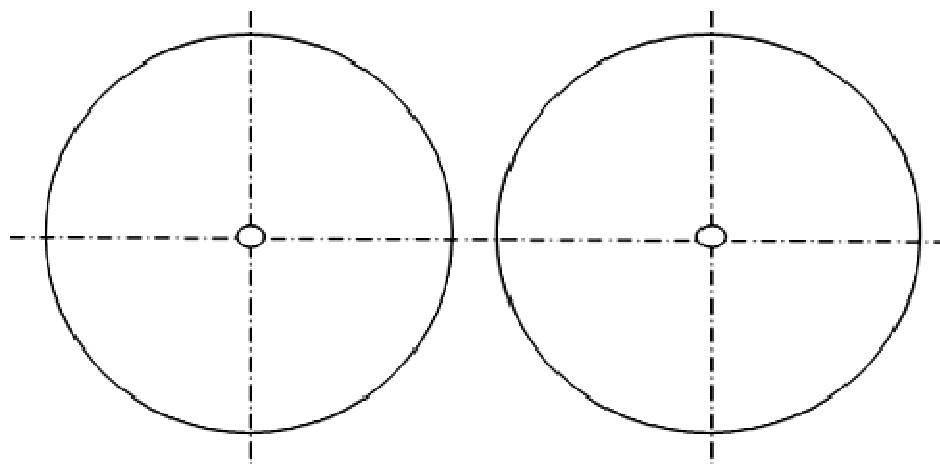


Скругление углов

1. Скругление прямого угла. $R = 40 \text{ мм}$

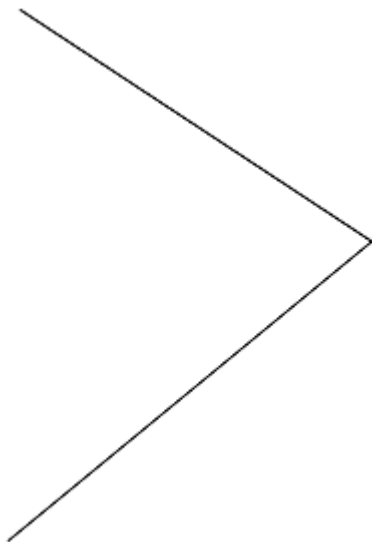


3. Деление окружности на пять равных частей

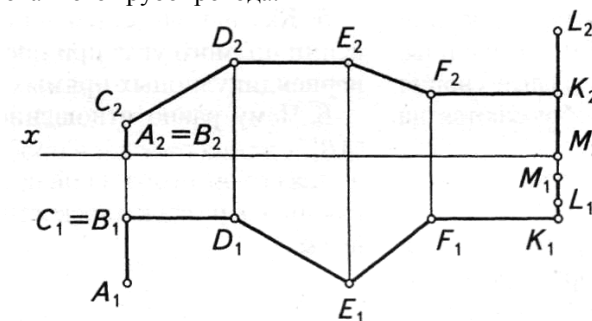


Деление угла на равные части

1. Деление угла на две равные части (построение биссектрисы угла).



Задача 6. Определить и записать, какое положение занимает каждое звено схематизированного трубопровода.



<i>AB</i> –	<i>EF</i> –
<i>BC</i> –	<i>FK</i> –
<i>CD</i> –	<i>KL</i> –
<i>DE</i> –	<i>LM</i> –

Если в пространстве прямые пересекаются, то на эпюре одноименные проекции прямых пересекаются и точки их пересечения лежат на одной линии связи. В частном случае пересекающиеся прямые могут быть перпендикулярны между собой.

Любой угол, стороны которого расположены параллельно плоскости проекций, проектируется на эту плоскость без искажения.

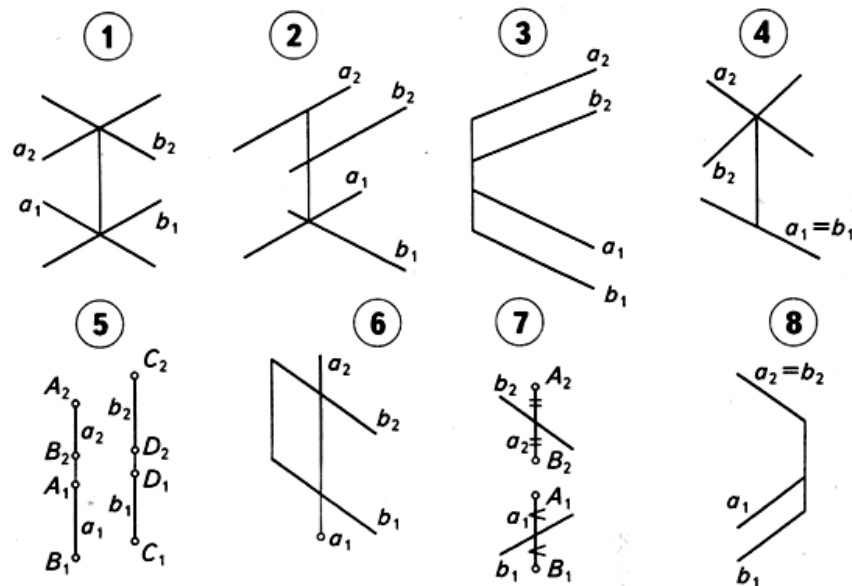
Прямой угол, у которого хотя бы только одна сторона параллельна плоскости проекций, проектируется на эту плоскость тоже прямым углом (т. е. без искажения).

Если прямые в пространстве параллельны на эпюре одноименные проекции прямых параллельны.

Если прямые не пересекаются и не параллельны, то они скрещиваются.

Взаимное расположение двух прямых при наличии хотя бы одной профильной прямой устанавливается по третьей проекции.

Задача 7. Определить и записать, как расположены относительно друг друга прямые a и b .



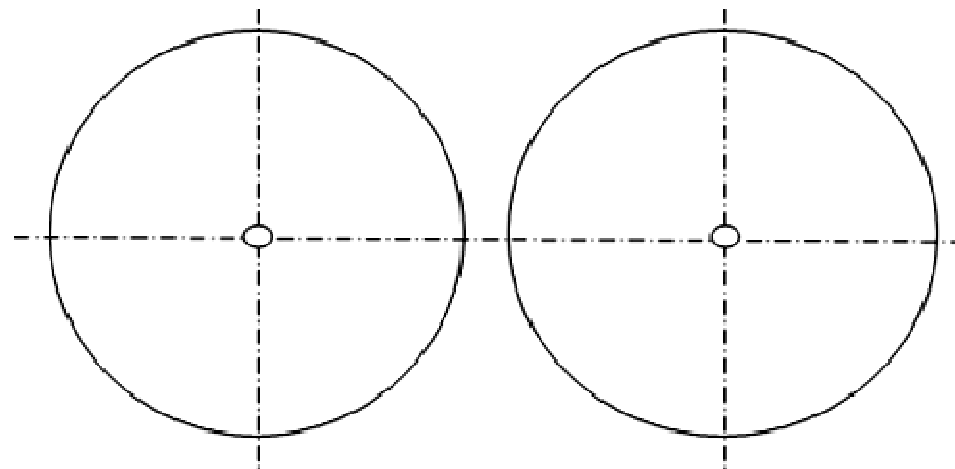
Ответ

\cap	
\div	
\parallel	

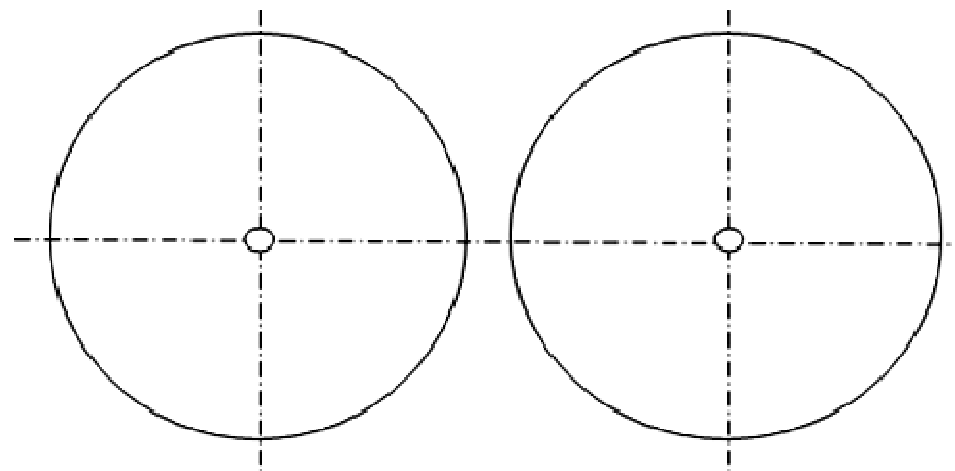
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Деление окружности на равные части

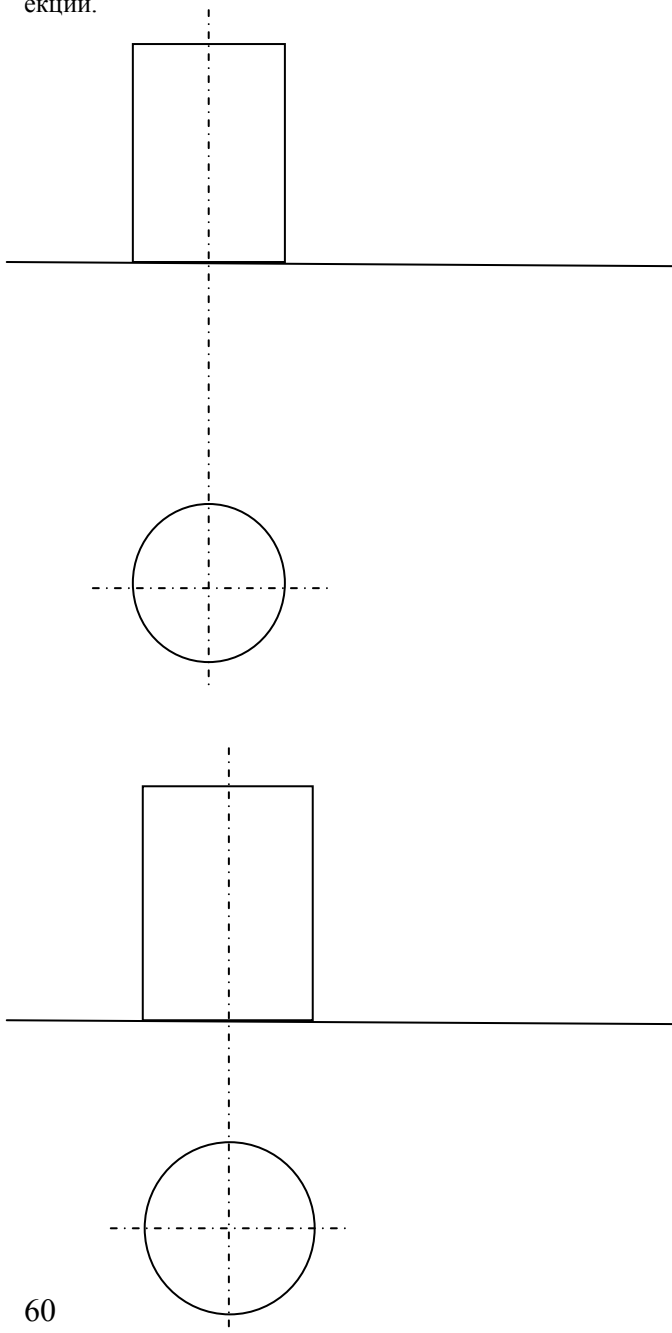
1. Деление окружности на четыре и восемь равных частей



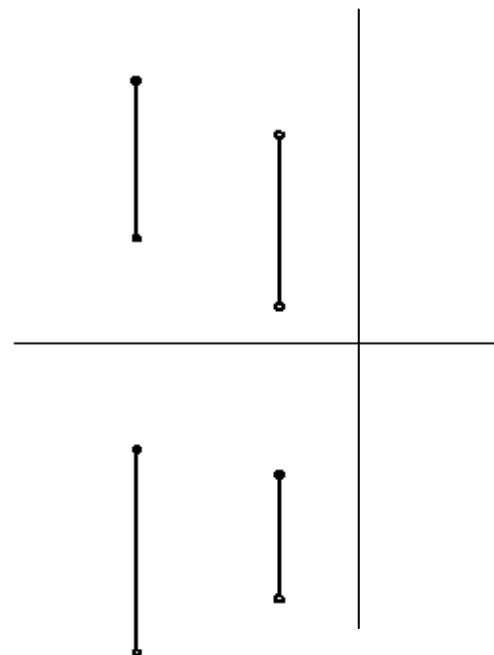
2. Деление окружности на три и шесть равных частей



Задача 32. Построить тень плоской фигуры на одну и две плоскости проекций.



Задача 8. Определить взаимное расположение прямых CD и EF.



Плоскость может быть задана в пространстве следующими геометрическими элементами: тремя точками, не лежащими на одной прямой; прямой и точкой, не лежащей на этой прямой; двумя параллельными прямыми; двумя пересекающимися прямыми; плоской фигурой; следами плоскости.

Следом плоскости называется линия, по которой данная плоскость пересекается с плоскостью проекций. Общую точку следов плоскости называют точкой схода следов плоскости. Например, для плоскости P : P_H – горизонтальный след плоскости – линия пересечения плоскости P с горизонтальной плоскостью проекций. P_V – фронтальный след плоскости – линия пересечения плоскости P с фронтальной плоскостью проекций. P_W – профильный след плоскости – линия пересечения плоскости P с профильной плоскостью проекций.

Плоскость, произвольно наклоненную к плоскостям проекций, называют плоскостью общего положения.

Плоскость, перпендикулярную к горизонтальной плоскости проекций, называют горизонтально-проецирующей плоскостью.

Плоскость, перпендикулярную к фронтальной плоскости проекций, называют фронтально-проецирующей плоскостью.

Плоскость, перпендикулярную к профильной плоскости проекций, называют профильно-проецирующей плоскостью.

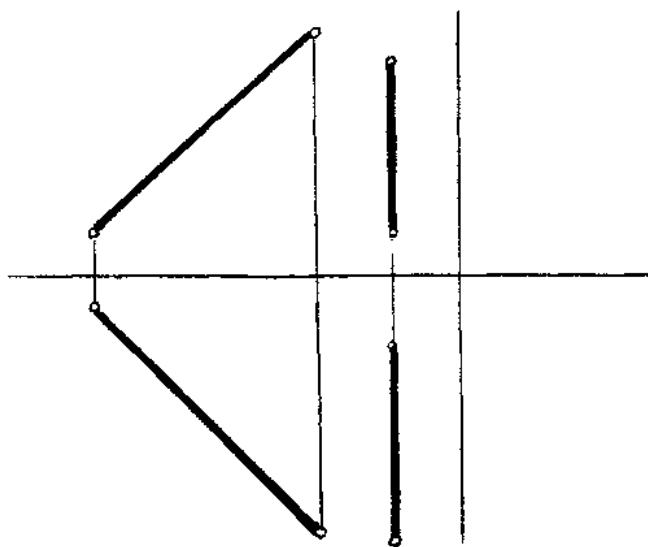
Плоскость, параллельную горизонтальной плоскости проекций, называют горизонтальной уровня (ее фронтальный след параллелен оси X).

Плоскость, параллельную фронтальной плоскости проекций, называют фронтальной уровня (ее горизонтальный след параллелен оси X).

Плоскость, параллельную профильной плоскости проекций, называют профильной уровня (ее фронтальный и горизонтальный следы параллельны осям Z и Y).

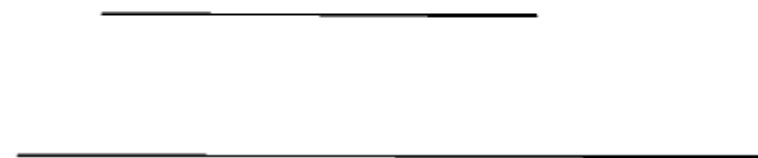
Прямая принадлежит плоскости, если она имеет с плоскостью две общие точки.

Задача 9. Прямые AB и CD пересечь прямой, параллельной горизонтальной плоскости проекций

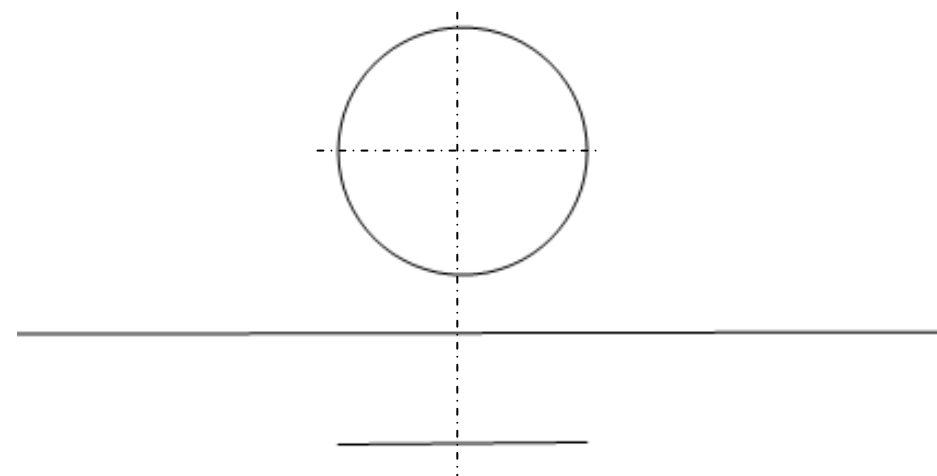


Задача 31. Построить тень плоской фигуры на две плоскости проекций.

а)



б)

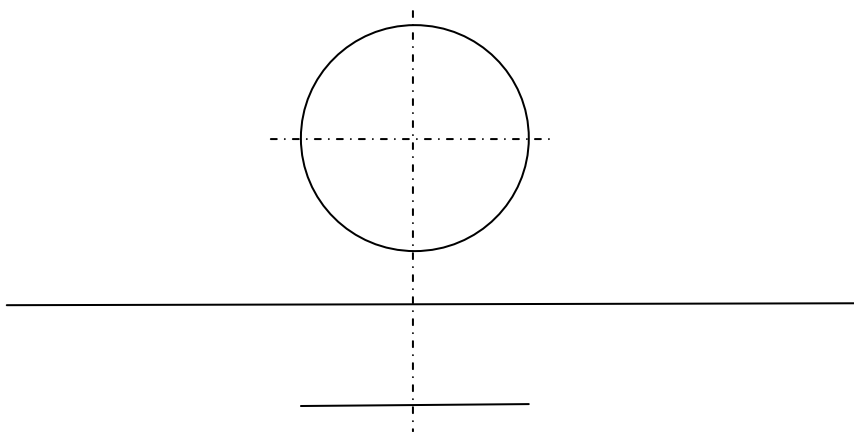


Задача 30. Построить тень плоской фигуры на одну плоскость проекций.

а)

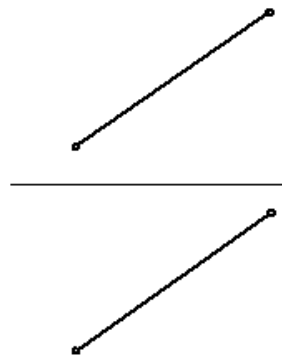


б)

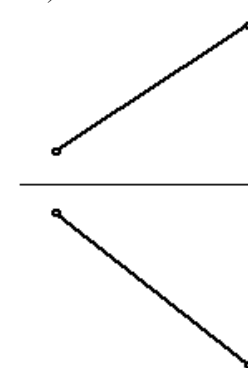


Задача 10. Через прямую DK провести фронтально-проецирующую плоскость P, а через прямую AB – горизонтально-проецирующую плоскость Q. Найти следы плоскостей.

а)

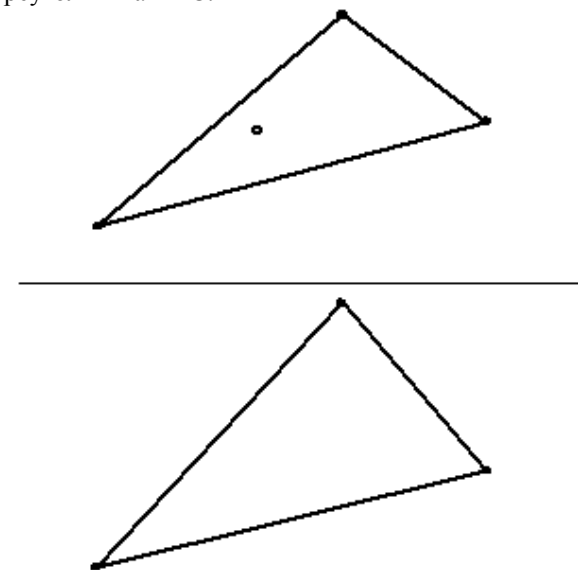


б)



Точка, взятая на какой-либо из прямых, определяющих плоскость, принадлежит плоскости или точка принадлежит плоскости, если через нее можно провести прямую, лежащую в плоскости.

Задача 11. Построить недостающую проекцию точки K, принадлежащую плоскости треугольника ABC.

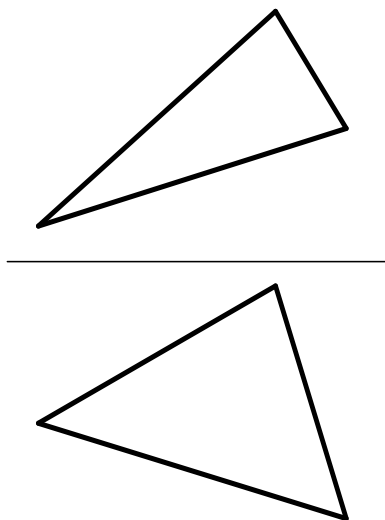


Горизонталью плоскости называют прямую, лежащую в этой плоскости и параллельную горизонтальной плоскости проекций.

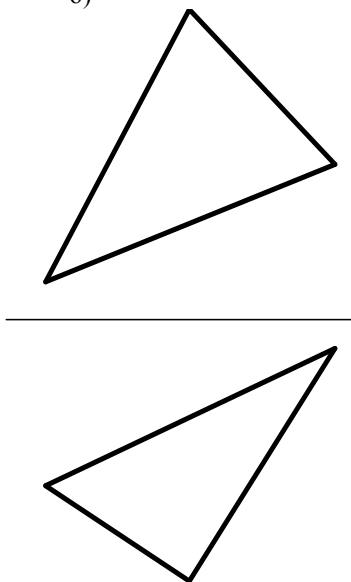
Фронталью плоскости называют прямую, лежащую в плоскости и параллельную фронтальной плоскости проекций.

Задача 12. Провести в плоскости треугольника ABC горизонталь, а в плоскости треугольника EDK – фронталь.

а)



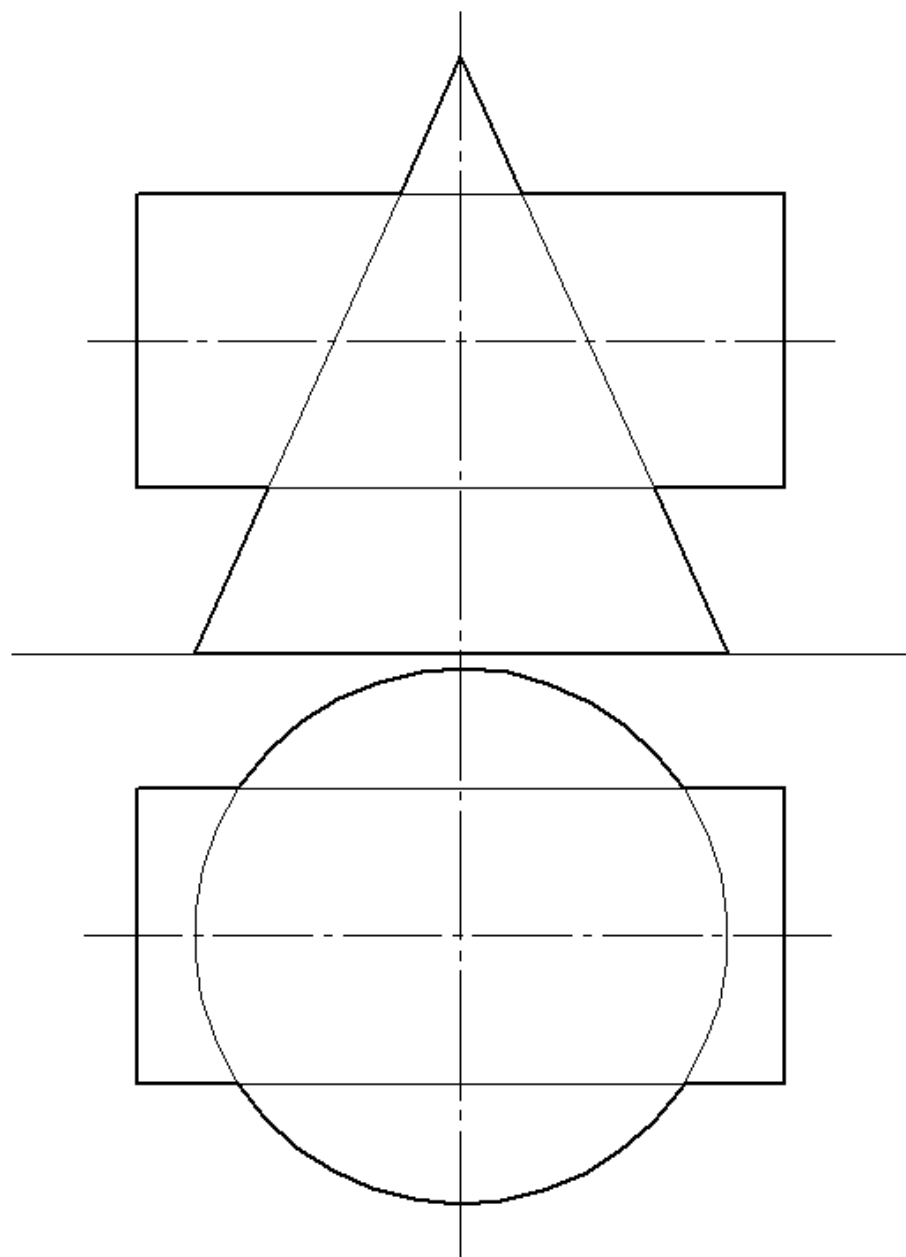
б)



Для того чтобы найти точку пересечения прямой с плоскостью, поступают так:

1. заданную прямую заключают в произвольную вспомогательную плоскость, как правило, проецирующую;
2. находят прямую пересечения плоскостей – заданной и вспомогательной;
3. на пересечении прямых – заданной и полученной – получается искомая точка;
4. определяется видимость участков прямой (заданной) с помощью конкурирующих точек (с помощью фронтально конкурирующих точек определена видимость на фронтальной плоскости проекций, а с помощью горизонтально конкурирующих точек – на горизонтальной плоскости проекций).

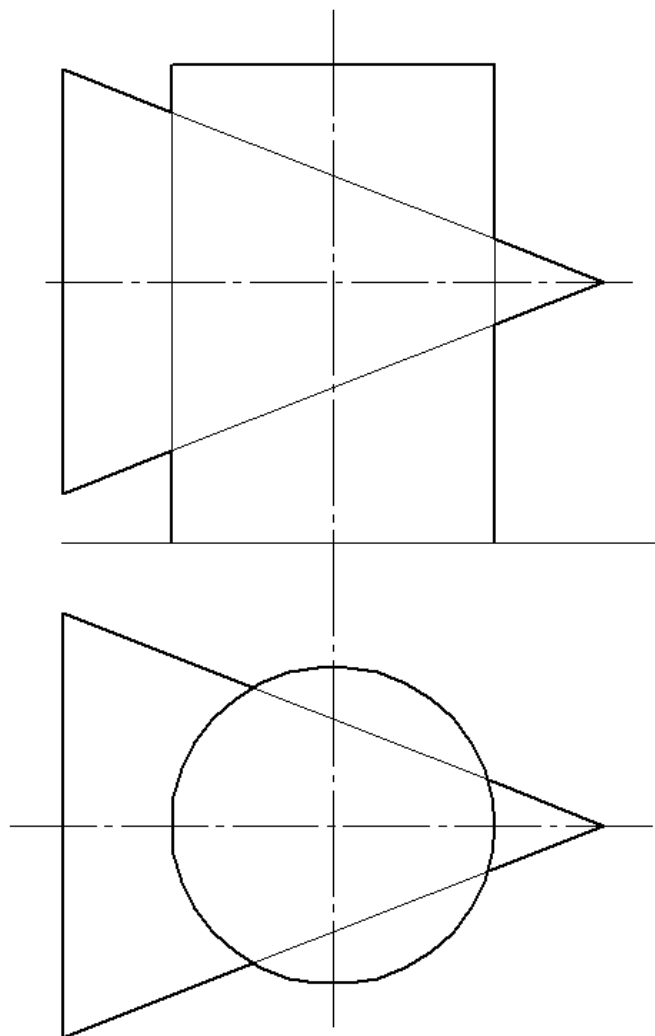
ж)



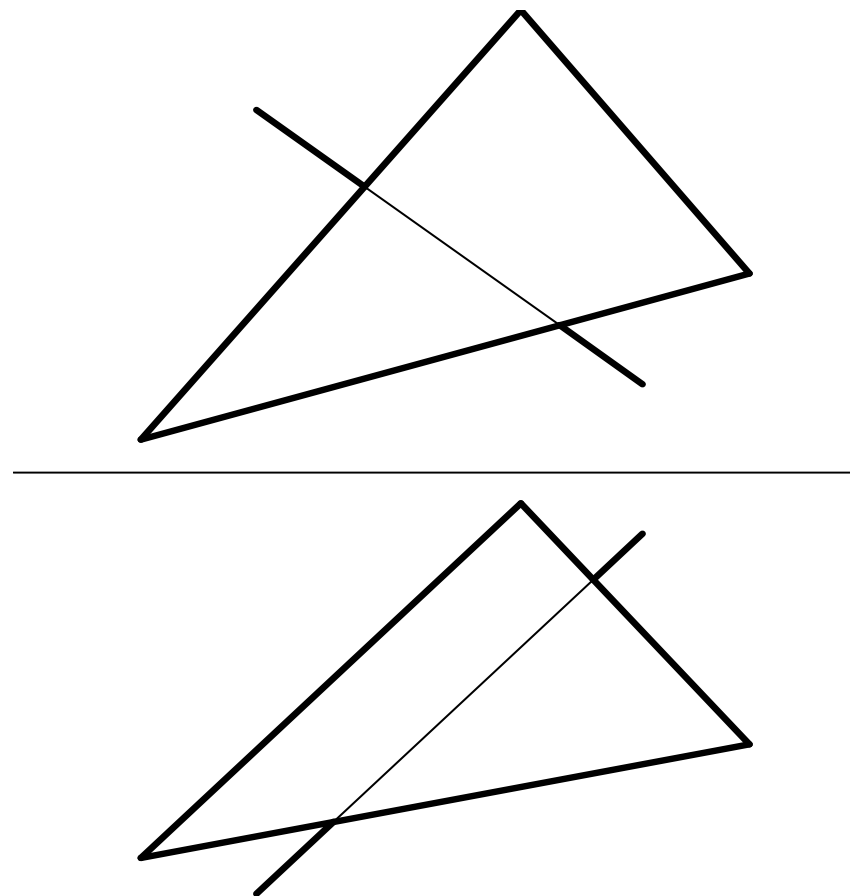
Иногда для того, чтобы найти точки линии пересечения кривых поверхностей, проще ввести не плоскость, а поверхность – шаровую (метод сфер).

Вспомогательные секущие концентрические сферы применяются для построения линии пересечения двух поверхностей вращения с общей плоскостью симметрии и пересекающимися осями. Каждая из этих поверхностей пересекается со сферами по окружностям, которые проецируются на одну из плоскостей проекций прямолинейными отрезками. В пересечении этих окружностей определяются общие точки двух заданных поверхностей.

е)



Задача 13. Построить проекции точек пересечения прямой с плоскостью треугольника, установить видимость участков прямой. прямой DE с $\triangle ABC$:



Во многих случаях решение задач значительно упрощается, если прямые линии и плоскости геометрического образа являются проецирующими относительно плоскостей проекций.

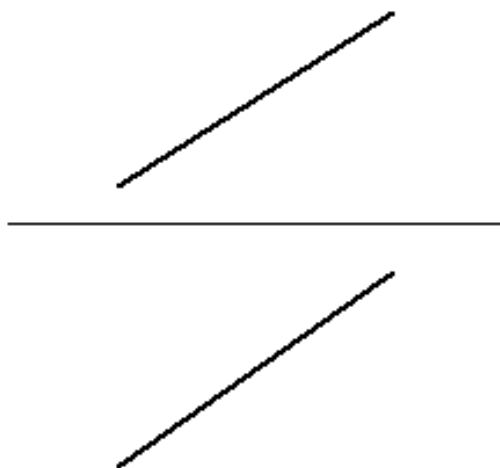
Различные требования к чертежу, а также необходимые условия для упрощения решения ряда позиционных и метрических задач требует построения новых, дополнительных проекций, исходя из двух заданных. Такое преобразование может быть выполнено следующими способами: плоскопараллельным перемещением, заменой плоскостей проекций, вращением, совмещением (частный случай вращения).

Способ замены плоскостей проекций состоит в том, что одна из плоскостей проекций заменяется на новую плоскость, причем новая плоскость (заменяющая) остается в положении, перпендикулярном к незаменяемой плоскости проекций.

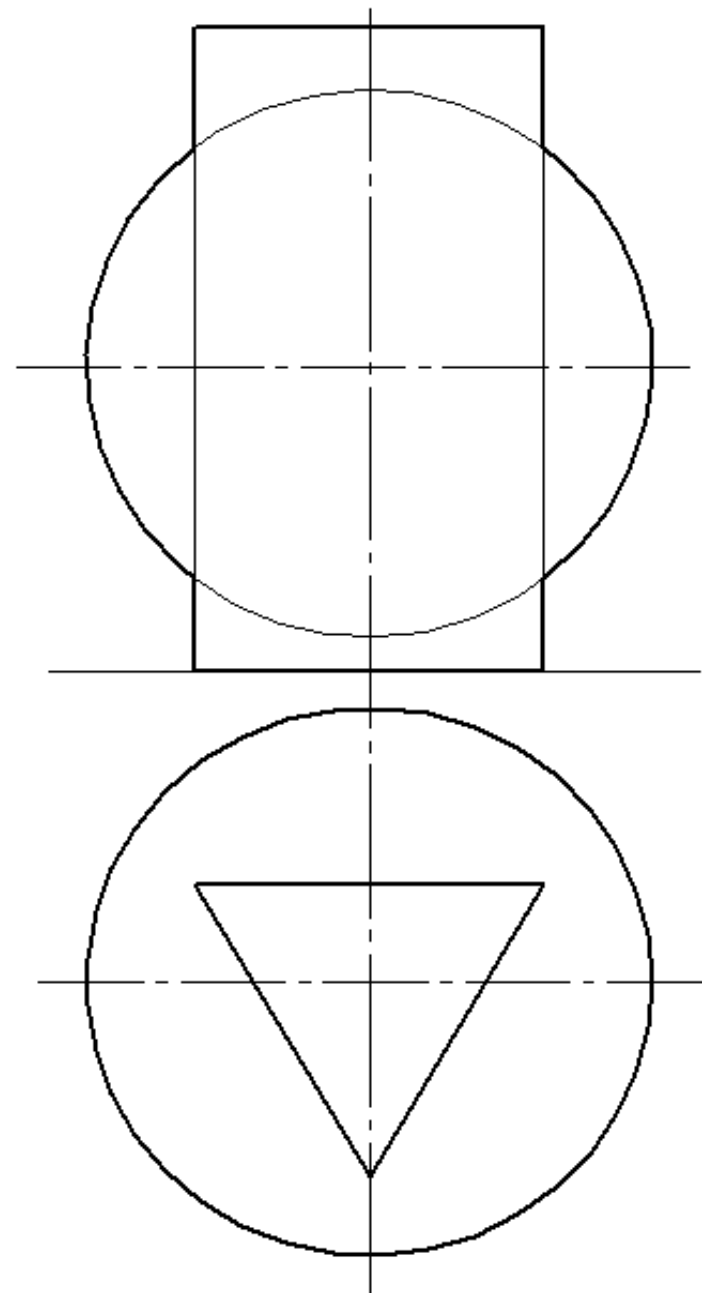
При замене фронтальной плоскости проекций координаты Z остаются неизменными. При замене горизонтальной плоскости проекций координаты Y не изменяются.

Для преобразования прямой общего положения в горизонталь необходимо заменить плоскость H на H_1 , а во фронталь – V на V_1 .

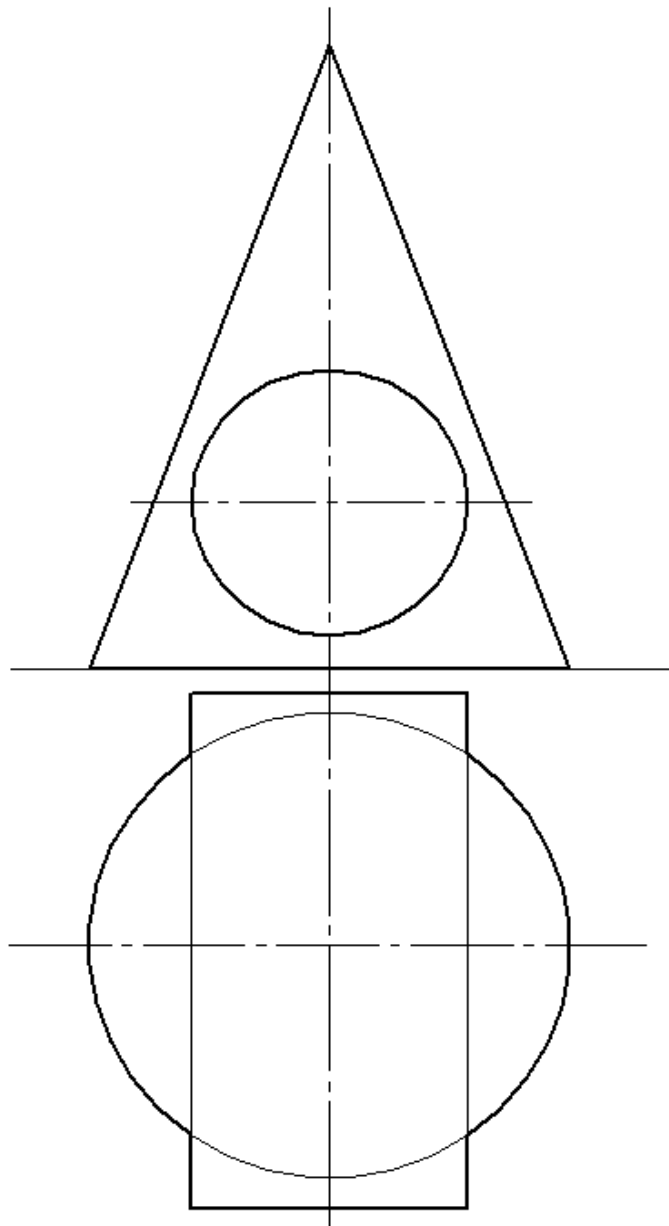
Задача 14. Определить натуральную величину прямой АВ способом замены плоскостей проекций.



д)



г)

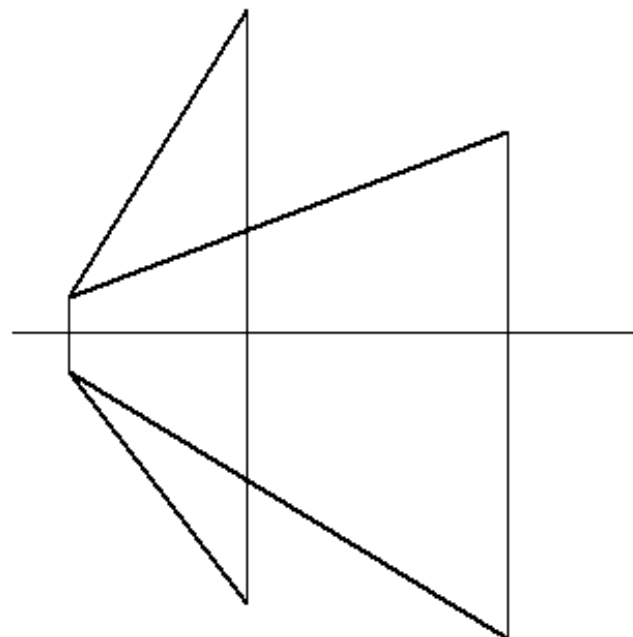


Способ вращения заключается в том, что оригинал вращается вокруг оси, перпендикулярной к одной из плоскостей проекций. При этом все точки оригинала вращаются в плоскостях, перпендикулярных к оси вращения.

Если ось вращения перпендикулярна к горизонтальной плоскости проекций, то траектория движения точки на горизонтальной плоскости проекций проецируется в окружность. На фронтальной плоскости - эта траектория отобразится прямой, перпендикулярной к оси вращения.

При вращении отрезка прямой линии или плоской фигуры вокруг оси, перпендикулярной к плоскости проекций, проекция на эту плоскость не изменяется ни по виду, ни по величине. Меняется лишь положение этой проекции относительно оси проекций. Все точки прямой линии или плоской фигуры на другой плоскости проекций будут перемещаться по прямым перпендикулярным к оси вращения.

Задача 15. Определить натуральные величины прямых АВ и АС методом вращения.

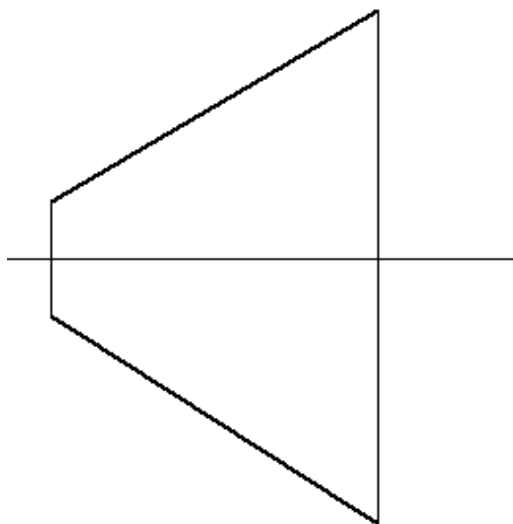


Плоскопараллельное перемещение можно рассматривать как вращение вокруг невыявленных проецирующих прямых. Здесь все точки геометрического образа перемещаются во взаимно параллельных плоскостях.

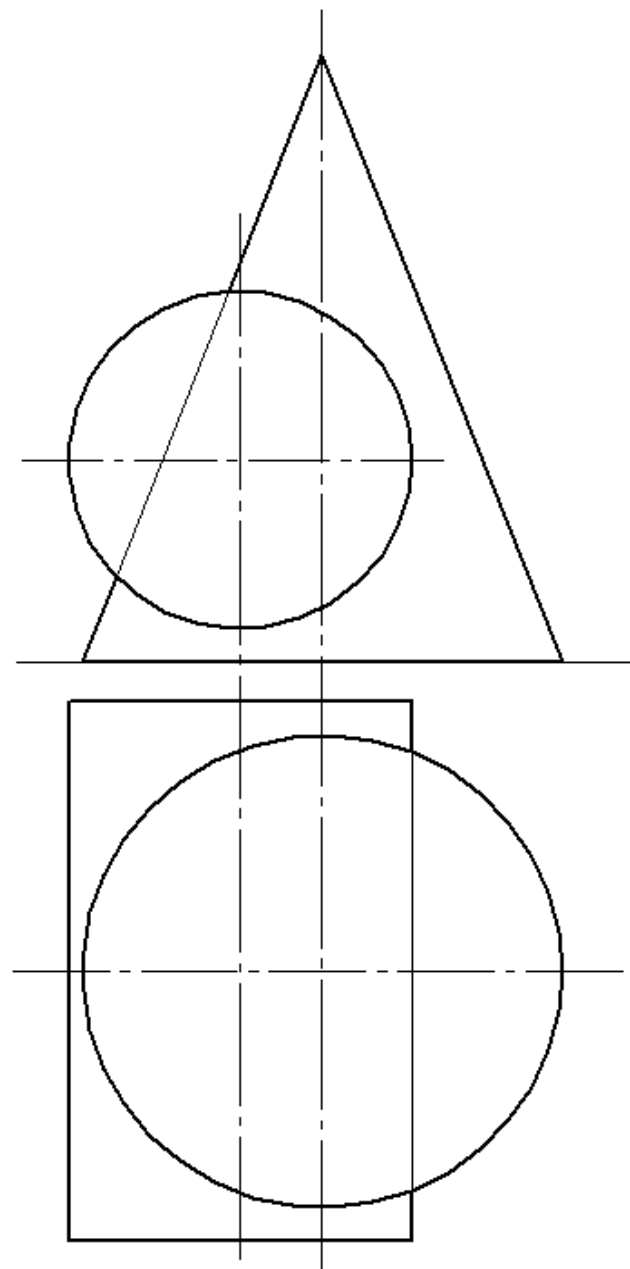
При плоскопараллельном перемещении геометрического образа одна из его проекций (оставаясь равной самой себе) перемещается в плоскости проекций, другие проекции точек геометрического образа перемещаются по прямым, параллельным направлению оси проекций.

При плоскопараллельном перемещении каждая точка фигуры движется в плоскостях уровня. Перемещение осуществляется параллельно плоскостям проекций. Одна из проекций фигуры при этом не изменяет вида и величины, но изменяется ее положение относительно оси проекций. Другие проекции точек будут перемещаться по прямым параллельным оси проекций.

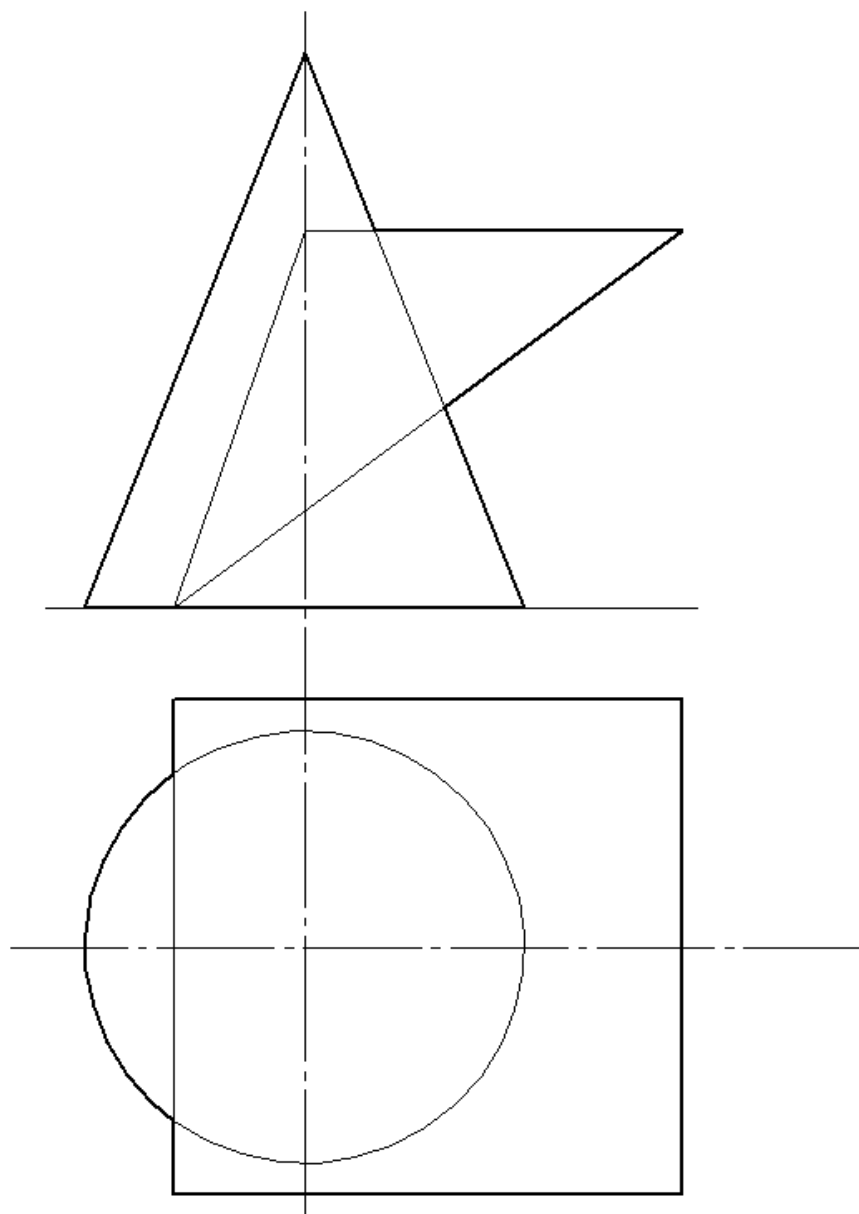
Задача 16. Определить натуральную величину прямой АВ методом плоскопараллельного перемещения.



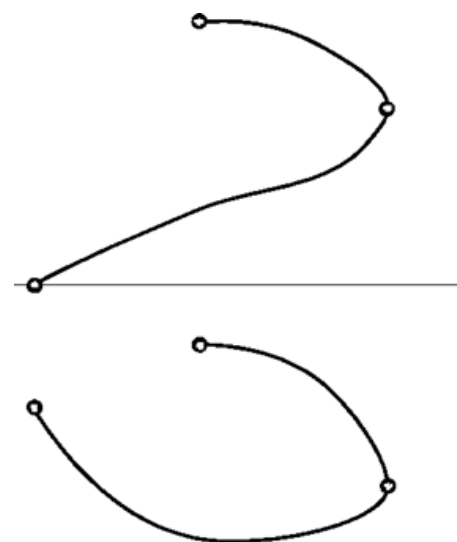
в)



б)



Задача 17. Определить длину заданной пространственной кривой.



Поверхность - это геометрическое место линий перемещающихся в пространстве. Производящая (образующая) кинематической поверхности перемещается в пространстве по определенному закону. От вида образующей и закона ее перемещения зависит форма (вид) кинематической поверхности.

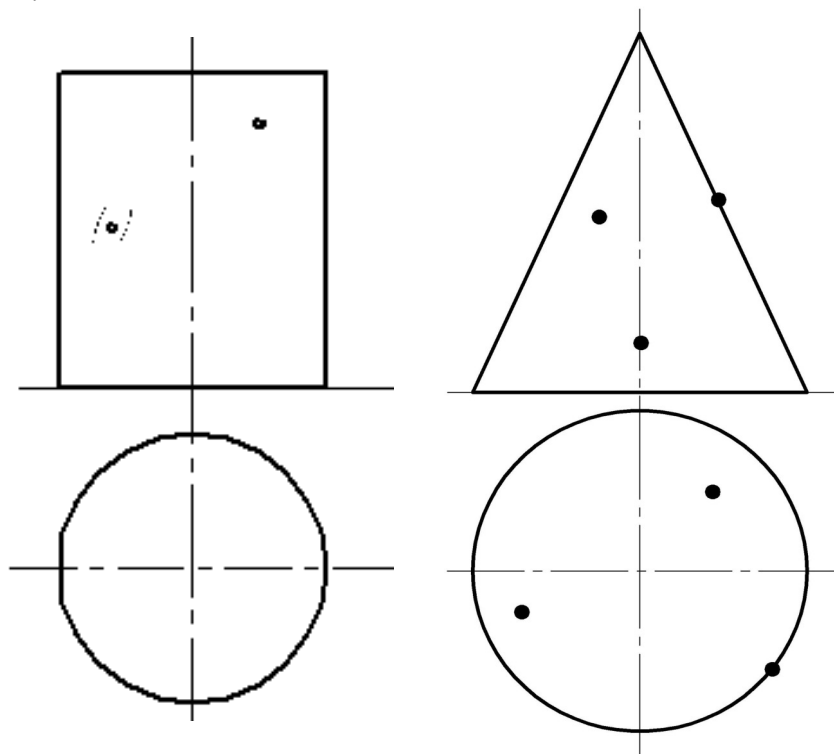
Совокупность основных параметров поверхности, которые определяют ее задание, называют определителем поверхности.

Определителем конуса вращения может быть ось и образующая или вершина и направляющая линия.

Определителем цилиндра вращения может быть ось и образующая или ось и направляющая.

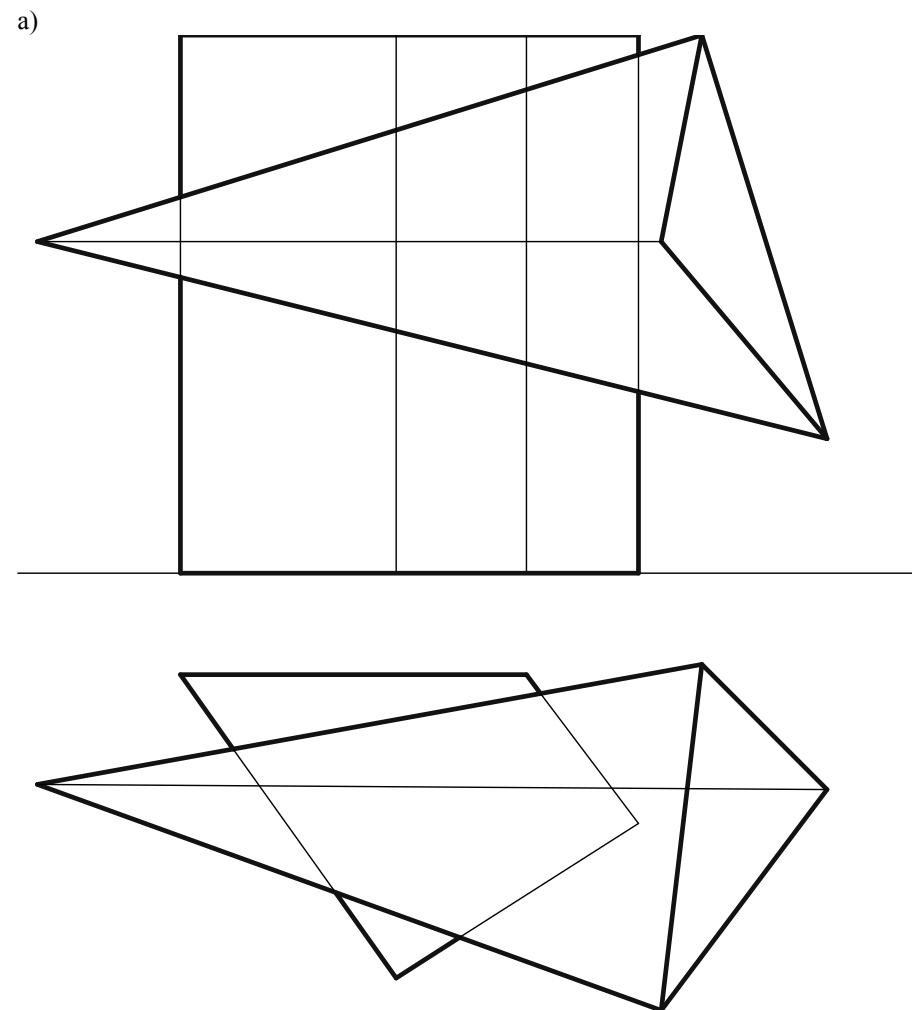
Точки, лежащие на поверхности вращения должны лежать на их параллелях или образующих.

Задача 18. Построить недостающие проекции точек, лежащих на поверхностях.



положение, то таким способом определяются горизонтальные проекции точек линии пересечения. Если фигура занимает горизонтально-проецирующее положение, то таким способом определяются фронтальные проекции точек линии пересечения.

Задача 29. Построить линии пересечения двух поверхностей



Поверхности двух геометрических тел могут пересекаться по одной и по двум замкнутым линиям. Одна линия пересечения получается при частичном пересечении поверхностей, когда одна из поверхностей "врезается" в другую. Две линии пересечения получаются при полном пересечении поверхностей.

Для того чтобы построить линию пересечения двух поверхностей, нужно найти ряд общих точек, принадлежащих им, и затем эти точки соединить в определенной последовательности.

Линией пересечения может быть:

1. пространственная кривая – при пересечении двух кривых поверхностей;
2. плоские кривые линии – при пересечении кривой поверхности и многогранника;
3. пространственная ломаная линия – при пересечении двух многогранников.

Иногда линия пересечения двух поверхностей может оказаться плоской – прямой линией, окружностью, эллипсом и т.д.

Для того чтобы найти произвольную точку линии пересечения, поступают так:

1. вводят вспомогательную секущую плоскость (как правило, уровня чертеж);
2. находят линии пересечения этой плоскости с каждой поверхностью;
3. на пересечении найденных линий получают искомые точки.

Последовательно вводя ряд вспомогательных плоскостей, можно найти необходимое число точек.

Вспомогательную плоскость следует выбирать так, чтобы ее линия пересечения с каждой поверхностью проектировалась на плоскости проекций в виде простейших линий – прямой или окружности.

Линию пересечения двух многогранников можно найти и так:

1. находят точки пересечения ребер одного многогранника (A) с гранями другого (B);
2. находят точки пересечения ребер второго многогранника (B) с гранями первого (A);
3. найденные точки последовательно соединяют между собой прямыми линиями.

Соединяют между собой обязательно только те точки, которые принадлежат одним и тем же граням каждого многогранника.

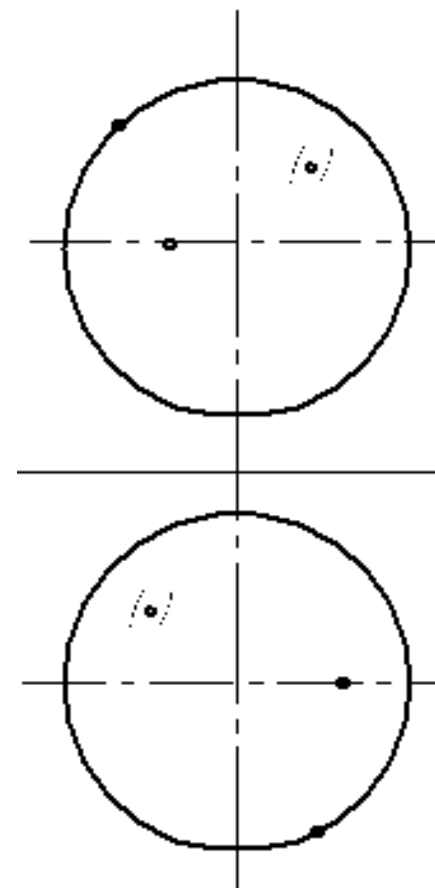
Если хотя бы одна из поверхностей занимает проецирующее положение, то линию пересечения можно найти и таким образом: берутся точки на проецирующей поверхности через которые проводят образующие второй поверхности и находят общие точки этих поверхностей, а затем соединяют эти точки кривой линией согласно последовательности точек на проецирующей поверхности. Если фигура занимает фронтально-проецирующее

Поверхность сферы образуется в том случае, когда центр окружности принадлежит оси вращения.

На чертеже поверхность задается проекциями ее определителей. Для придания большей наглядности поверхности на чертеже вычерчивают ее очерк. Очерком поверхности называют линию пересечения с плоскостью проекций проецирующей поверхности, обертывающей данную поверхность.

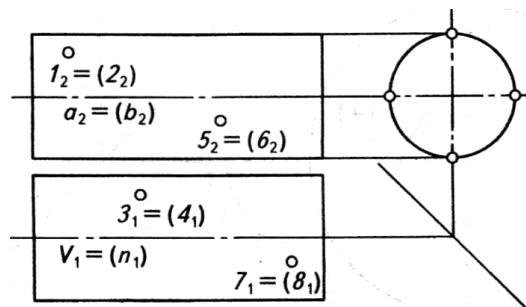
При пересечении поверхности цилиндра плоскостями могут получаться следующие линии: окружность, эллипс, две образующие и одна образующая (при касании). При пересечении поверхности конуса плоскостями могут получаться: окружность, эллипс, парабола, гипербола, две пересекающиеся образующие.

Линию пересечения поверхности с плоскостью строят по точкам пересечения образующей поверхности в ряде ее положений с этой плоскостью.

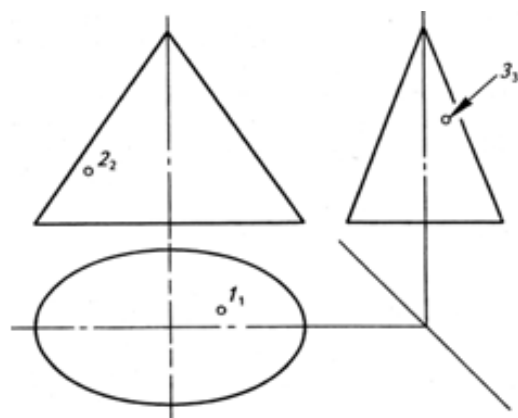


Задача 19. Построить недостающие проекции обозначенных точек поверхности, показав их видимость.

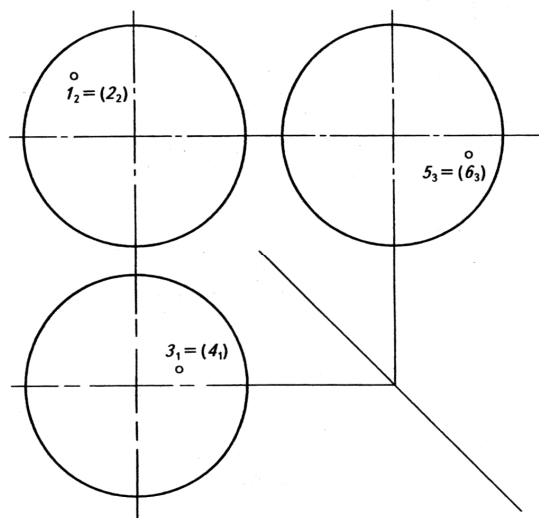
а)



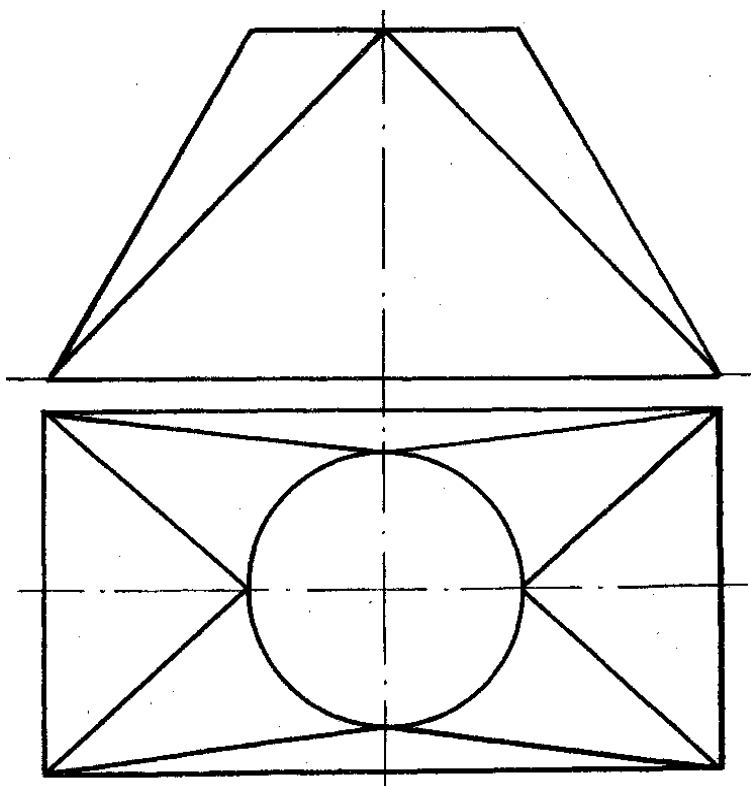
б)



в)



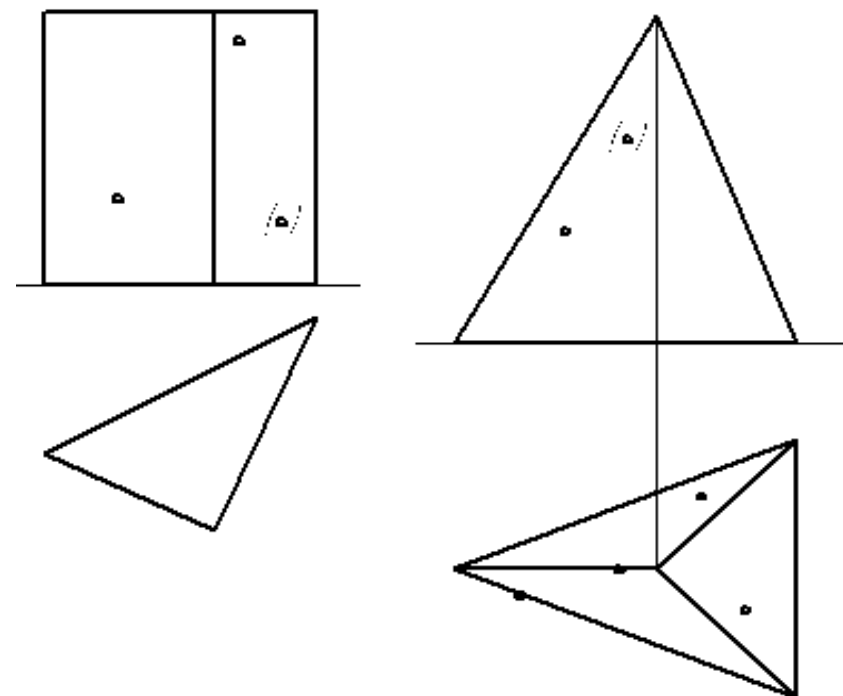
Задача 28. Построить приближенную развертку и аксонометрию технической конструкции



Поверхность многогранника ограничена плоскими многоугольниками. Элементами многогранника являются вершины, ребра и грани. Построение проекций многогранника сводится к построению проекций его элементов.

Чтобы построить проекции точки, лежащей на поверхности многогранника, необходимо "связать" эту точку с соответствующей гранью какой-либо прямой.

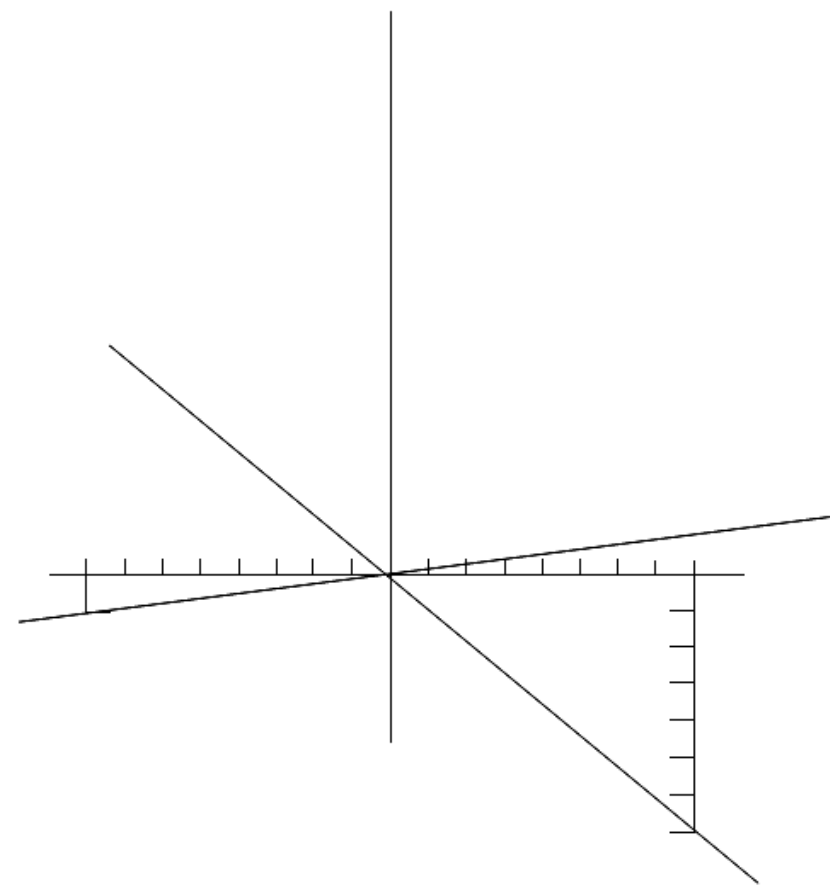
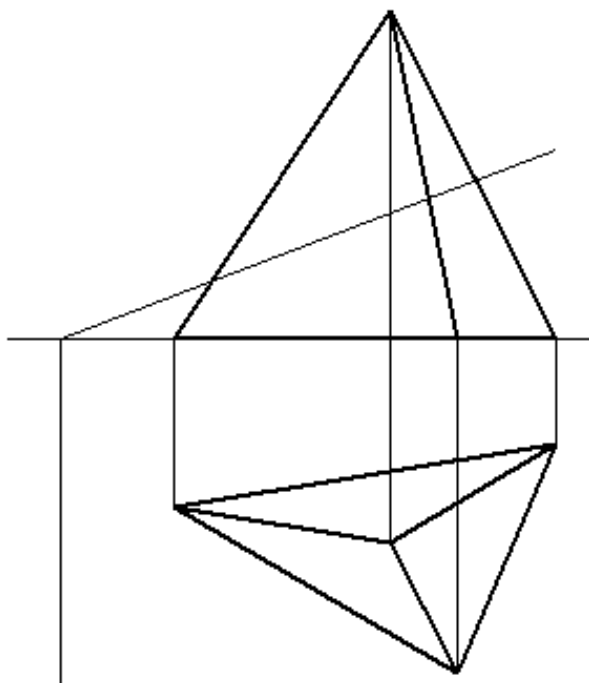
Задача 20. Построить недостающие проекции точек, лежащих на поверхностях.



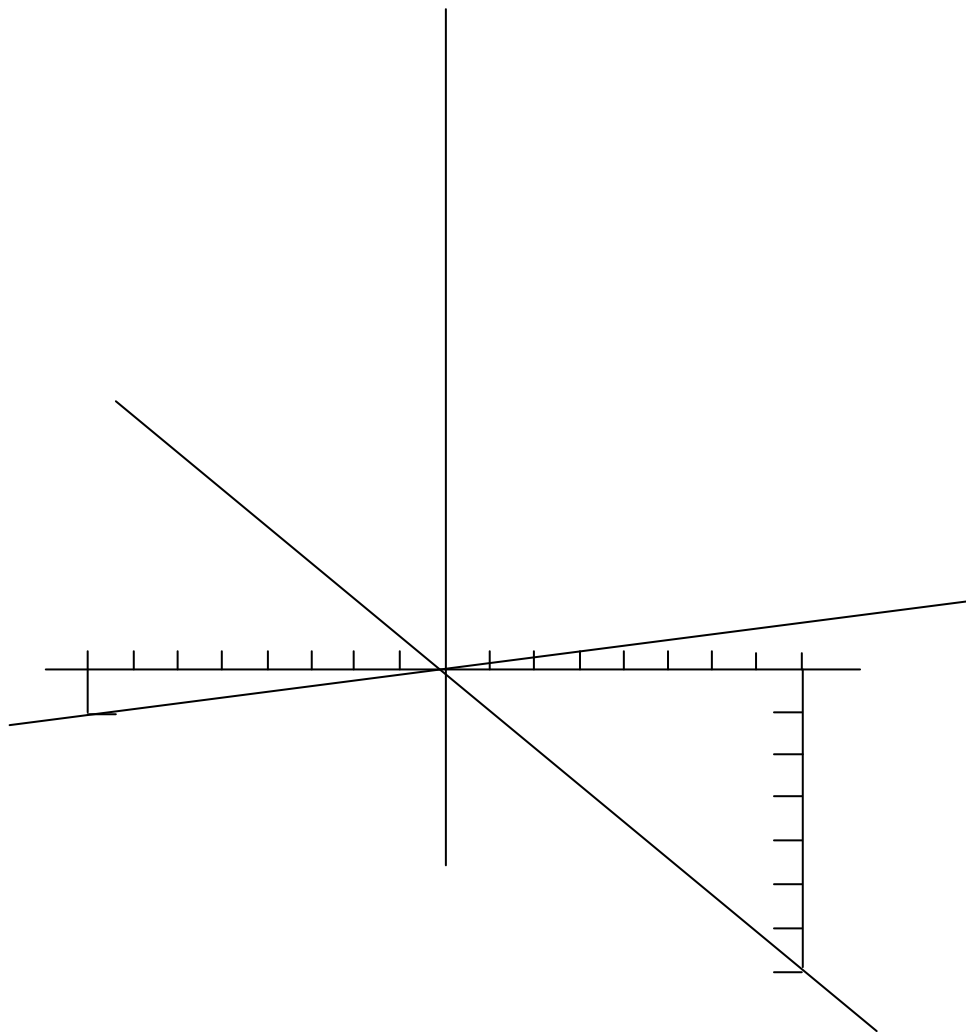
При пересечении поверхности плоскостью получается плоская фигура, называемая сечением.

При пересечении многогранника плоскостью в сечении получается многоугольник, число вершин многоугольника равно числу пересекаемых ребер многогранника.

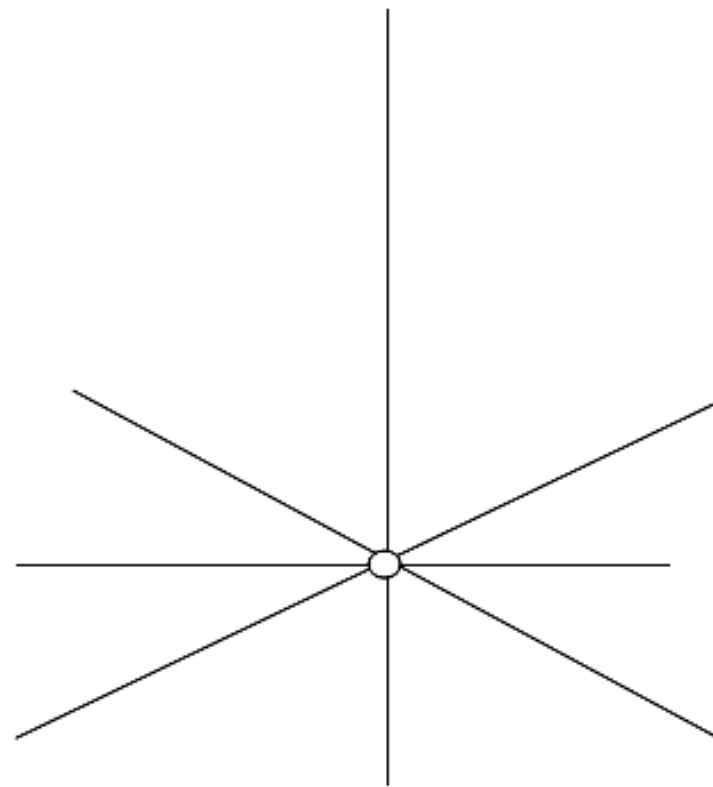
Задача 21. Построить три проекции геометрического тела, усеченного плоскостью частного положения, натуральную величину сечения, полную развертку усеченной части.
а)



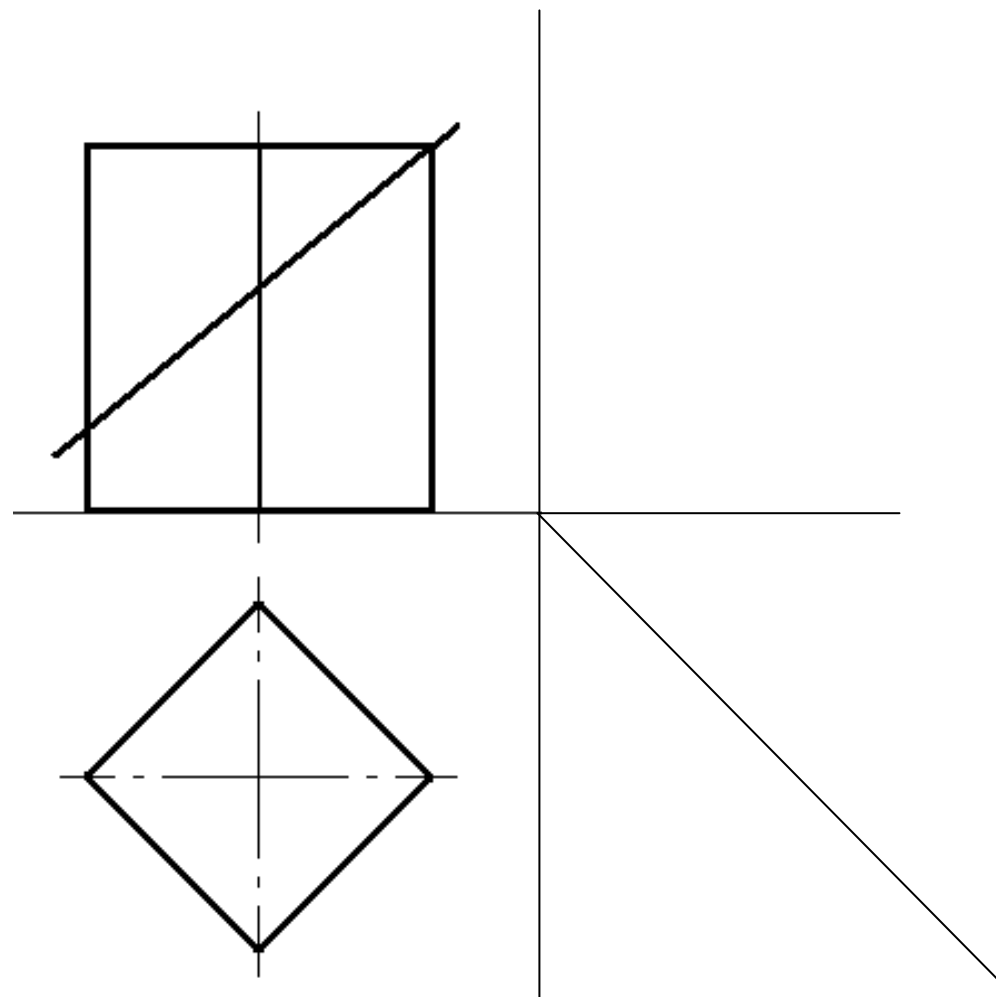
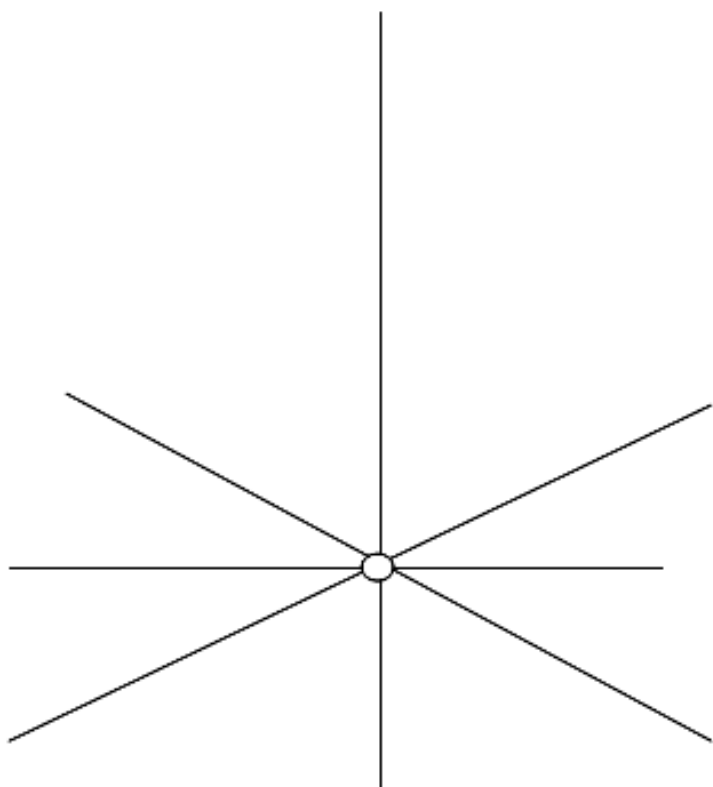
Задача 27. Построить прямоугольную диметрическую проекцию усеченного тела из задачи 21.



6)



Задача 26. Построить прямоугольную изометрическую проекцию усеченного тела из задачи 22.



Задача 22. Построить проекцию линии пересечения поверхности конуса плоскостью частного положения. Определить натуральную величину сечения. Построить полную развертку усеченной части.

а)

Аксонометрия представляет собой один из методов построения наглядных изображений предметов в одной плоскости.

В зависимости от направления проецирования относительно аксонометрических плоскостей проекций аксонометрия может быть косоугольной и прямоугольной.

По отношению коэффициентов (показателей) искажения по направлениям координатных осей аксонометрические проекции делятся на три группы:

- изометрические - все три коэффициента искажения одинаковы $k = m = n$;
- диметрические - два коэффициента искажения одинаковы $k = n \neq m$;
- триметрические - три коэффициента искажения неодинаковы $k \neq n \neq m$.

Изометрическая единица измерения равна 0,82, практически применяется - 1.

В изометрии окружности изображаются эллипсами. Большая и малая оси эллипсов равны соответственно $AB = 1,22D$, $CD = 0,7D$.

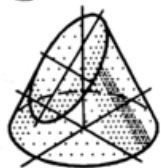
Диметрические единицы измерения по двум осям равны 0,94, а по третьей оси 0,47 натуральной. Практически пользуются приведенными коэффициентами искажения 1 и 0,5).

В диметрии величины большой и малой осей эллипсов, принадлежащих плоскостям, параллельным XOY , YOZ соответственно равны $AB = 1,06D$, $CD = 0,35D$, а в плоскостях, параллельных XOZ , $AB = 1,06D$, $CD = 0,35D$).

1



2



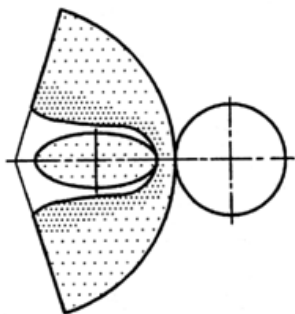
3



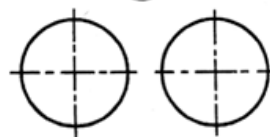
4



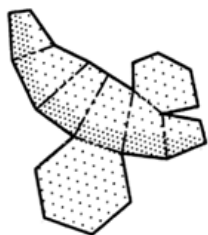
?



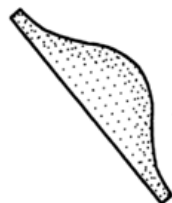
5



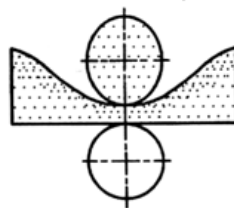
?



?



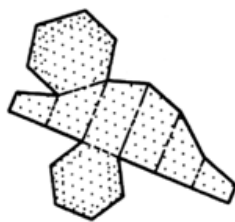
?



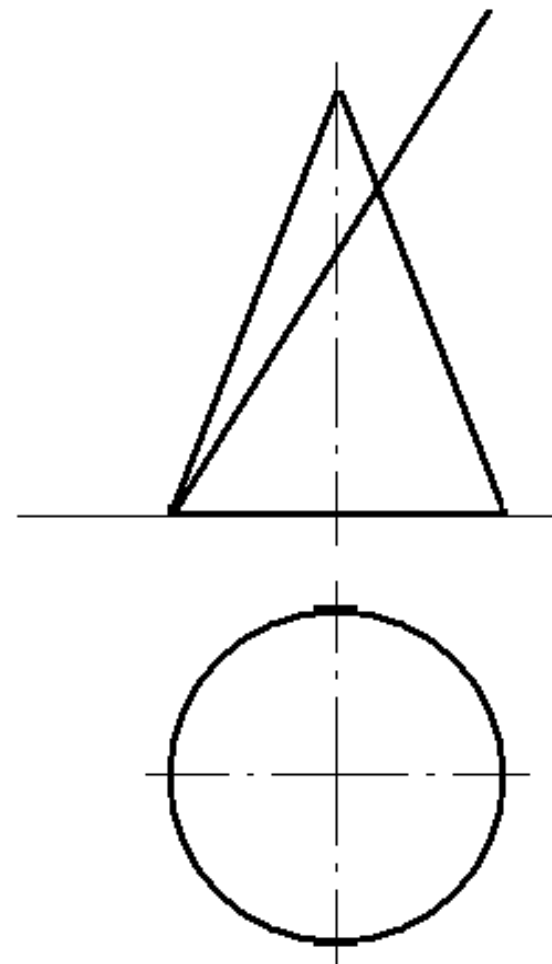
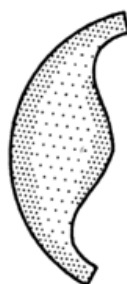
?



?

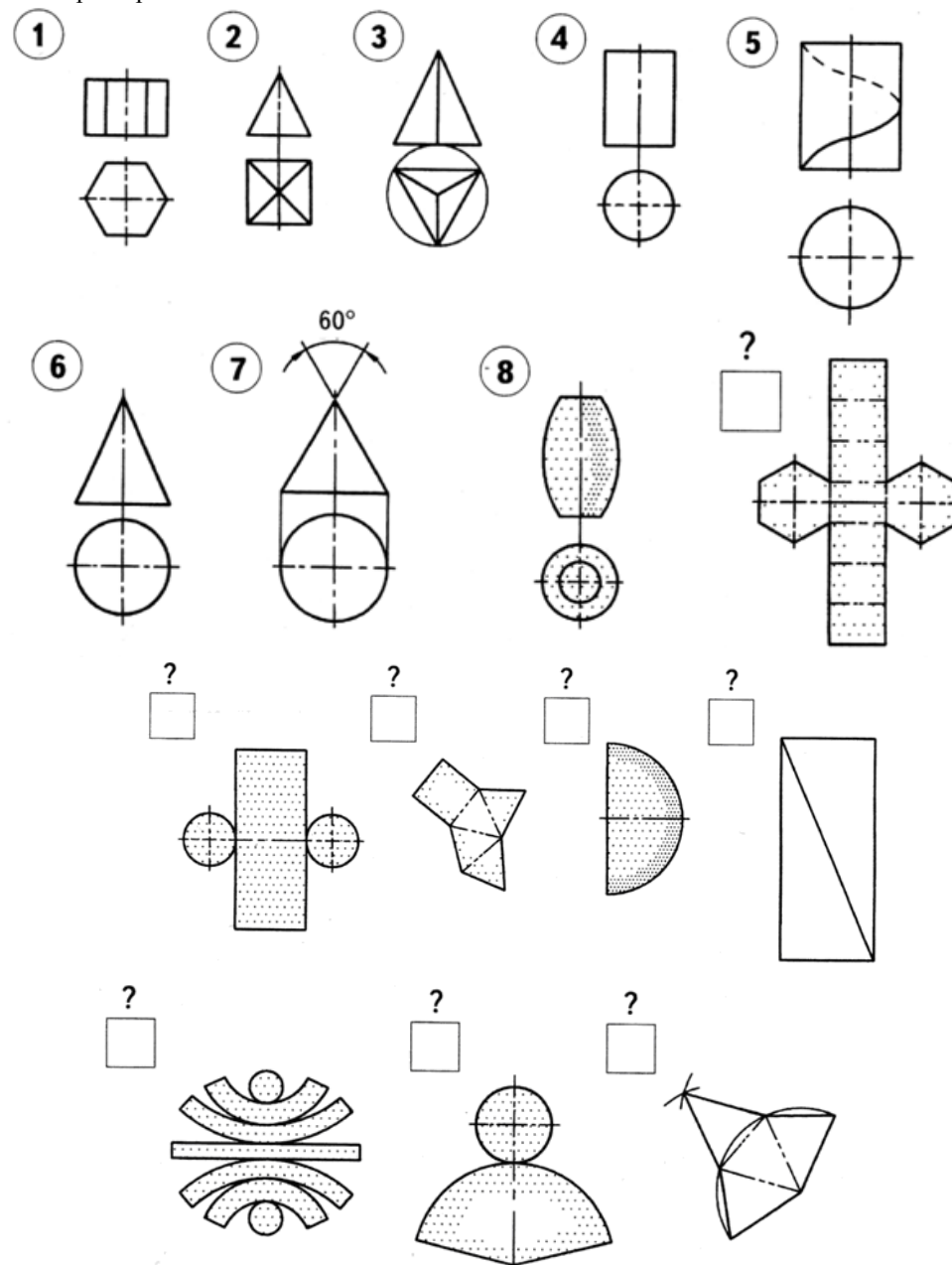


?

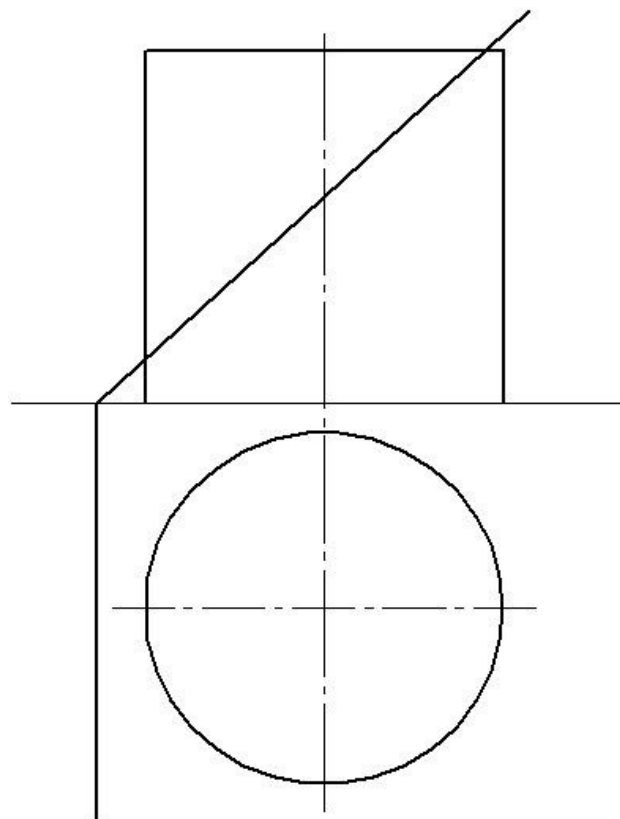
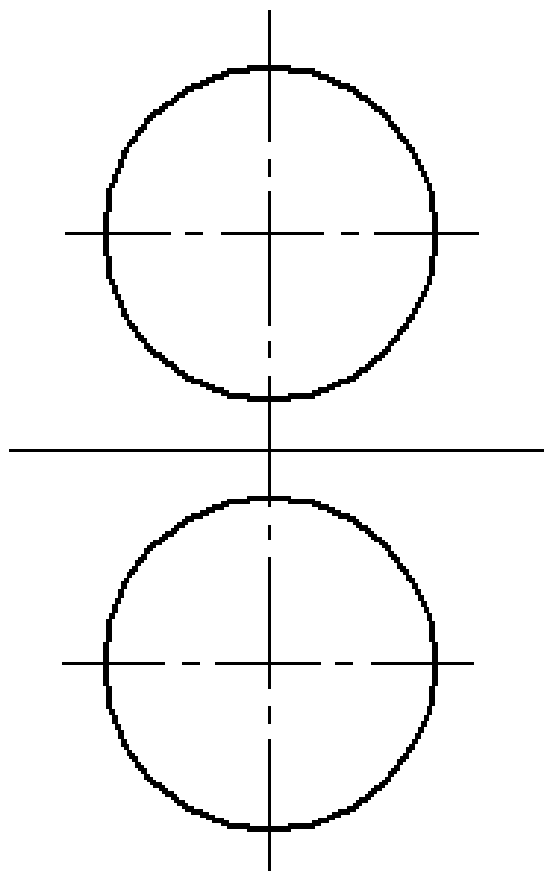


36

41



Задача 24. Построить развертку сферы



Разверткой поверхности называется плоская фигура, полученная при совмещении всех точек поверхности с плоскостью.

Поверхность и ее развертка - это точечные множества между которыми устанавливается взаимно однозначное соответствие: каждой точке поверхности соответствует единственная точка на ее развертке.

Для построения развертки определяются истинные величины элементов развертываемой поверхности.

На практике строят и условные развертки неразвертывающихся поверхностей, когда для получения развертки нужной поверхности необходимо кроме изгибания произвести растяжение или сжатие листа.

Для построения условных разверток неразвертывающихся поверхностей вращения за аппроксимирующие поверхности принимают цилиндры и конусы.

Задача 23. Построить полную развертку пирамиды.

