

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

Рабочая тетрадь для решения задач
по дисциплинам «Начертательная геометрия»
и «Инженерная графика»
(для студентов заочной формы обучения)

Омск - 2007

Составители: Кошелева Л.И., Притыкин Ф.Н., Кузнецов С.А.

Рецензенты: Иванов В.В., канд. техн. наук, доцент кафедры «Детали машин и инженерная графика», ОмГАУ

Рабочая тетрадь для решения задач по дисциплинам «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» для студентов заочной формы обучения / Кошелева Л.И., Притыкин Ф.Н., Кузнецов С.А., Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 32 с.

Сборник задач составлен в соответствии с государственным образовательным стандартом профессионального высшего образования дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика». Предназначен для студентов заочной формы обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Омского государственного университета.

© Кошелева Л.И., Притыкин Ф.Н.,
Кузнецов С.А., 2007

© Омский государственный
технический университет, 2007

ВВЕДЕНИЕ

Рабочая тетрадь предназначена для студентов первого курса заочной формы обучения, изучающих дисциплины «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика». Самостоятельная практическая работа студентов по указанным дисциплинам включает решение задач в данной рабочей тетради и выполнение графических работ на чертежной бумаге (ватмане). Графические работы следует выполнять в соответствии со стандартами, устанавливающими правила оформления чертежей.

В рабочей тетради приведены условия задач, показаны примеры их выполнения по основным разделам дисциплины. Перед решением задач рекомендуется изучить теоретический материал, отраженный в перечне вопросов, приведённых в начале каждого раздела. Если указанные вопросы вызывают затруднения, то необходимо обратиться к учебному пособию с целью изучения соответствующих разделов дисциплин.

Графические построения при решении задач в данной рабочей тетради выполняются карандашом с использованием чертежных инструментов. Для большей наглядности при построении изображений, рекомендуется использовать цветные карандаши. Точки и линии должны быть обозначены буквами или цифрами (размер шрифта № 5).

Принятые обозначения

1. Точки в пространстве – прописными буквами латинского алфавита – A, B, C, \dots или цифрами $1, 2, 3, \dots$
 2. Линии – строчными буквами латинского алфавита – a, b, c, \dots
 3. Плоскости – строчными буквами греческого алфавита – $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \dots$; плоскости проекций – $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \dots$
 4. Проекции точек, линий и плоскостей обозначают теми же буквами, только с индексами: например, проекции на плоскости Π_1 – $A_1, B_1, a_1, b_1, \alpha_1$, на плоскости Π_2 – $A_2, B_2, a_2, b_2, \alpha_2$. Используются
 - $=$ – совпадение, равенство, результат действия;
 - \cdot – скрещивание прямых;
 - \parallel – параллельность;
 - \perp – перпендикулярность;
 - \in – принадлежность элемента множеству;
 - \subset – принадлежность подмножества множеству;
- \cup – объединение, например $A \cup a = \alpha$ – точка A и прямая a задают плоскость α ;
- \cap – пересечение, например $\alpha \cap a = A$ – пересечение плоскости α с прямой a определяет точку A .

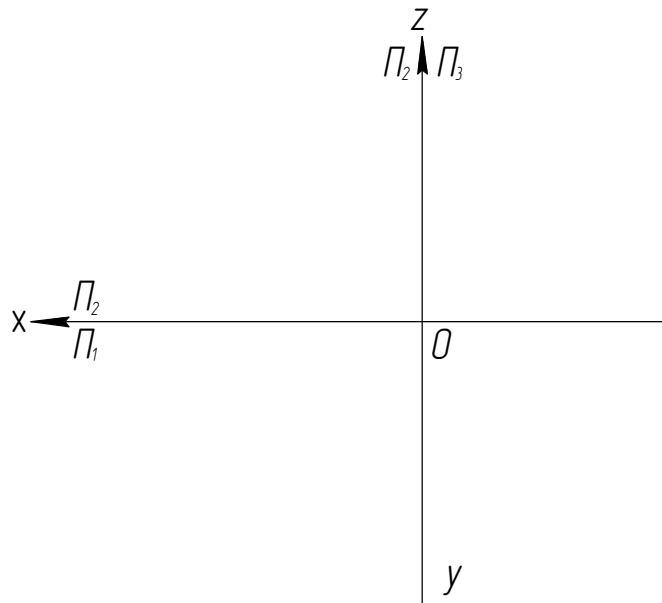
Тема 1. Изображение точек на комплексном чертеже.

Вопросы:

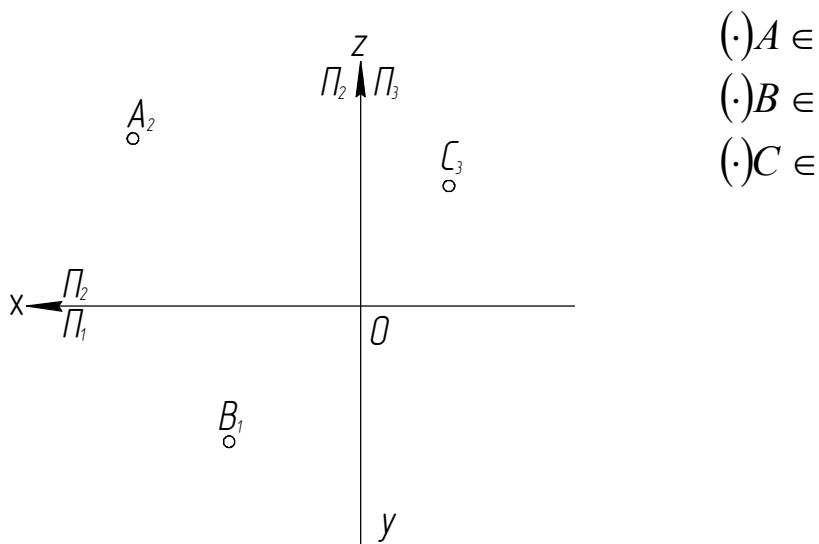
1. Что представляет собой метод ортогональных проекций?
2. Что называют координатами точки?
3. Что такое комплексный чертеж точки?
4. Назовите законы проекционной связи.
5. Какие точки называются конкурирующими?

Задачи:

1. Построить точки $A(40,20,30)$, $B(40,30,0)$, $C(0,0,30)$ и $D(0,10,20)$ на комплексном чертеже.



2. Точки A , B и C принадлежат плоскостям проекций. Построить недостающие проекции этих точек и указать в какой плоскости каждая из них располагается.



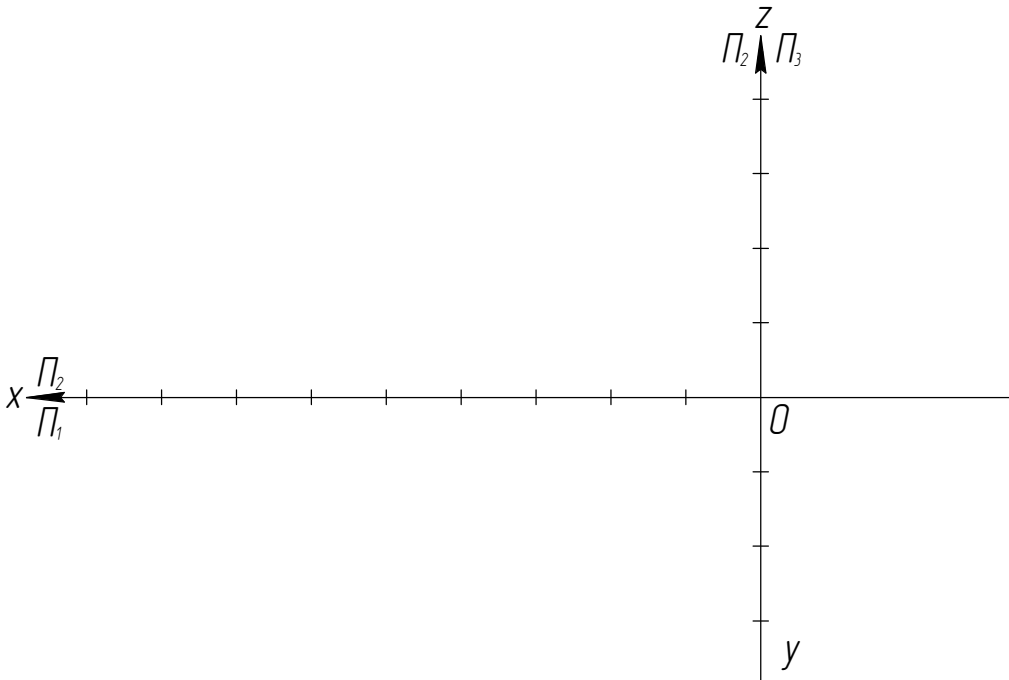
Тема 2. Прямая. Взаимное расположение прямых.

Вопросы:

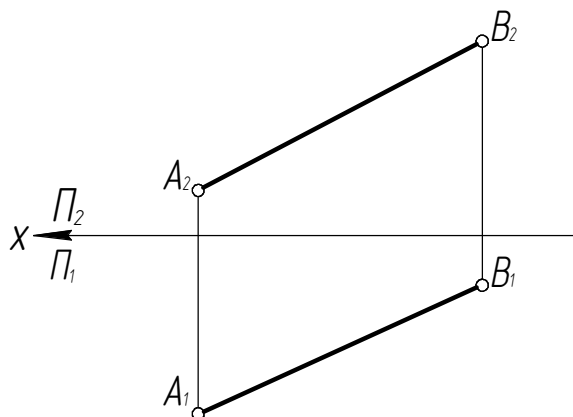
1. Какую прямую называют прямой общего положения, уровня и проецирующей?
2. Как расположены проекции прямой, принадлежащей одной из плоскостей проекций?
3. Сформулируйте условие принадлежности точки прямой.
4. Сформулируйте признаки, по которым можно судить о взаимном положении двух прямых, изображенных на комплексном чертеже.
5. Когда прямой угол проецируется в виде прямого угла на одну из плоскостей проекций?
6. Как преобразовать на комплексном чертеже прямую общего положения: а) в прямую уровня
б) в проецирующую прямую?

Задачи:

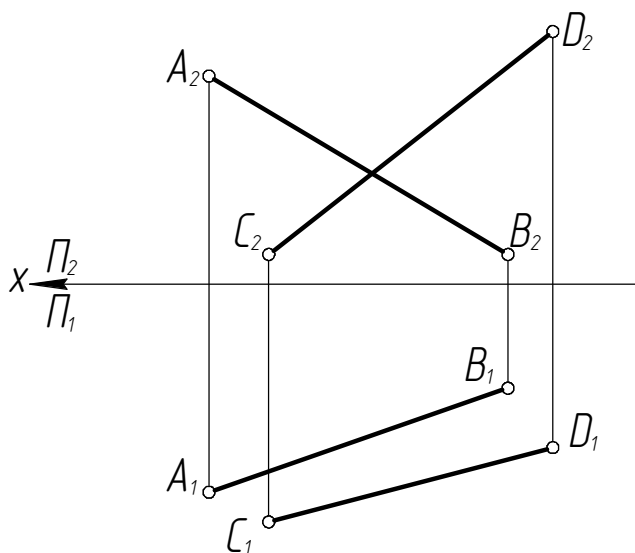
3. Даны точки $A(90,30,40)$, $B(10,20,15)$, $C(60,20,40)$ и $D(30,40,15)$. Построить отрезки AB и CD , обозначить и записать координаты конкурирующих точек.



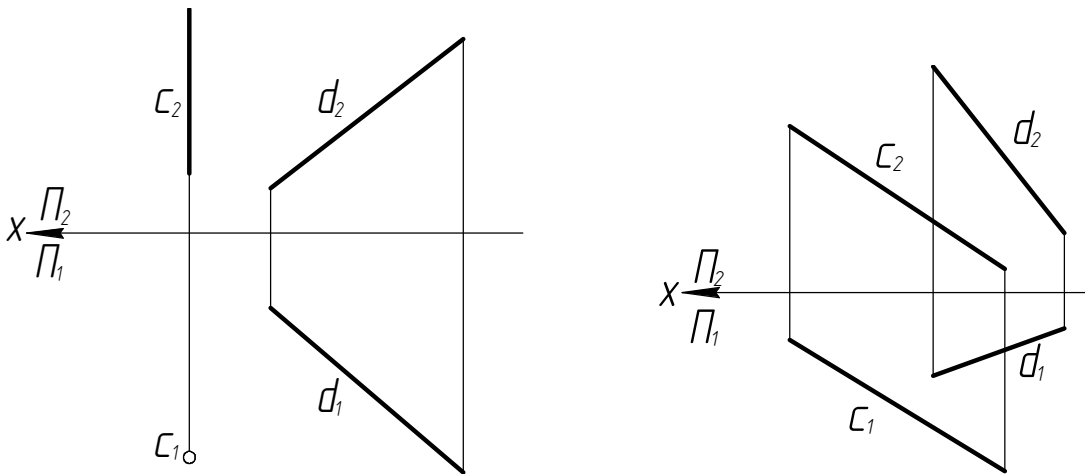
4. Отложить на отрезке AB отрезок $AK=20\text{мм}$ и определить угол наклона отрезка AB к плоскости проекций Π_1 .



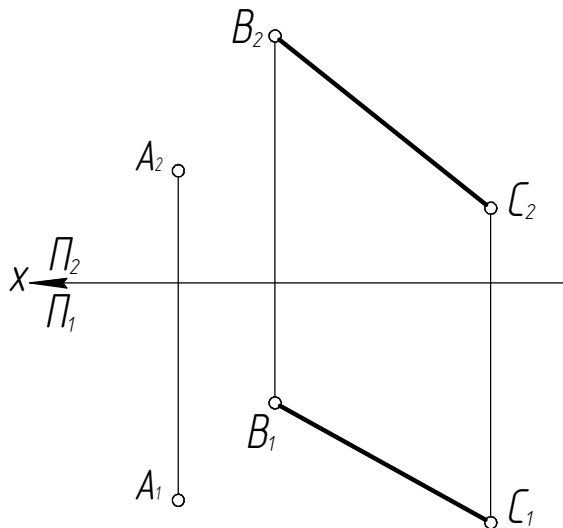
5. Пересечь прямые AB и CD прямой MN , отстоящей от плоскости Π_1 на расстоянии 16 мм.



6. Даны две скрещивающиеся прямые s и d . Построить отрезок MN , являющийся кратчайшим расстоянием между этими прямыми.



7. Дано: точка $A(A_1, A_2)$ и прямая BC общего положения. Построить сферу с центром в точке A , касательную к прямой BC .



Пример 1. Даны две параллельные прямые AB и CD . Определить кратчайшее расстояние между ними (рис. 1).

Решение этой задачи выполняем в следующей последовательности:

а) Определяем натуральные величины отрезков заданных прямых, для чего вводим $\Pi_4 // AB // CD$ и $\Pi_4 \perp \Pi_1$. На комплексном чертеже $X_1 // A_1B_1 // C_1D_1$;

б) Заданные прямые преобразуем в проецирующее положение ($\Pi_5 \perp AB$, $\Pi_5 \perp CD$ и $\Pi_5 \perp \Pi_4$). На комплексном чертеже $X_2 \perp A_4B_4$ и $X_2 \perp C_4D_4$.

с) Отрезок MN (M_5N_5) задает искомое расстояние.

д) Используя проецирующую связь находим положения проекций отрезка MN на Π_1 и Π_2 .

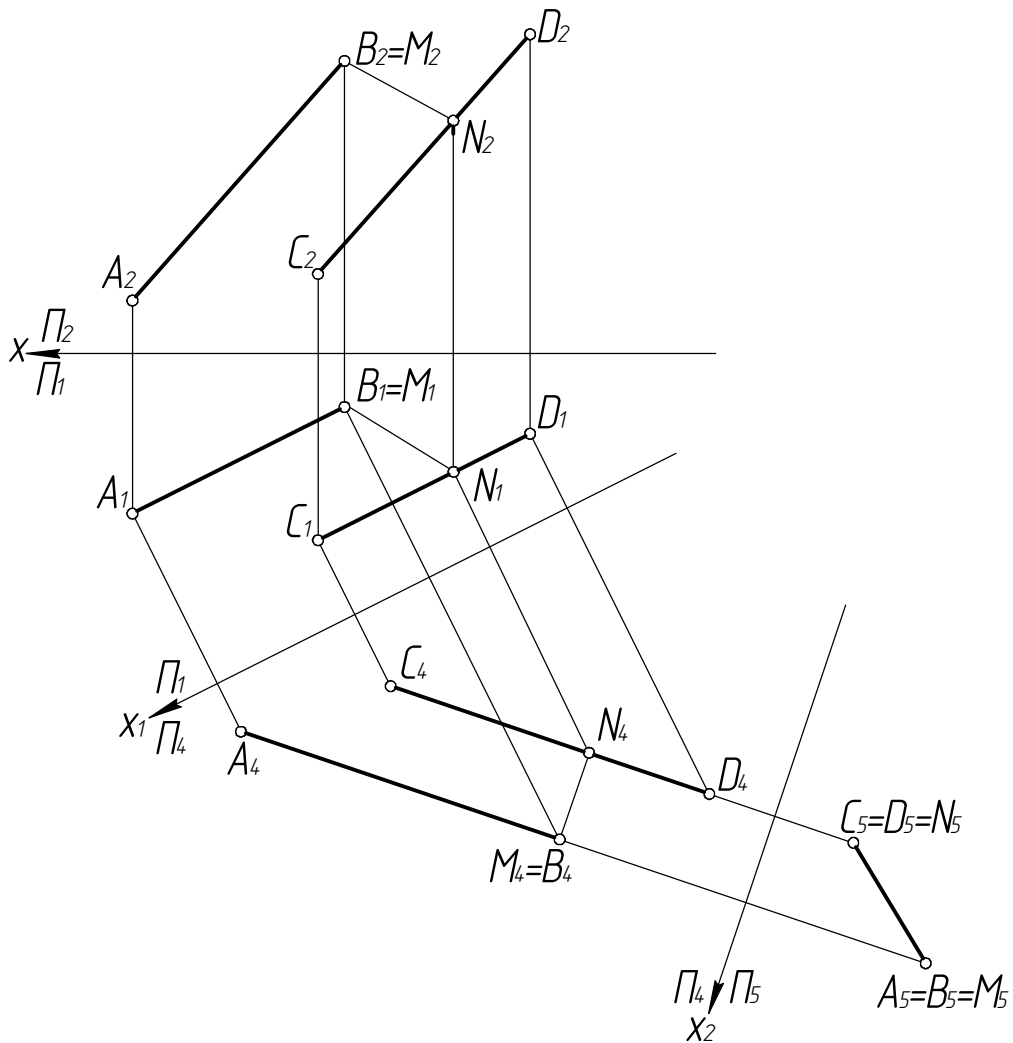


Рис. 1

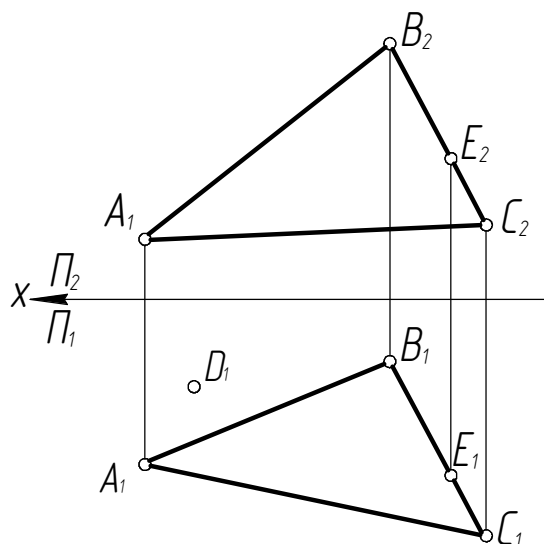
Тема 3. Плоскость. Главные линии плоскости.

Вопросы:

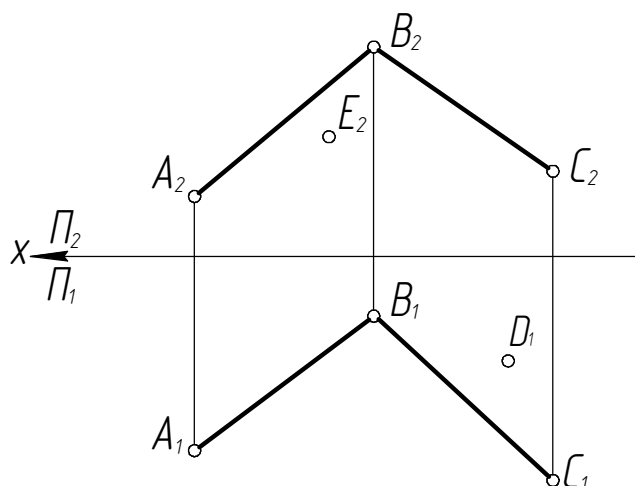
1. Какими способами можно задать плоскость на комплексном чертеже?
2. Какие плоскости называются плоскостями общего положения, проецирующими и уровня?
3. Сформулируйте условия принадлежности точки и прямой к плоскости?
4. Какие линии называются главными линиями плоскости?
5. Как на комплексном чертеже преобразовать плоскость общего положения в плоскость проецирующую и в плоскость уровня?

Задачи:

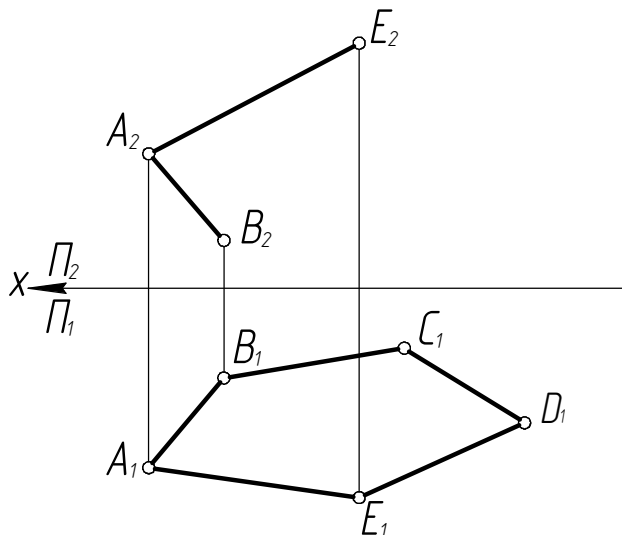
8. Дана плоскость Σ ($\triangle ABC$), точки D и E в этой плоскости. Через точку E провести горизонталь h , через точку D – фронталь f этой плоскости.



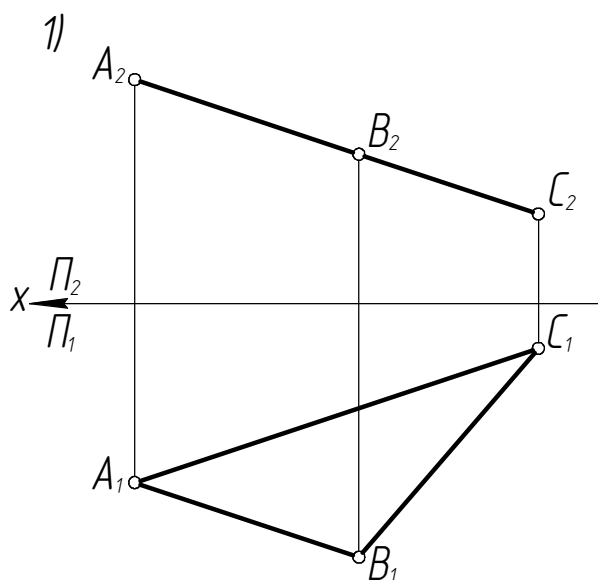
9. Построить недостающие проекции точек E и D , лежащих в плоскости Σ ($AB \cap BC$).

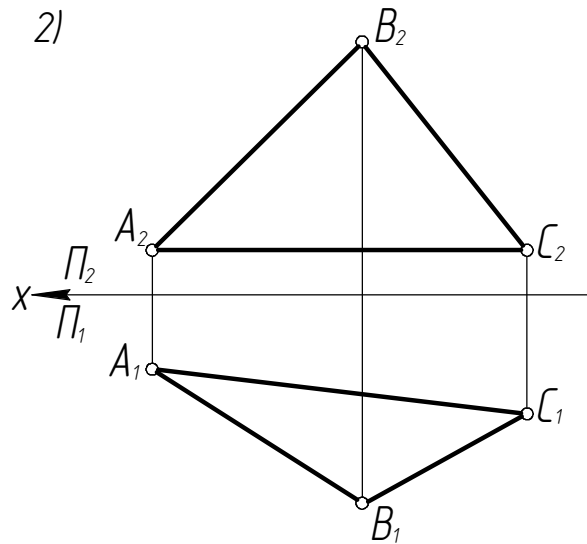


10. Дан плоский пятиугольник $ABCDE$, заданный горизонтальной и фронтальной проекциями двух смежных сторон. Достроить его фронтальную проекцию.



11. Дан треугольник ABC . Найти центр окружности, описанной вокруг заданного треугольника.





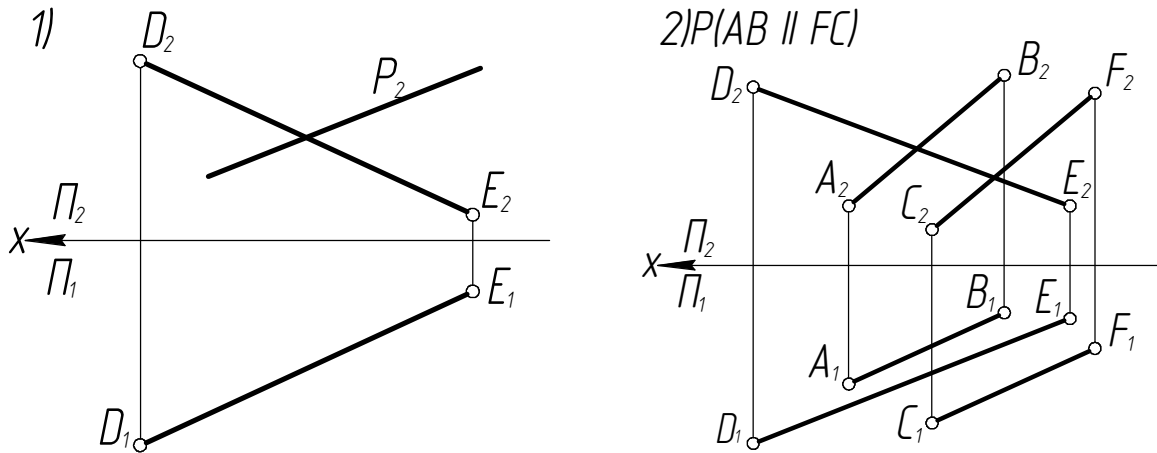
Тема 4. Взаимное расположение прямой и плоскости.

Вопросы:

1. Какое взаимное положение в пространстве могут занимать прямая и плоскость?
2. Как найти точку пересечения прямой с плоскостями проецирующими и уровня?
3. В чем заключается способ построения точки пересечения прямой с плоскостью без использования замены плоскостей проекций?
4. Как определяется видимость проекций прямой при пересечении её плоскостью?
5. Сформулируйте признак параллельности прямой и плоскости.
6. Как определить расстояние от точки до плоскости?
7. Как через точку построить плоскость, перпендикулярную к заданной прямой?

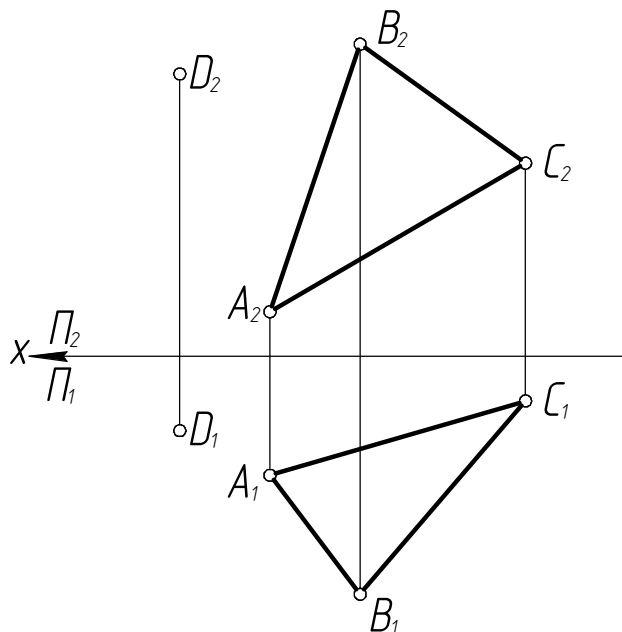
Задачи:

12. Задана плоскость P и прямая DE . Найти точку пересечения прямой с плоскостью. Определить видимость проекции прямой. (P_2 – фронтальный след плоскости). $P (AB // FC)$.

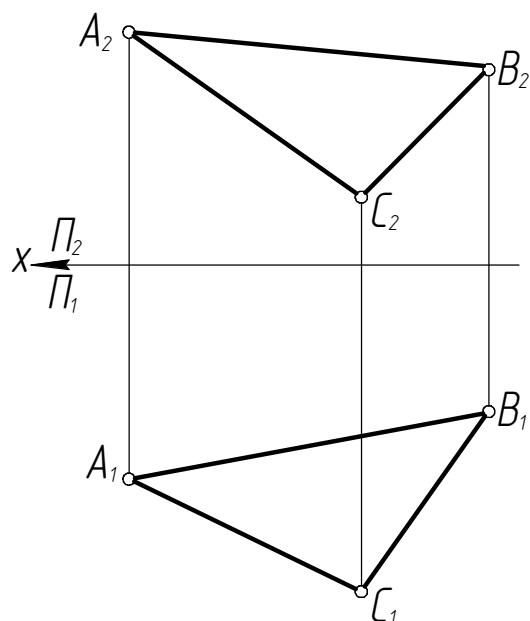


13. Заданы плоскость $P(\triangle ABC)$ и точка D :

- определить расстояние от точки D до плоскости P ;
- построить точку M , симметричную точке D относительно плоскости P ;
- построить шар с центром в точке D , касательный к плоскости P .



14. Задан $\triangle ABC$ общего положения. Построить прямую призму с основанием $\triangle ABC$ и высотой равной 30 мм.



Пример 2. Даны точки A , B и C . Построить пирамиду $SABC$, вершина которой равноудалена от точек A , B и C . Высота пирамиды 20 мм.

Решение этой задачи выполняем в следующей последовательности:

а) определяем натуральную величину $\triangle ABC$ (основание пирамиды), используя дополнительные плоскости проекций Π_4 и Π_5 .

б) определяем на плоскости проекций Π_5 центр окружности (точку N_5), описанной около $\triangle ABC$ (точка N_5 находится в пересечении срединных перпендикуляров (см. рис. 2);

в) из точки N_4 на плоскости проекций Π_4 восстанавливаем перпендикуляр к плоскости $\triangle ABC$ и на нём откладываем отрезок $N_4S_4=20$ мм (рис. 2);

г) соединяем полученную вершину пирамиды S с точками A , B и C . Определяем видимость проекций рёбер пирамиды.

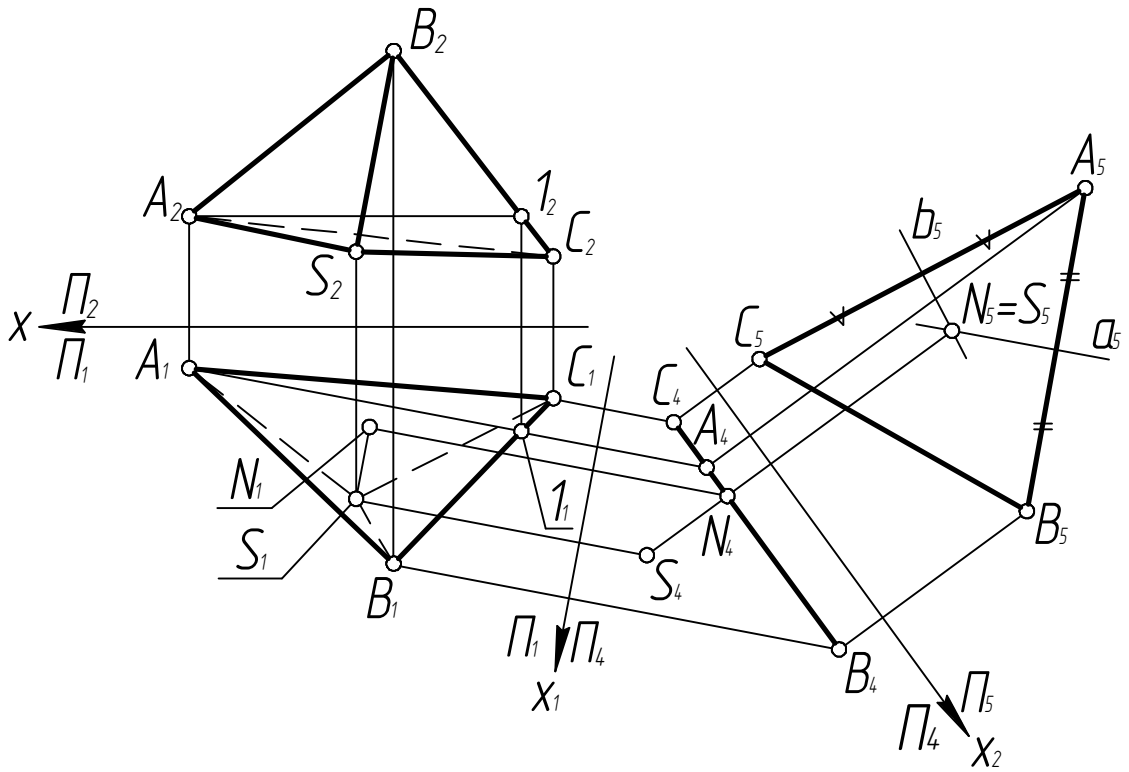


Рис. 2

Тема 5. Взаимное положение плоскостей.

Вопросы:

1. Какое взаимное положение в пространстве могут занимать две плоскости?
2. Приведите алгоритм построения линии пересечения двух плоскостей, заданных на комплексном чертеже.
3. Сформулируйте признак параллельности двух плоскостей.
4. Сформулируйте признак перпендикулярности двух плоскостей.
5. Как на комплексном чертеже через прямую построить плоскость, перпендикулярную заданной плоскости?

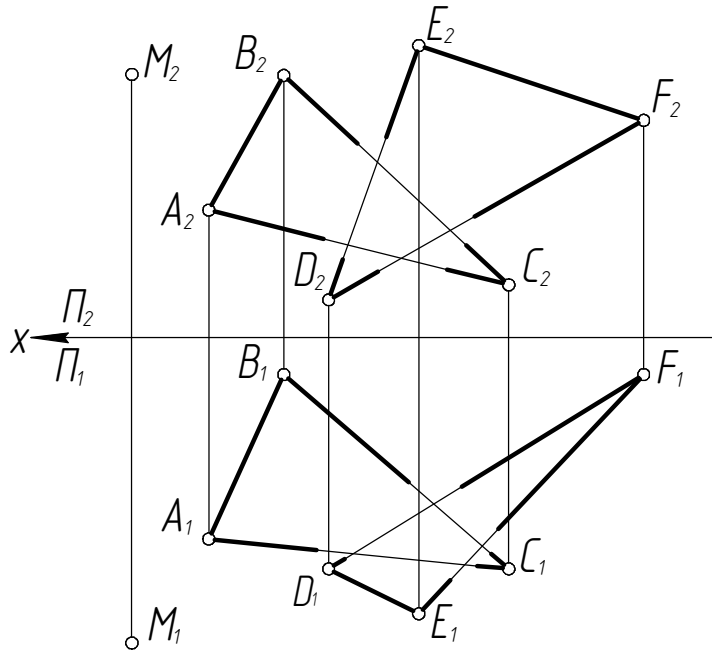
Задачи:

15. Даны плоскости $\Sigma(\triangle ABC)$, $\Gamma(\triangle DEF)$ и точка M .

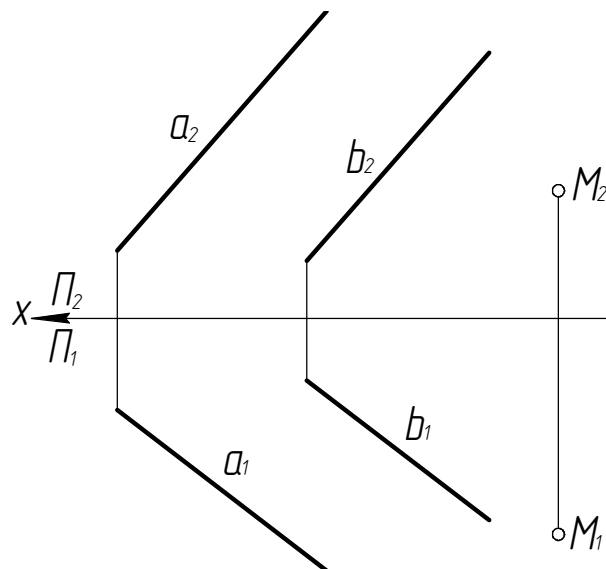
а) построить линию пересечения плоскостей.

б) через точку M провести прямую l , параллельную плоскостям Σ и Γ .

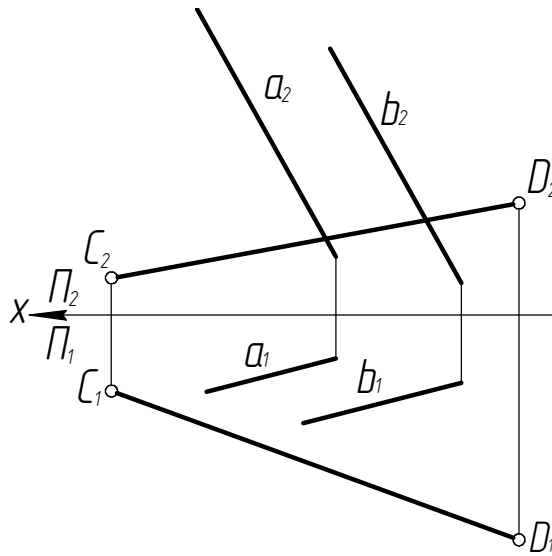
Задачу решить без использования способа замены плоскостей.



16. Даны плоскость $P(a//b)$ и точка M . Через точку M провести плоскость Γ , параллельную плоскости P .



17. Даны плоскость $P(a//b)$ и прямая CD . Через прямую CD провести плоскость $\Gamma \perp P$.



Пример 3. Даны плоскость $\Sigma(\triangle ABC)$ и прямая DE . Через прямую DE провести плоскость P , перпендикулярную плоскости Σ (рис. 3).

Решение задачи выполним в такой последовательности:

- вводим дополнительную плоскость проекций Π_4 так, чтобы относительно её заданная плоскость $\Sigma(\triangle ABC)$ стала проецирующей;
- из любой точки прямой DE (например, точки D) опускаем перпендикуляр DK на заданную плоскость. На комплексном чертеже $D_4K_4 \perp \Sigma_4$, а $D_1K_1 // X_1$.

Заданная прямая DE и построенный перпендикуляр DK определяют плоскость $P(DE \cap DK)$, перпендикулярную плоскости Σ .

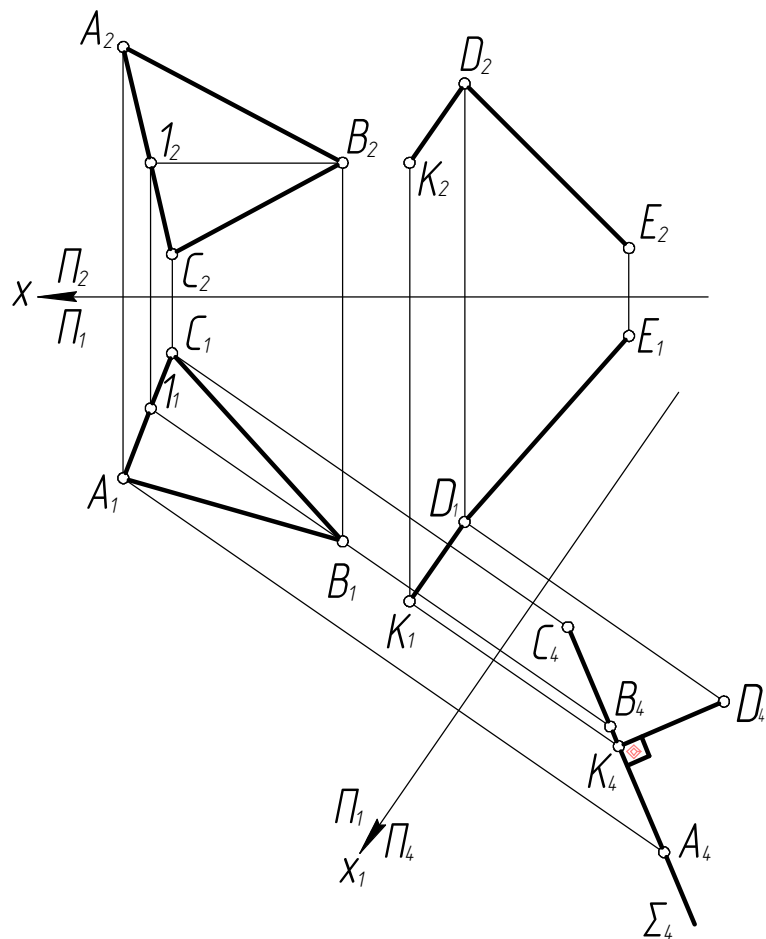


Рис. 3

Тема 6. Поверхности. Принадлежность точек и линий поверхностям.

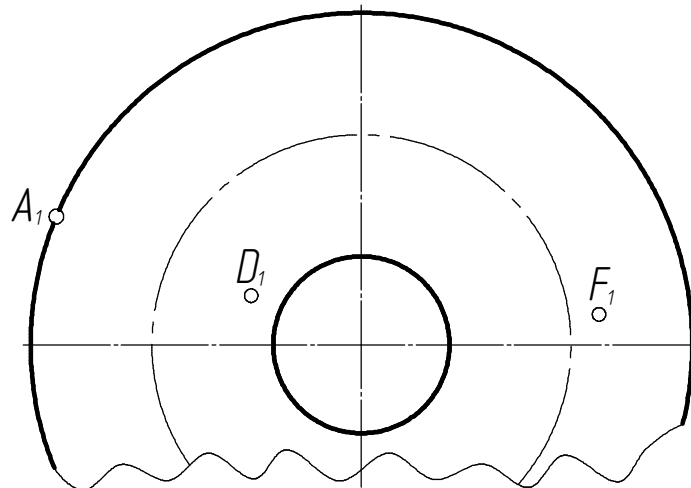
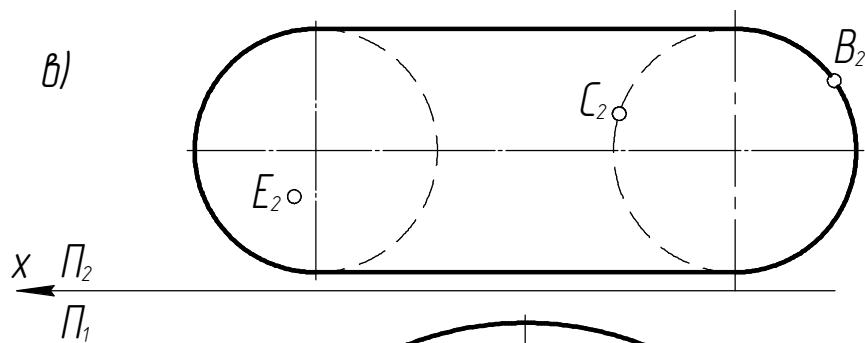
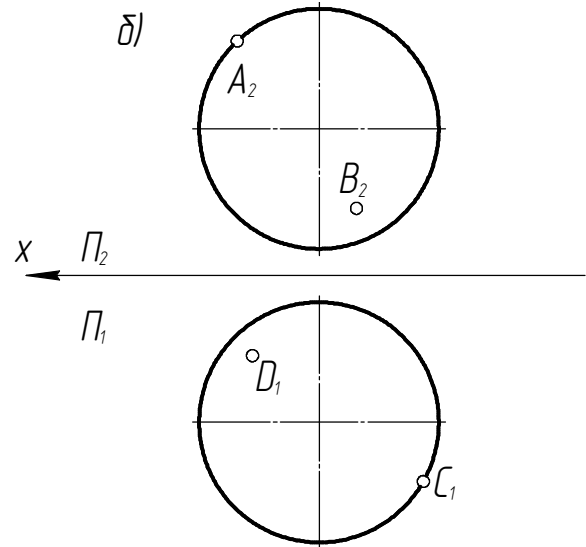
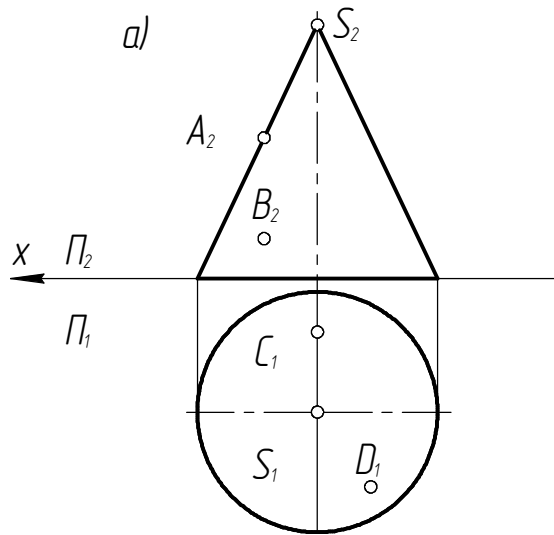
Вопросы:

1. Что является определителем кинематической поверхности?
2. Какие поверхности называются линейчатыми?
3. Какая поверхность называется циклической?
4. Что является определителем поверхности вращения?
5. Что такое очерк и контур поверхности?
6. Сформулируйте условия принадлежности точки и линии к поверхности.

Задачи:

18. Построить недостающие проекции точек, лежащих на видимой части поверхностей:

- а) конической поверхности вращения;
- б) сферы;
- в) тора.



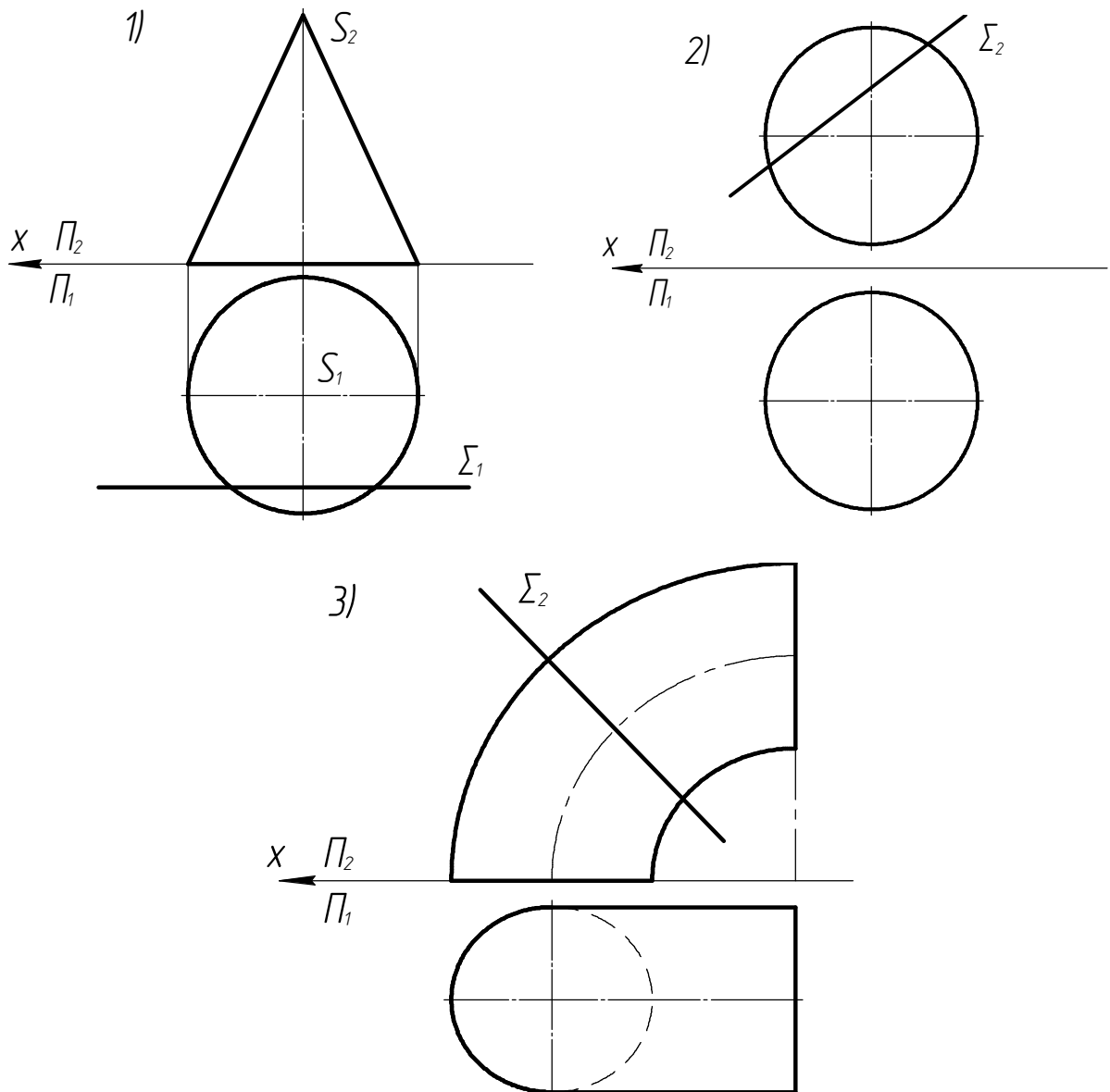
Тема 7. Пересечение поверхности с плоскостью

Вопросы:

1. В чём сущность алгоритма построения сечения поверхности плоскостью?
2. Какие линии получаются в сечении плоскостью цилиндрической поверхности вращения?
3. Какие линии получаются в сечении плоскостью конической поверхности вращения?
4. Какие точки линии пересечения относятся к опорным?

Задачи:

19. Построить проекции сечения данной поверхности проецирующей плоскостью Σ .



Пример 4. Дан тор и плоскость $\Sigma \perp \Pi_2$. Построить сечение тора плоскостью Σ (рис. 4).

Решение. Так как искомое сечение принадлежит плоскости Σ , а плоскость занимает фронтально проецирующее положение, то фронтальная проекция сечения будет находиться на следе этой плоскости. Горизонтальную проекцию сечения определяем из условия принадлежности линии поверхности. Тогда последовательность построений будет следующей:

- а) определяем опорные точки сечения – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (точки 7 и 8 удалены на кратчайшее расстояние от оси тора, а остальные точки принадлежат очеркам поверхности);
- б) определяем промежуточные точки – 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 (для их построения на торе проведены параллели);
- в) полученные точки соединяем с учётом видимости.

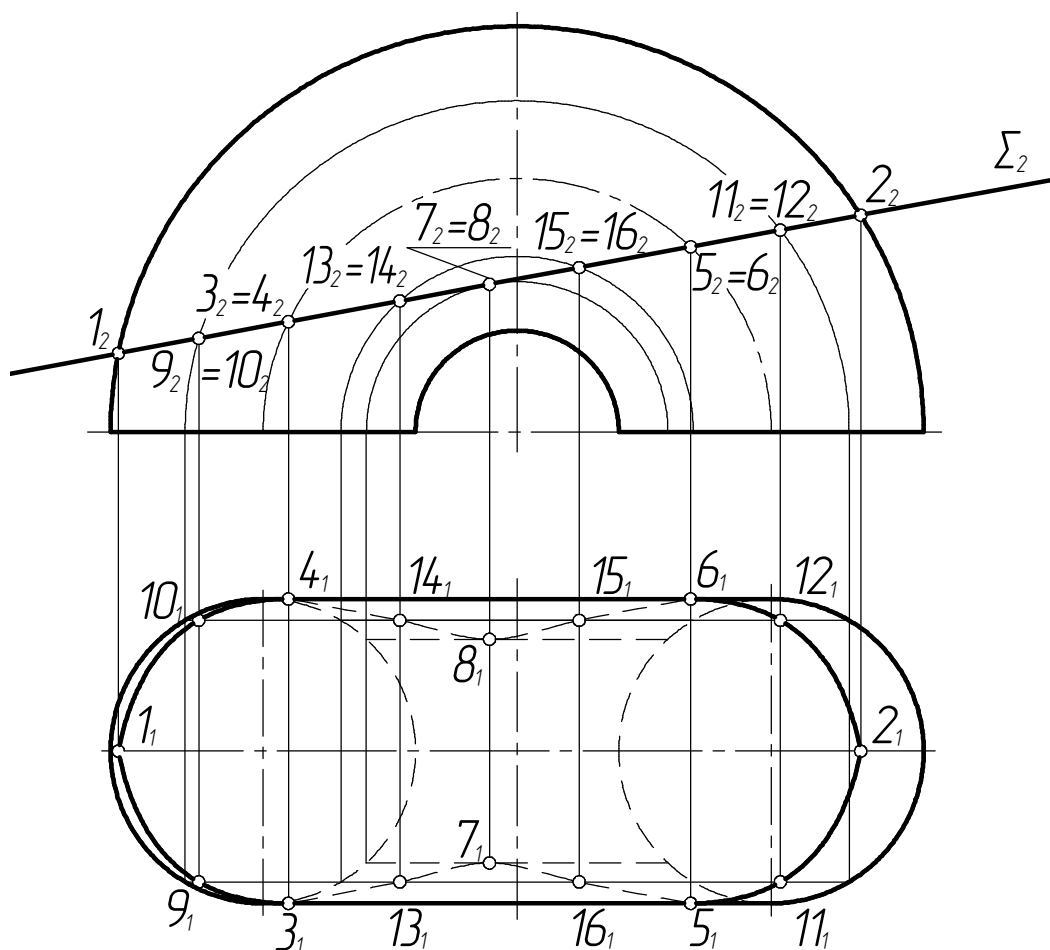


Рис. 4

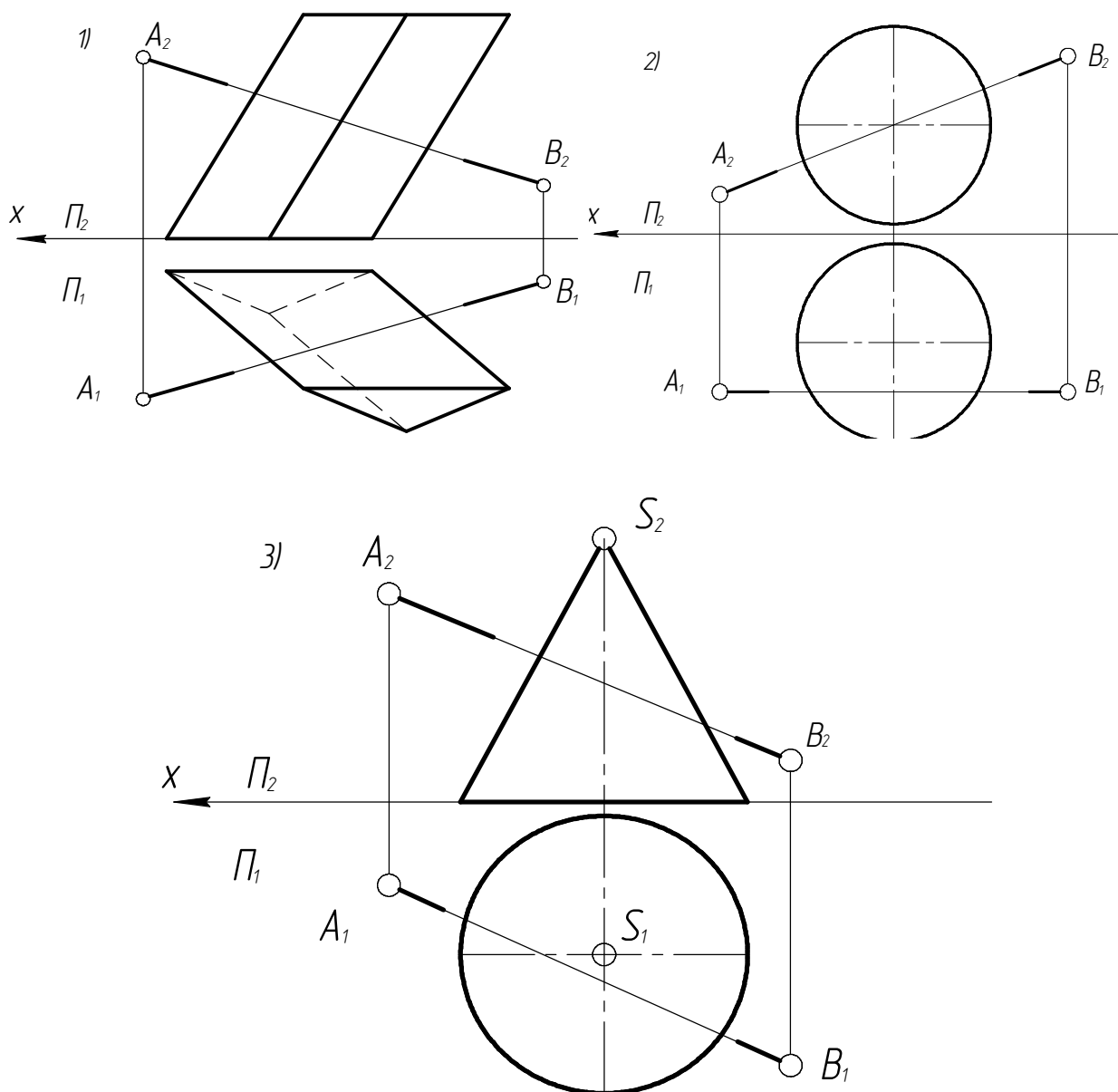
Тема 8. Пересечение прямой линии с поверхностью

Вопросы:

1. В чём сущность алгоритма построения точек пересечения прямой с поверхностью?
2. Как использовать вспомогательные секущие плоскости при построении точек пересечения прямой общего положения с заданными поверхностями?
3. Как на чертеже определяется видимость проекций прямой, пересекающейся с поверхностью?

Задачи:

20. Построить точки пересечения прямой с заданной поверхностью. Установить видимость проекций прямой.



Тема 9. Взаимное пересечение поверхностей. Метод секущих плоскостей

Вопросы:

1. В чём сущность алгоритма построения линии пересечения двух поверхностей методом секущих плоскостей?
2. Каким условиям должны удовлетворять плоскости-посредники?
3. Какие точки линии пересечения являются опорными?
4. Как устанавливается видимость проекций линии пересечения поверхностей?

Исходные данные к заданию “Пересечение поверхностей”

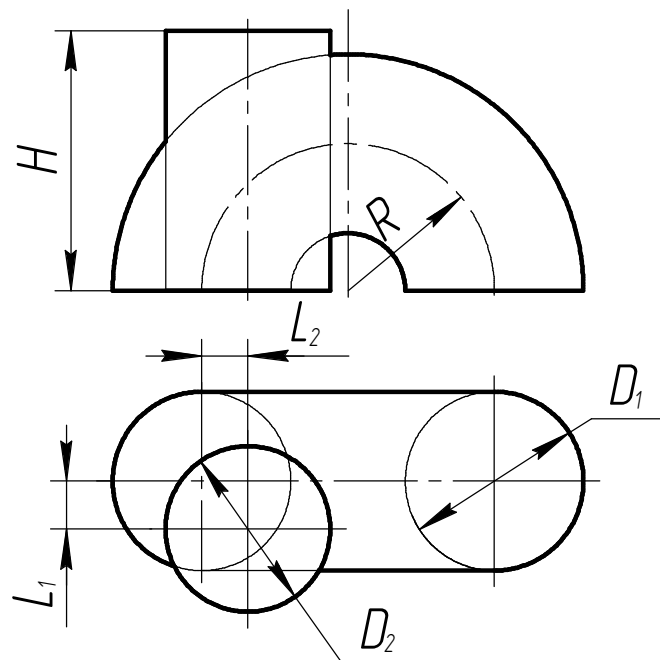


Таблица 2

№ варианта	Размеры					
	D_1	D_2	H	R	L_1	L_2
1	80	70	130	80	0	80
2	80	80	125	75	0	75
3	80	90	120	70	0	70
4	80	70	130	80	10	80
5	80	80	125	75	10	80
6	80	90	120	70	10	70
7	80	70	130	80	0	0
8	80	80	125	75	0	0
9	80	90	120	70	0	0
10	80	60	120	70	10	40

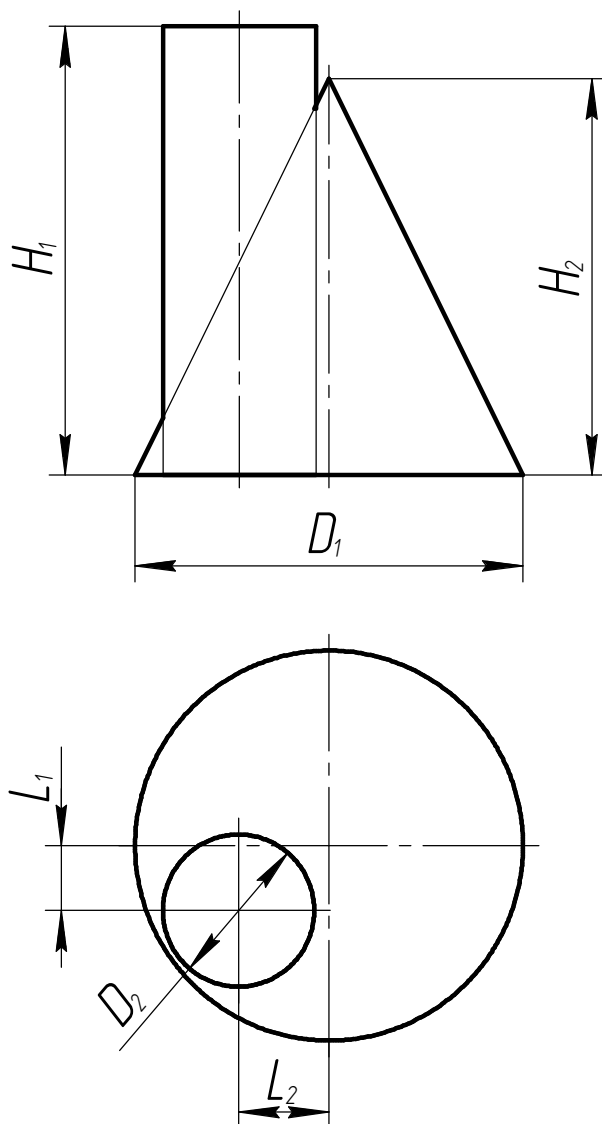


Таблица 3

№ варианта	Размеры					
	D_1	D_2	H_1	H_2	L_1	L_2
11	110	60	110	100	0	18
12	120	80	120	105	0	20
13	115	70	115	100	10	25
14	110	60	110	100	5	18
15	120	78	120	105	10	20
16	115	50	115	100	15	25

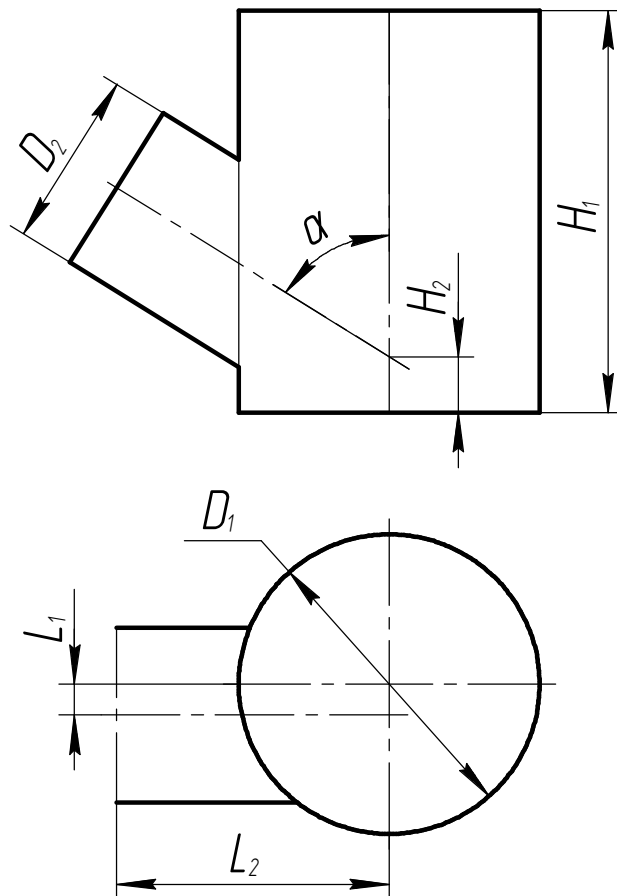


Таблица 4

№ варианта	Размеры						
	D_1	D_2	H_1	H_2	L_1	L_2	α
17	100	60	110	55	15	70	90°
18	80	90	120	35	10	75	60°
19	80	62	110	70	10	60	90°
20	60	80	110	50	10	50	90°
21	100	60	110	25	55	70	90°
22	105	115	140	40	5	85	60°
23	80	90	120	35	10	75	60°
24	60	80	130	30	0	70	45°
25	60	90	120	30	10	70	45°

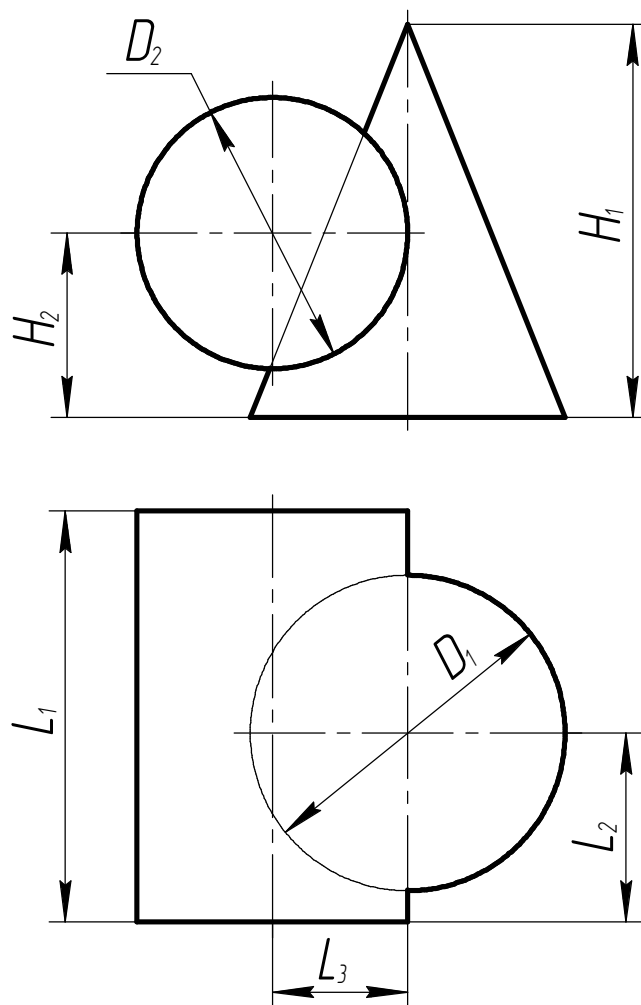


Таблица 5

№ варианта	Размеры						
	D_1	D_2	H_1	H_2	L_1	L_2	L_3
26	100	100	110	60	110	65	45
27	90	90	95	50	105	50	30
28	100	100	110	60	110	50	0
29	110	110	120	50	110	55	20
30	100	100	110	60	110	55	50

Пример 7. Даны коническая поверхность вращения и трёхгранная призма. Построить линию их пересечения (рис. 6).

Последовательность решения:

1. Выбираем плоскости-посредники так, чтобы в пересечении их с заданными поверхностями получались графически простые линии – прямые или окружности. В рассматриваемом примере такие плоскости параллельны горизонтальной плоскости проекций. Они пересекают конус по окружности, а призму – по прямым.
2. Определяем опорные точки линии пересечения – точки 1, 2, 3, 4.
3. Строим промежуточные точки линии пересечения, изменяя положения плоскостей-посредников.
4. Соединяем проекции линии пересечения с учётом видимости – относительно Π_1 невидимым будет участок кривой, расположенный на нижней (невидимой) грани призмы.

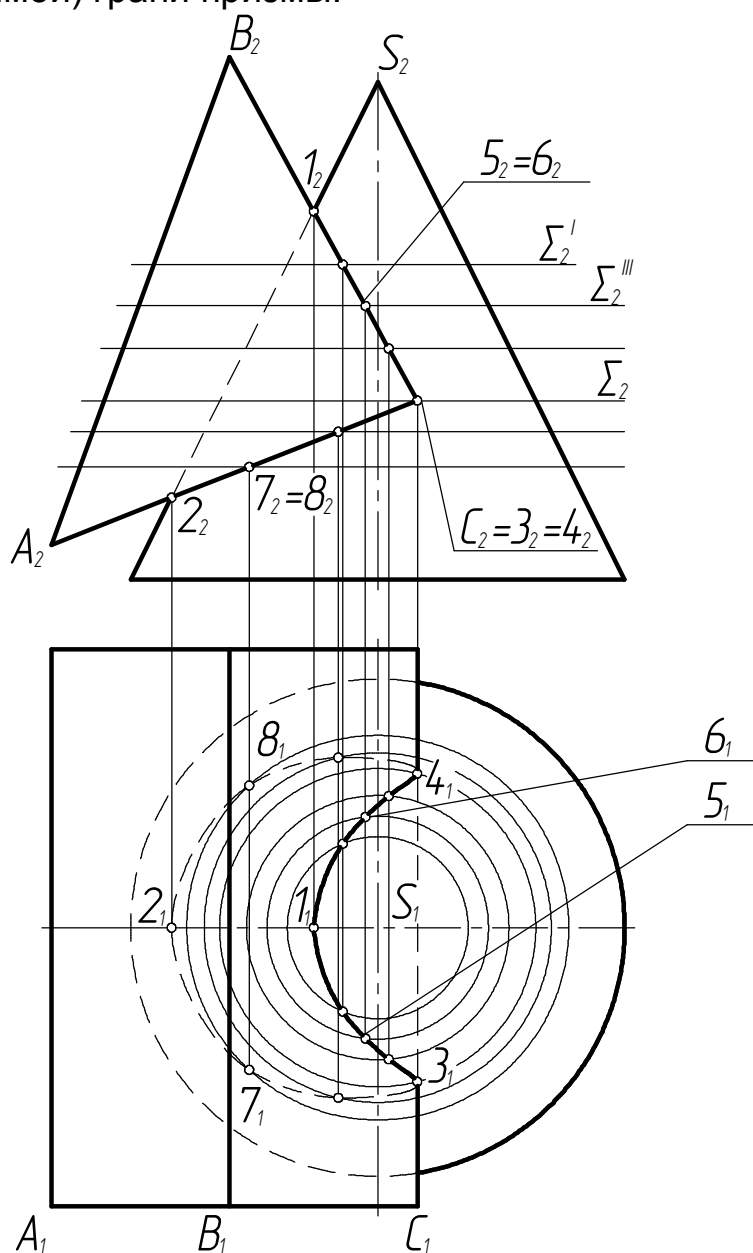


Рис. 6

Тема 10. Взаимное пересечение поверхностей. Метод сферического посредника

Вопросы:

1. По каким линиям пересекаются две соосные поверхности вращения?
2. При каких условиях сфера пересекается с поверхностью вращения по окружностям?
3. При каких условиях сфера пересекается с циклической поверхностью по окружности?
4. Как определяются наибольший и наименьший радиусы концентрических сфер посредников?

Исходные данные к заданию “Пересечение поверхностей”

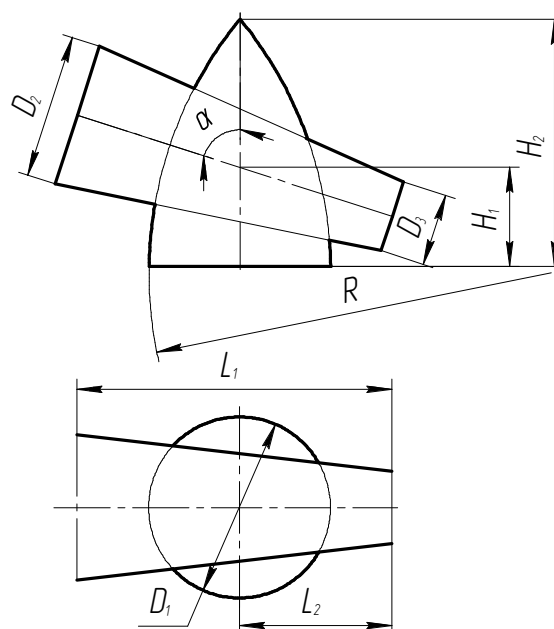


Таблица 6

№ варианта	Размеры								
	L_1	L_2	D_1	D_2	D_3	H_1	H_2	R	α
1	120	60	80	80	80	50	120	145	90°
2	150	70	90	100	100	55	115	140	90°
3	140	70	105	80	80	60	130	150	90°
4	120	60	110	90	0	50	120	145	90°
5	145	88	90	120	0	60	120	140	90°
6	145	88	100	120	0	60	110	147	90°
7	120	60	80	80	60	65	120	145	90°
8	130	65	100	110	40	60	105	140	90°
9	135	70	100	95	55	65	130	150	60°
10	125	75	114	114	0	65	120	145	60°
11	120	70	100	100	0	55	115	140	60°
12	130	70	150	150	0	65	115	140	60°

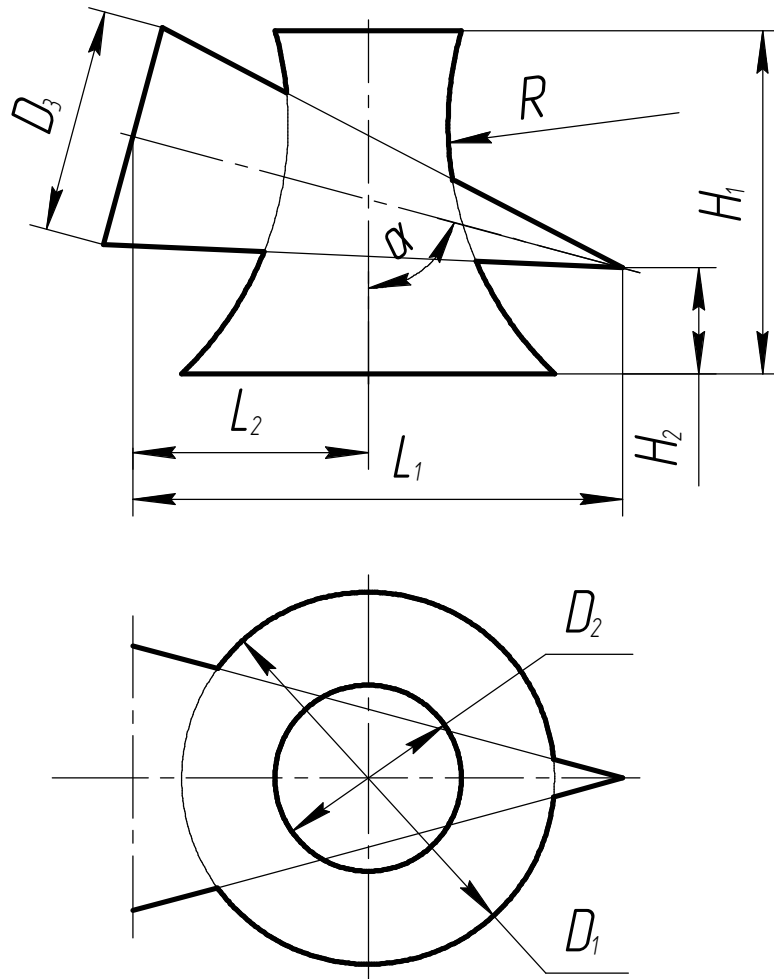


Таблица 7

№ варианта	Размеры								
	L_1	L_2	D_1	D_2	D_3	H_1	H_2	R	α
13	120	60	110	30	100	105	50	120	60°
14	130	65	110	30	78	110	55	115	90°
15	124	62	110	45	80	120	60	110	90°
16	120	60	110	30	80	105	50	120	60°
17	130	65	110	30	100	110	45	115	60°
18	124	62	110	32	80	120	40	120	60°

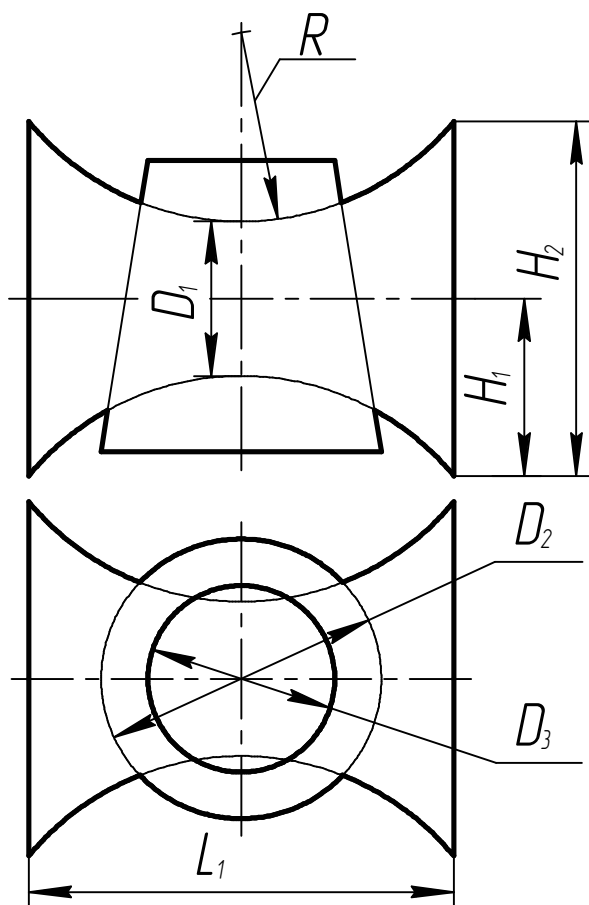


Таблица 8

№ варианта	Размеры						
	L_1	D_1	D_2	D_3	H_1	H_2	R
19	120	40	90	90	65	130	120
20	130	80	80	80	65	120	106
21	140	80	60	60	60	120	105
22	170	60	100	30	65	120	120
23	130	70	105	35	50	130	95
24	140	60	110	40	65	135	140
25	120	50	90	0	55	130	120
26	130	50	108	0	55	130	100
27	140	55	90	0	60	120	90
28	170	40	140	0	55	130	120
29	130	45	30	100	60	130	100
30	140	50	35	105	55	135	90

Пример 8. Заданы коническая и цилиндрическая поверхности вращения, имеющие общую плоскость симметрии, параллельную фронтальной плоскости проекций. Построить линию их пересечения (рис. 7).

Последовательность решения задачи:

- 1) исходные данные удовлетворяют условиям применимости метода концентрических сфер для построения линии пересечения двух поверхностей, который и используем для решения задачи;
- 2) определяем центр сфер посредников – точку O (находится в пересечении осей поверхностей);
- 3) определяем сферы минимального R_{\min} и максимального R_{\max} радиусов; сфера R_{\min} касается конической поверхности и пересекает цилиндрическую; сфера R_{\max} проходит через наиболее удаленную от точки O точку пересечения очерков поверхностей;
- 4) для каждой сферы строим окружности, по которым она пересекает заданные поверхности; пересечение соответствующих окружностей задаёт пары точек искомой линии пересечения.

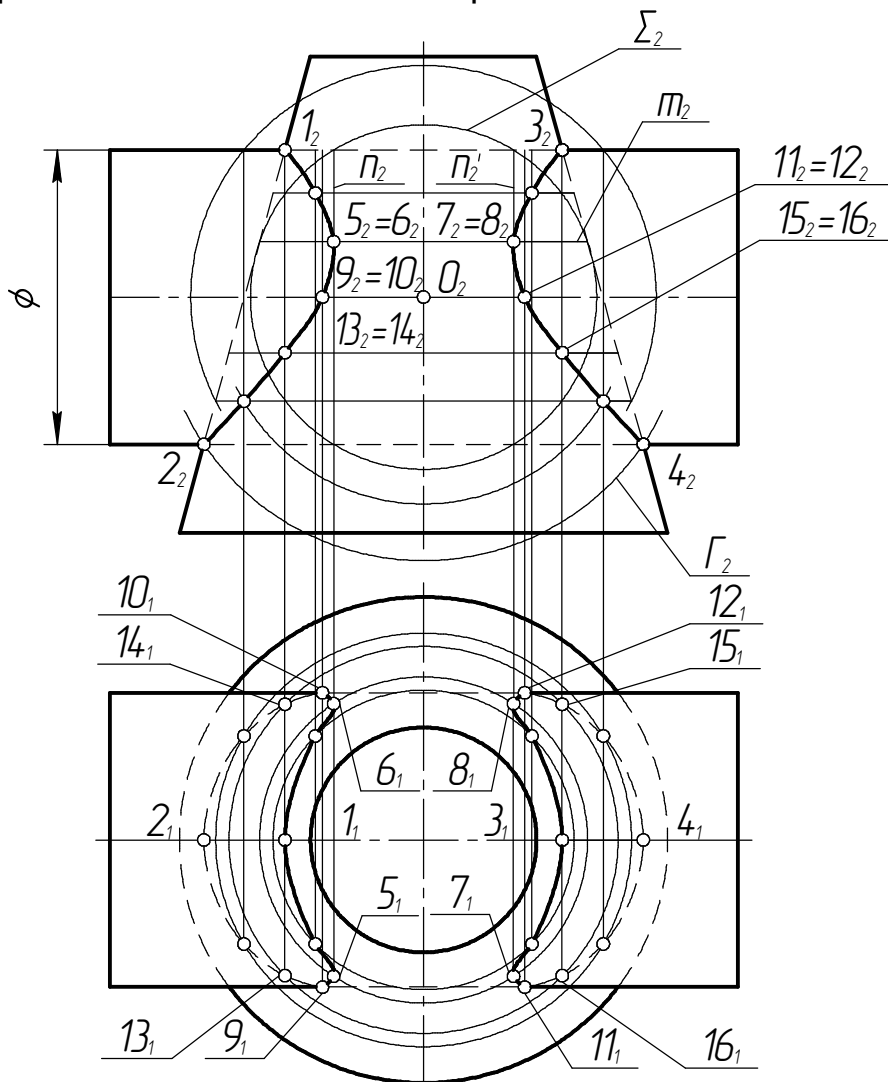


Рис. 7

Список литературы:

1. Четверухин Н.Ф., Левицкий В.С. Начертательная геометрия. – М.: Высш. шк., 1972 – 310 с.
2. Арустамов Х.А. Сборник задач по начертательной геометрии. – М.: Машиностроение, 1971 – 375 с.
3. Бубенников А.В., Громов М.Я. Начертательная геометрия. – М.: Высш. шк., 1973 – 210 с.
4. Кошелева Л.И., Леонова Л.М., Ляшков А.А. Задания по инженерной графике. Методические указания. Омск, 2001 – 54 с.
5. ГОСТ 2.301-68. Форматы. – М.: ГОССТАНДАРТ, 1991. – 236 с.
6. ГОСТ 2.303-68. Линии. – М.: ГОССТАНДАРТ, 1991. – 236 с.
7. Ляшков А.А. Начертательная геометрия: Конспект лекций / А.А. Ляшков, Л.К. Куликов, К.Л. Панчук. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 108 с.