



Кафедра механики и
конструирования машин

Начертательная геометрия и компьютерная графика

Методические указания
к выполнению расчетно-графической работы

Тема: «Позиционные и метрические задачи»

Направление подготовки
35.03.06 Агроинженерия

Профиль подготовки
**Цифровой инжиниринг в АПК
Автотроника и фирменный сервис**

Рекомендовано к изданию методической комиссией механического факультета 24 марта 2022г. (протокол №9/1).

Составители:

доцент Тархова Л.М.
доцент Урманов В.Г.
старший преподаватель Ибрагимов Р.Р.

Рецензент: доцент кафедры механики и
конструирования машин

Ахмаров Р.Г.

Ответственный за выпуск: заведующий кафедрой механики и конструирования машин доцент Ахметьянов И.Р.

ЗАДАНИЕ 1 ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ

1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ

1.1 Приобретение умений и навыков в выполнении эюра Монжа и аксонометрического чертежа точки, прямой, плоскости и гранных поверхностей.

1.2 Освоение методики решения первой основной позиционной задачи, построение точек входа и выхода прямой при пересечении ее с гранной поверхностью.

2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ

2.1 Построить эюр Монжа призмы $ABCDELKF$ и прямой общего положения MN , пересекающей грани призмы (Приложение Б).

2.2 На выполненном эюре Монжа призмы определить точки входа и выхода (S и T) прямой MN при пересечении ее с гранями призмы на основе решения первой основной позиционной задачи (ОПЗ).

2.3 Построить аксонометрический чертеж заданной призмы и прямой MN (Приложение В).

2.4 Построить аксонометрическую проекцию призмы с построением точек входа и выхода заданной прямой MN (при пересечении ее с гранями призмы на основе методики решения первой ОПЗ)

Варианты определителя призмы приведены в таблице № 1 (Приложение А) и выдаются преподавателем

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для получения изображений (проекций) предмета на машиностроительных чертежах используют метод начертательной геометрии — метод параллельного прямоугольного проецирования на две, три и большее число плоскостей проекций. При этом плоскости располагают перпендикулярно друг к другу, а предмет помещают лак, чтобы его основные измерения (длина, ширина, высота) или плоскости симметрии формы были бы па-

параллельны плоскостям проекций. Переход к плоскому изображению осуществляется путем совмещения плоскостей проекций π_1 , π_2 и π_3 в одну плоскость. Условные границы плоскостей и изображаемые линии связи проекций предмета обычно на проекциях не показывают. Оси проекций также не наносят, так как при параллельном проецировании расстояние от плоскости проекций до изображаемого предмета не влияет на очертание его проекций. Следовательно, проекции можно располагать на произвольном расстоянии, сохраняя между ними проекционную связь. При необходимости каких-либо дополнительных построений линии связи восстанавливают, а для перехода от горизонтальной проекции к профильной и обратно проводят так называемую постоянную прямую чертежа.

Если необходимо изобразить в натуральную величину какие-либо части детали (например, ребро, плоскую грань), которые на основные плоскости проекций проецируются с искажением, то используют способы преобразования проекций, излагаемые в курсе начертательной геометрии. Для решения задачи можно воспользоваться дополнительными плоскостями проекций. При этом метод параллельного прямоугольного проецирования сохраняется.

Натуральная величина искаженных проекций частей детали может быть также определена с помощью поворота всей детали или ее части вокруг оси, перпендикулярной основной плоскости проекций. Поворот осуществляется до тех пор, пока ре или плоская фигура не займут положение, параллельное одной из плоскостей проекций.

Формы деталей машин в большинстве случаев образованы сочетанием простейших геометрических тел, таких, как многогранники (призмы и пирамиды), тела вращения (прямые круговые цилиндры и конусы, шары и торы) и другие «производные» геометрические тела. Соответственно, поверхности многих деталей ограничены отсеками плоскостей и простейших поверхностей вращения. В дальнейшем эти поверхности будут называться основными.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Графические построения в каждом чертеже выполнять в избранном масштабе и сначала в карандаше. После предварительной проверки преподавателем чертеж обвести тушью (пастой), приняв толщину сплошной линии равной $S=0,8 \dots 1,0$ мм и обязательно сохранив вспомогательные построения. Исходные условия задачи на чертеже желательно выполнить черной пастой, вспомогательные построения и полученные результаты пастами других цветов.

Заполнить основную и дополнительные надписи и таблицу определителя на каждом чертеже.

Выполнить построение в следующей последовательности;

4.1 Построение эпюра Монжа призмы ***ABCDELKF*** по заданному определителю:

4.1.1 вычертить на листе формата А2 (594 x 420) рамку на расстоянии

5 мм от трех краев формата, а от левого края листа на расстоянии 20 мм для брошюровки и линии основной и дополнительной надписей чертежа согласно ГОСТ 2.104 – 2006;

4.1.2 начертить оси X, Y, Z на эпюре Монжа и наметить оси X^I, Y^I, Z^I для аксонометрии;

4.1.3 выполнить по определителю эпюр Монжа заданных точек и соединить их одноименные проекции отрезками прямых. Недостающую проекцию точки построить, учитывая принадлежность ее плоскости основания призмы.

4.1.4 построить ребро призмы ***AE*** (***A₁E₁***, ***A₂E₂***) по заданным длине ребра ***AE*** и углам наклона его к плоскостям проекции ***Π₁*** и ***Π₂***;

4.1.5 построить проекции ребра призмы ***B₁L₁***, ***C₁K₁***, ***D₁F₁*** и ***B₂L₂***, ***C₂K₂***, ***D₂F₂*** из условия параллельности их ребру ***AE*** (***A₁E₁*** и ***A₂E₂***);

5.1.6 построить проекции второго основания призмы ***E₁***, ***L₁***, ***K₁***, ***F₁***, и ***E₂***, ***L₂***, ***K₂***, ***F₂***, имея в виду, что основания призмы конгруэнтны;

4.1.7 определить видимость на эпюре скрещивающихся прямых методом конкурирующих точек [1,2,3]. Видимость на эпюре Монжа определяется отдельно для горизонтальной и фронтальной проекций.

4.2 На выполненном эпюре Монжа призмы определить точки входа и выхода (***S*** и ***T***) прямой ***MN*** при пересечении ее с гранями

призмы на основе решения первой основной позиционной задачи (ОПЗ):

4.2.1 построить по определителю точки M и N ($M_1M_2; N_1N_2$), а затем прямую MN ($M_1N_1; M_2N_2$);

4.2.2 построить точки пересечения прямой MN с гранями призмы (точки S и T):

- построить вспомогательную фронтально-проецирующую плоскость Σ (Σ_2) или горизонтально-проецирующую плоскость Γ (Γ_1);

- построить линию пересечения плоскости Σ или Γ с гранями призмы $m^{1,2,3,4}$ ($m_1^{1,2,3,4}$ и $m_2^{1,2,3,4}$);

- построить точки S (S_1, S_2) и T (T_1, T_2).

Пример построения точек S и T пересечения прямой MN с призмой $ABCDELKF$ показан в приложении Б.

4.3 Построение аксонометрических проекций призмы $ABCDELKF$, прямой MN и точек S и T .

В задании предусмотрено выполнение прямоугольной изометрической проекции с приведенными к единице показателями искажений по осям X^1, Y^1, Z^1 .

Отметим, что последовательность соединения точек и видимость прямых на вторичной проекции призмы $ABCDELKF$ такая же, как и на горизонтальной проекции призмы на эпюре Монжа, а на аксонометрической проекции – как фронтальной проекции призмы.

Пример выполнения прямоугольной аксонометрической проекции показан в приложении В.

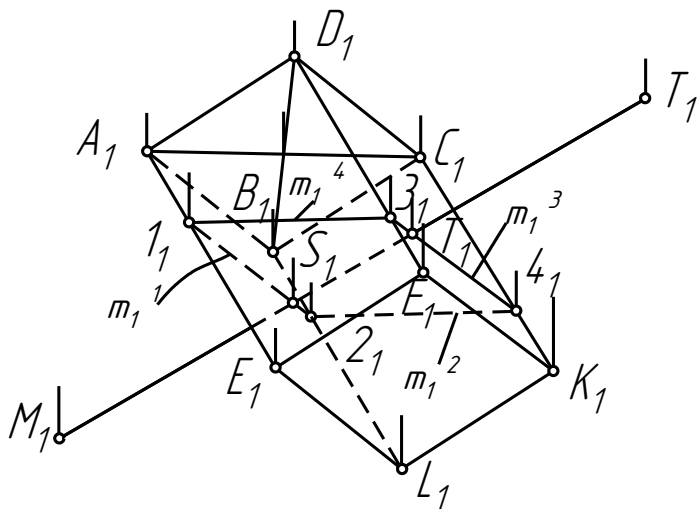
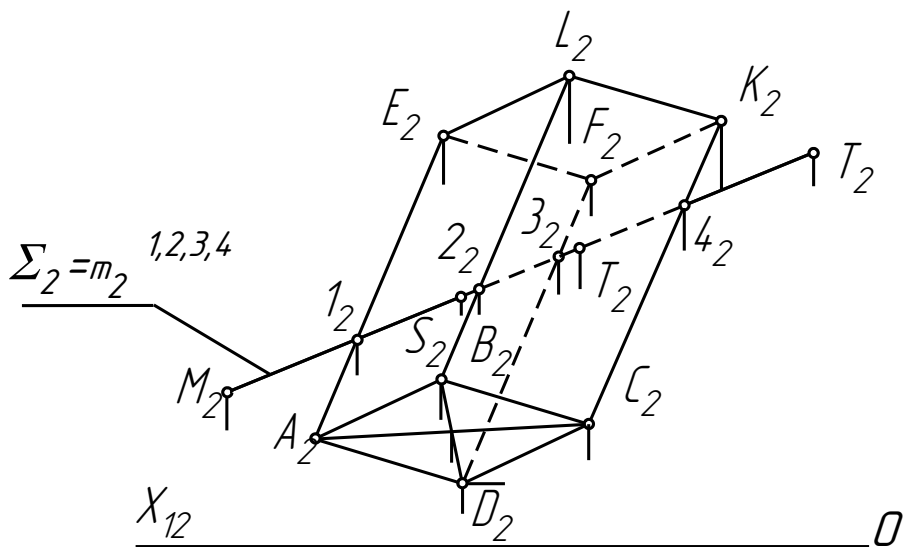
5 Вопросы самоконтроля

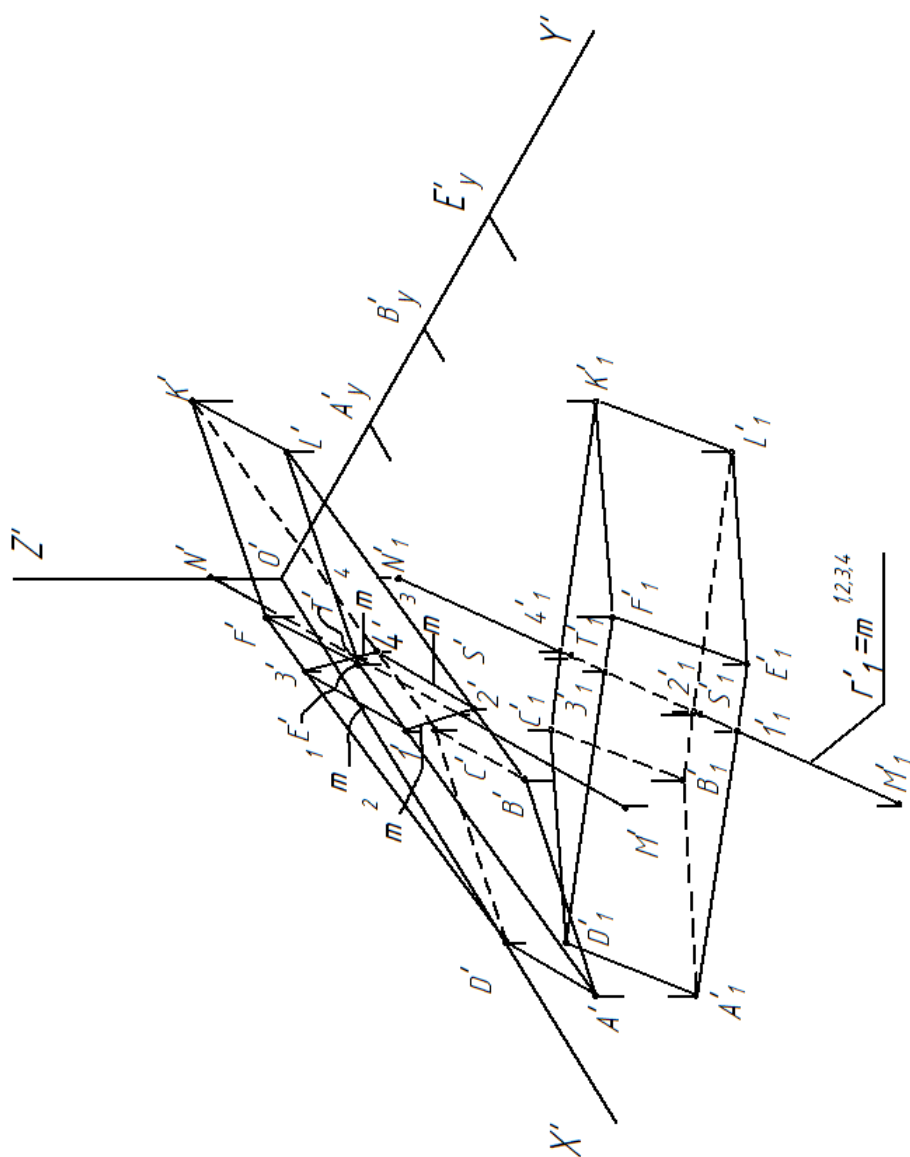
1. Какие вы знаете способы задания плоскости на комплексном чертеже?
2. Что такое следы плоскости?
3. Какие плоскости, называются плоскостями уровня? Укажите свойства этих плоскостей.
4. Какие плоскости называются проецирующими? Укажите свойства этих плоскостей.
5. Сформулируйте условие принадлежности прямой плоскости.
6. 15. Какие прямые называются горизонтальными плоскости? фронтальными?

№ п/п	А			В			С			D			AE			M			N		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	Δ	α	β	x	y	z	x	y	z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	68	20	0	50	5	45	20	15	30	35	20	10	90	50	25	130	70	30	30	10	70
2	8	37	10	22	10	35	50	3	30	60	23		95	50	25	125	40	30	30	20	50
3	60	32	30	52	5		20	0	3	10	40	23	90	50	25	130	70	30	30	10	70
4	8	32	23	50	10	4	60	40	23	25		28	80	50	20	130	70	30	30	10	50
5	10	28	15	52	6	8	60	40		30	45	28	70	50	20	135	70	30	30	10	70
6	10	32	39	52	10	4	62		28	27	52	42	80	55	20	130	70	30	30	10	50
7	52	39	32	70	17		10	4	10	11	30	27	70	50	30	130	40	30	30	10	70
8	0	35	12	42	0	14	52	19	44	26	55		80	50	30	130	40	30	30	10	80
9	3	15	5	25	43	32	60	25	0	35		3	90	55	20	130	50	35	30	10	80
10	50	5	25	43	42	32	8	30	33	25		0	90	50	20	130	50	35	30	10	80
11	47	7	0	5	24	3	25		25	64	33	21	90	50	20	130	40	30	30	15	80
12	42	4	3	0	27	0	20	43	32	55	22		85	55	20	130	45	30	30	10	80
13	0	3	4	22	43	22	59	27	20	42	7		90	50	30	130	55	30	30	10	80
14	3	20		25	32	35	60	19	23	45	7	19	90	50	20	130	50	30	30	15	80
15	0	25		22	32	13	62	25	15	42	7	5	90	50	20	130	50	30	30	10	70
16	5	12		35	24	9	67	13	17	53	0	44	80	55	20	130	55	30	30	10	70
17	85	15	31	17	9		34	9	24	50	9	0	80	60	30	120	55	30	30	10	70
18	10	35	17	41	5	20	69	15	12	12	58	40	90	55	20	120	60	30	30	10	70
19	55	12	40	7	0	44	24	34	9	67	25		90	55	23	125	55	30	30	10	70
20	63	39	13	17	9	16	0	44	0	38			90	60	30	130	50	30	30	15	70
21	51	40	4	5	29	11	31	6		42	10	26	90	60	30	130	50	30	30	20	80
22	49	44	0	37	14	22	0	33	24	25	42		90	60	15	130	70	30	30	10	80
23	9	40	4	55	29	11	35	10		18	10	25	75	60	15	130	70	35	30	10	80
24	42	4	24	83		7	35	42	3	4	19	22	75	60	25	130	55	35	30	10	80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
25	75		22	43	44	4	9	21	20	45	14	34	75	60	25	130	65	35	30	10	80
26	3	2	26	25	40	5	56	33	24	44	17		80	60	25	130	50	35	30	15	70
27	6	0	28	15	38	8	62	34	2	41	15		80	60	25	130	50	30	30	15	70
28	4	7	21	8	40	0	54	49	15	42		35	75	50	25	130	50	30	30	20	70

Продолжение приложения А

№ п/п	А			В			С			D			AE			M			N		
	x	y	z	x	y	z	x	x		y	z	x	y	z	x		x	y	z	x	y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
29	5	26	2	12	5		61	14	43	46	24	17	75	60	25	125	55	30	30	20	70
30	5	26	25	12	5	4	46	24	17	55	45		75	55	15	125	55	30	30	20	70
31	13	11	18	34	29	14	59	27		64	5	25	75	65	25	130	60	35	30	15	80
32	14	22	6	36	46	24	60		26	65	15	0	80	60	15	130	55	35	35	15	80
33	30	20	8	73	6	36	0		28	6	39	6	80	60	20	140	60	35	30	15	70
34	62	30	18	73	6	36	0		28	6	39	6	80	60	20	130	55	35	30	15	70
35	56	11	55	31	4	78	0	37	48	67	44		70	60	20	135	55	30	30	10	70
36	18	13	13	46	6	36	64	10		74	39	6	70	55	25	125	50	30	30	10	70
37	8	13	28	33	6	51	64	39	21	40	58		75	60	25	125	60	30	30	10	70
38	10	35	5	40	0	25	60	30	15	50	50		75	55	30	120	60	30	30	10	70
39	10	127	39	52	105	4	62		23	27	147	42	75	55	25	120	60	30	30	10	70
40	52	119	32	70	97		10	64	10	15	110	27	80	60	25	120	55	40	30	10	70
41	47	34	3	3	50	7	25	62	43	53		16	80	55	30	125	60	40	30	10	80
42	3	15	55	25	48	92	60	25		35	0	63	80	60	25	125	60	40	30	10	80
43	42	44	3	0	60	7	20	83	32	65	62		75	55	30	125	60	40	30	10	70
44	0	3	54	22	43	72	59	27	70	42	7		75	60	20	120	60	30	30	25	60
45	3	20		25	32	135	60	19	123	45	7	110	80	60	20	130	45	30	30	25	60
46	5	70	12	36	39	24	53		15	47	59	0	80	60	25	130	45	40	30	30	60
47	42	54	24	36		7	35	92	3	4	69		70	60	25	130	55	40	30	30	60
48	4	57	21	8	95	0	54	99	15	42		36	70	60	20	130	50	30	30	30	60
49	0	28	30	7	7	63	49	8	82	32	25		70	60	20	130	50	30	30	30	60
50	62	62	20	38	37	3	4	56	15	20	75		80	60	20	130	55	35	30	20	60
51	5	26	94	12	5	115	46	24	107	55	45		80	60	25	130	45	35	30	20	60
52	30	20	108	51	44	126	92		119	81	13	102	75	60	25	130	55	35	30	20	80
53	10	99	18	31	114	36	81	120		74	92	0	75	60	25	130	50	40	30	20	80
54	62	13	113	37	6	138	0		128	6	39	105	70	60	20	130	50	40	30	20	80





ЗАДАНИЕ 2 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА

1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ

1.1 Приобретение умений и навыков в решении метрических задач (на примере определения параметров призмы).

2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ

2.1 По чертежу заданной призмы (смотри задание № 1) определить:

2.1.1 Натуральный вид нормального сечения призмы (Приложение А).

2.1.2 Двугранный угол между боковой гранью $ABCE$ призмы и ее основанием (Приложение Б).

2.1.3 Высоту призмы (Приложение В).

2.1.4 Расстояние между ребром AE и стороной основания BC (Приложение Г).

2.1.5 Натуральный вид грани $ABLE$ (Приложение Д).

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Многие задачи решаются легко и просто, если прямые линии, плоские фигуры (основания, грани, ребра, оси) геометрических тел находятся в частном положении. Такое частное, взаимное расположение геометрического элемента и плоскостей проекций может быть обеспечено преобразованием чертежа.

Рассмотрим два основных способа преобразования чертежа прямой линии или плоской фигуры общего положения в чертеж с их частным положением. Они заключаются в следующем:

в одном случае — заменяют заданную систему плоскостей проекций на новую так, чтобы в ней исходные объекты оказались в частном положении, не меняя своего расположения в пространстве;

в другом случае — изменяют положение исходных объектов в пространстве так, чтобы они приняли частное положение относительно неизменных плоскостей проекций.

В первом случае преобразование чертежа называют способом перемены плоскостей проекций, во втором — способом вращения (перемещения).

Рассмотрим указанные способы.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Чертеж Монжа заданной призмы строится по методике, изложенной в РГР №1. Перед решением задач 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 и 2.1.4 следует в учебной литературе изучить раздел «Способы преобразования чертежа» и наметить рациональные алгоритмы решения задач.

4.1 Решение задачи 2.1.1 Натуральный вид нормального сечения призмы

Перед решением задачи следует изучить способ плоскопараллельного перемещения (ППП).

Решение рекомендуется выполнить, используя дважды способ ППП. При этом рационально сначала провести ребра призмы в положение линий уровня, а затем выполнить сечение призмы проецирующей плоскостью, т.е. перпендикулярной к ребрам призмы. Далее, применяя повторно способ ППП, проводим полученное сечение призмы в положение плоскости уровня и определяем натуральный вид нормального сечения призмы.

Пример решения задачи приведен в приложении А.

4.2 Решение задачи 2.1.2 Двугранный угол между боковой гранью АВСЕ призмы и ее основанием

Следует изучить способ замены плоскостей проекций (ЗПП) в учебниках.

При решении задачи 2.1.2 исходим из того, что двугранный угол между гранью **ABLE** и нижним основанием проецируется в равной ему по величине линейный угол на плоскость, перпендикулярную к ребру **AB**. Поэтому, используя способ ЗПП, рационально преобразовать ребро **AB** двугранного угла в прямую уровня, а затем в проецирующую прямую. При этом плоскости

двугранного угла (**ABLE**, **ABCD**) преобразуются в прямые линии, угол между которыми и является искомым углом .

Пример решения задачи представлен в приложении Б.

4.3 Решение задачи 2.1.3 Высота призмы

Перед решением задачи 2.1.3 надо изучить способ вращения вокруг проецирующей прямой (ВПП) в учебниках. Высота призмы может быть определена, если плоскость оснований призмы преобразовать в проецирующие к Π_1 или Π_2 . При этом рационально в одной из плоскостей оснований призмы (верхней или нижней) построить линию уровня (горизонталь или фронталь). Затем вокруг проецирующей оси (горизонтально или фронтально проецирующей прямой) следует вращать призму таким образом, чтобы линия уровня стала перпендикулярна к плоскости проекций. При таком расположении основания проецируются в параллельные линии, расстояние между которыми высотой призмы.

Пример решения задачи показан в приложении В.

4.4 Решение задачи 2.1.4 Расстояние между ребром **AE** и стороной основания **BC**

Задача 2.1.4 решается также способом замены плоскостей проекций. При составлении плана решения задачи в пространстве, опираемся на известное положение, что среди множества прямых, перпендикулярных к двум данным скрещивающимся прямыми (которыми являются рассматриваемые прямые) имеется только один общий перпендикуляр, пересекающий данные прямые.

Отрезок прямой между точками пересечения этого перпендикуляра с данными прямыми является кратчайшим расстоянием между рассматриваемыми прямыми. Если спроецировать прямые **AE** и **BC** на некоторую плоскость, перпендикулярную к одной из них, например к прямой **AE**, то эта прямая станет проецирующей и спроецируется в точку. Общий перпендикуляр прямых **AE** и **BC**, будучи перпендикулярен к проецирующей

прямой AE , будет прямой уровня по отношению к плоскости Π_2 . Прямой угол между общим перпендикуляром и прямой BC спроецируется на эту плоскость также в прямой угол, а сам перпендикуляр спроецируется без искажения.

На рисунке 4.4 заданы рассматриваемые прямые AE и BC своими проекциями (A_1E_1 , A_2E_2 , и B_1C_1 , B_2C_2). При первой замене новая ось проекции (введена плоскость проекции Π_4) расположена параллельно прямой AE (её фронтальной проекции A_2E_2). Получена проекция A_4E_4 – линия уровня.

При второй замене новую плоскость Π_5 (вместо Π_2) введена перпендикулярно линии уровня т.е. A_4E_4 и получена её проекция в виде точки A_5 .

Далее из точки A_5 опущен перпендикуляр на проекцию B_5C_5 – кратчайшее расстояние между прямыми AE и BC .

Производим в системе (Π_1, Π_2) замену плоскости Π_1 на плоскость Π_4 , преобразуя AE в прямую уровня. Затем в системе (Π_2, Π_4) производим замену плоскости Π_2 на плоскость Π_5 , превращая прямую уровня A_4E_4 в проецирующую прямую. Тогда на поле Π_5 получим проекцию прямой AE в виде точки A_5 . Опустив из этой точки перпендикуляр на проекцию B_5C_5 , получим проекцию общего перпендикуляра скрещивающихся прямых AE и BC , которая равна натуральной величине кратчайшего расстояния между ними. В приложении Г заданы рассматриваемые прямые AE и BC своими проекциями (A_1E_1 , A_2E_2 , и B_1C_1 , B_2C_2)..

Пример решения задачи показан в приложении Г.

4.5 Решение задачи 2.1.5 Натуральный вид грани $ABLE$

Для решения задачи следует изучить способ вращения вокруг линии уровня.

Натуральный вид грани $ABLE$ призмы рационально получить поворотом самой грани вокруг линии уровня до положения плоскости уровня, то есть до положения параллельной грани горизонтальной или фронтальной плоскости проекций. Поэтому в грани $ABLE$ следует сначала построить горизонталь или

фронталь. Далее через опорные точки строим следы проецирующих плоскостей (горизонтальными или фронтальными следами), перпендикулярные к линии уровня (горизонталь или фронталь). Затем выполняем вращение вершин грани вокруг линии уровня. на которых можно построить искомые точки. Точки сторон грани призмы, через которые проходит ось вращения (линия уровня) при вращении останутся на месте и это положение нужно использовать при решении задачи.

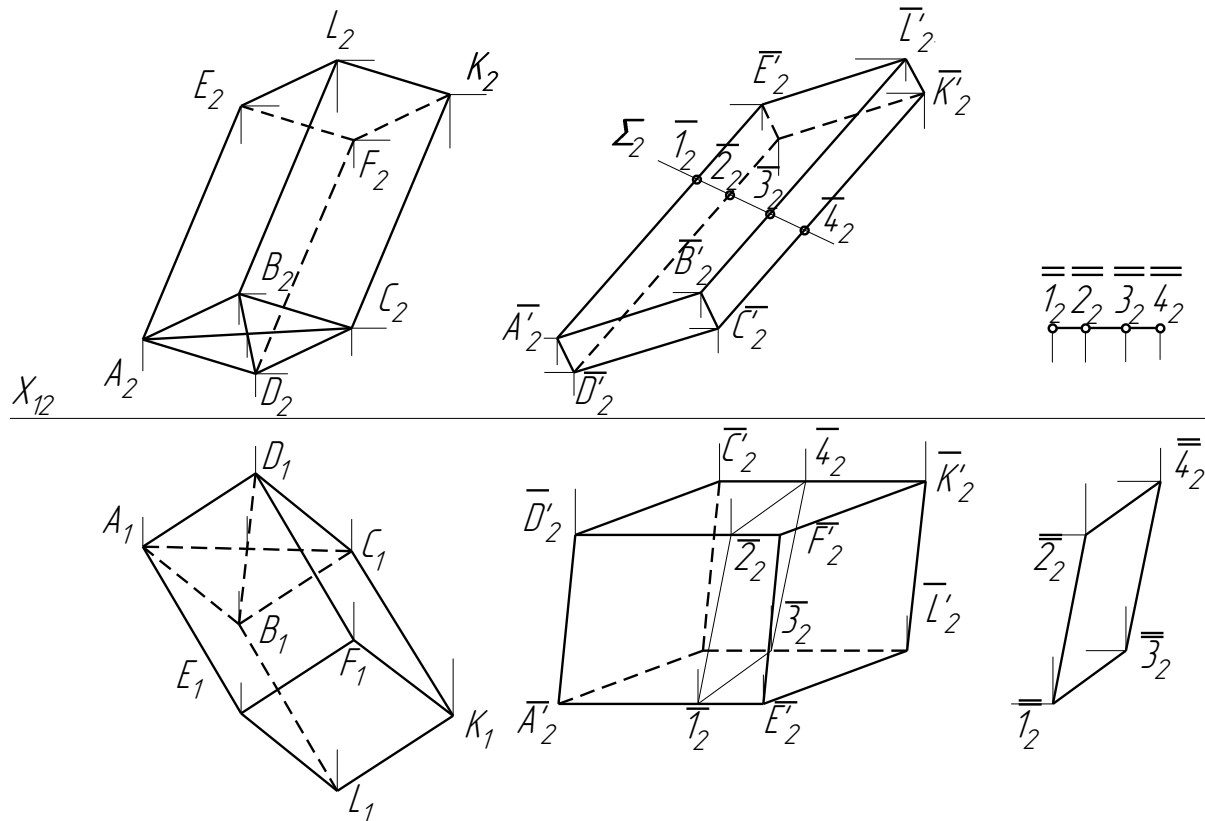
После поворота вершин грани достраиваем стороны грани с учетом того, что грань имеет форму параллелограмма.

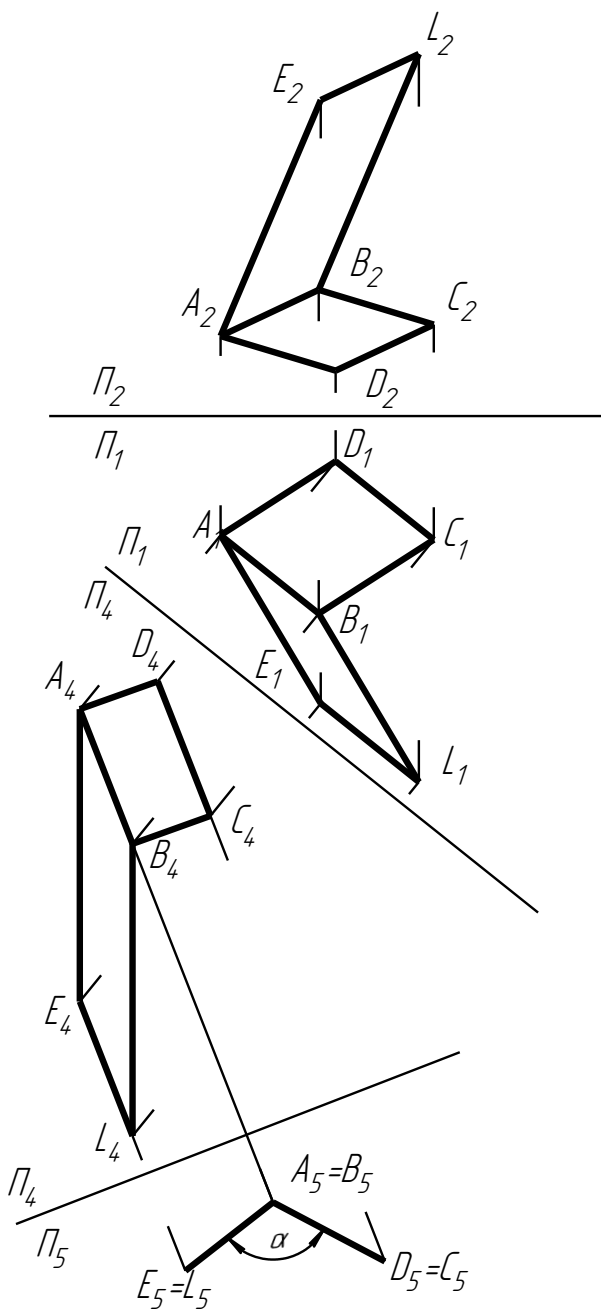
Пример решения задачи показан в приложении Д

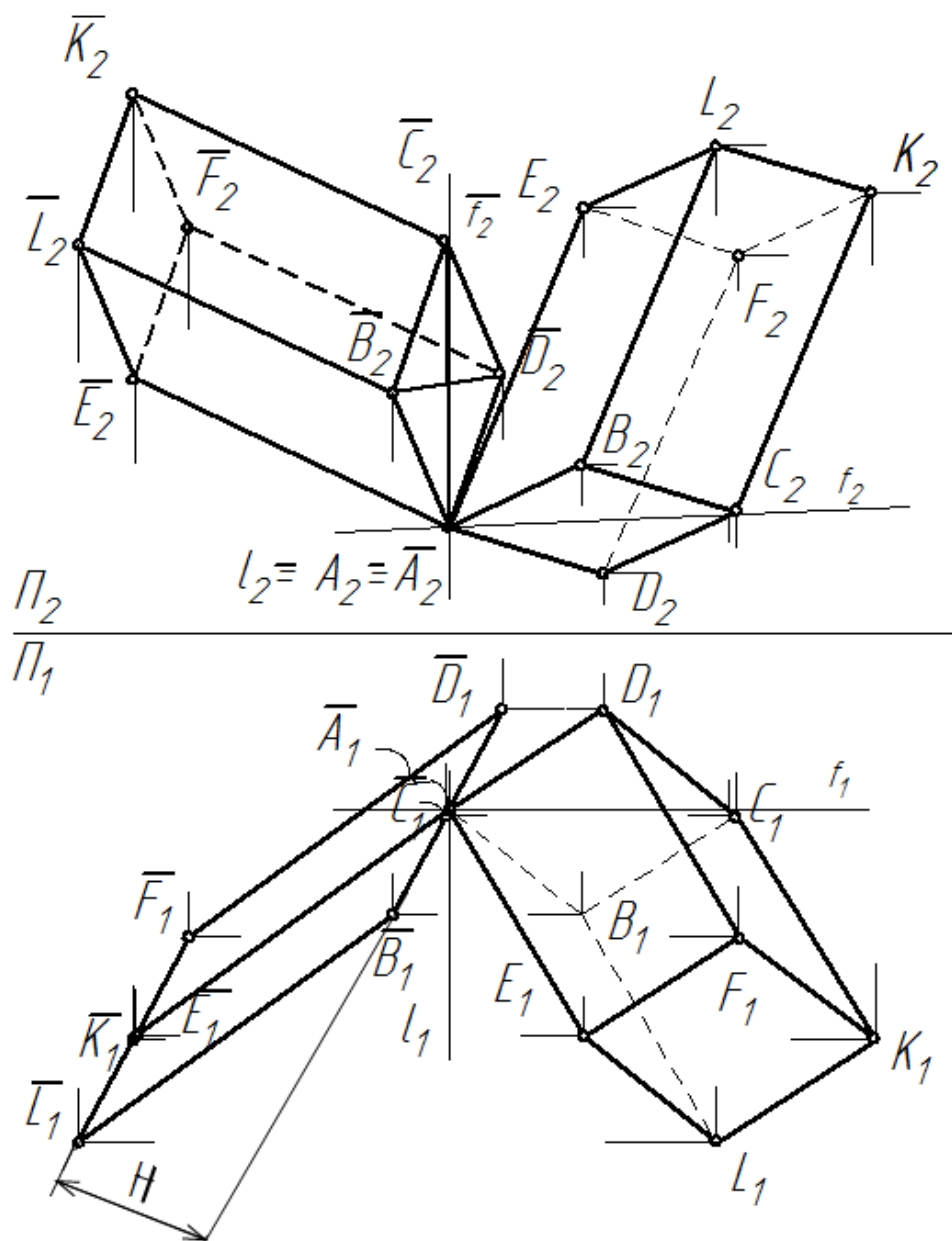
5 Вопросы самоконтроля

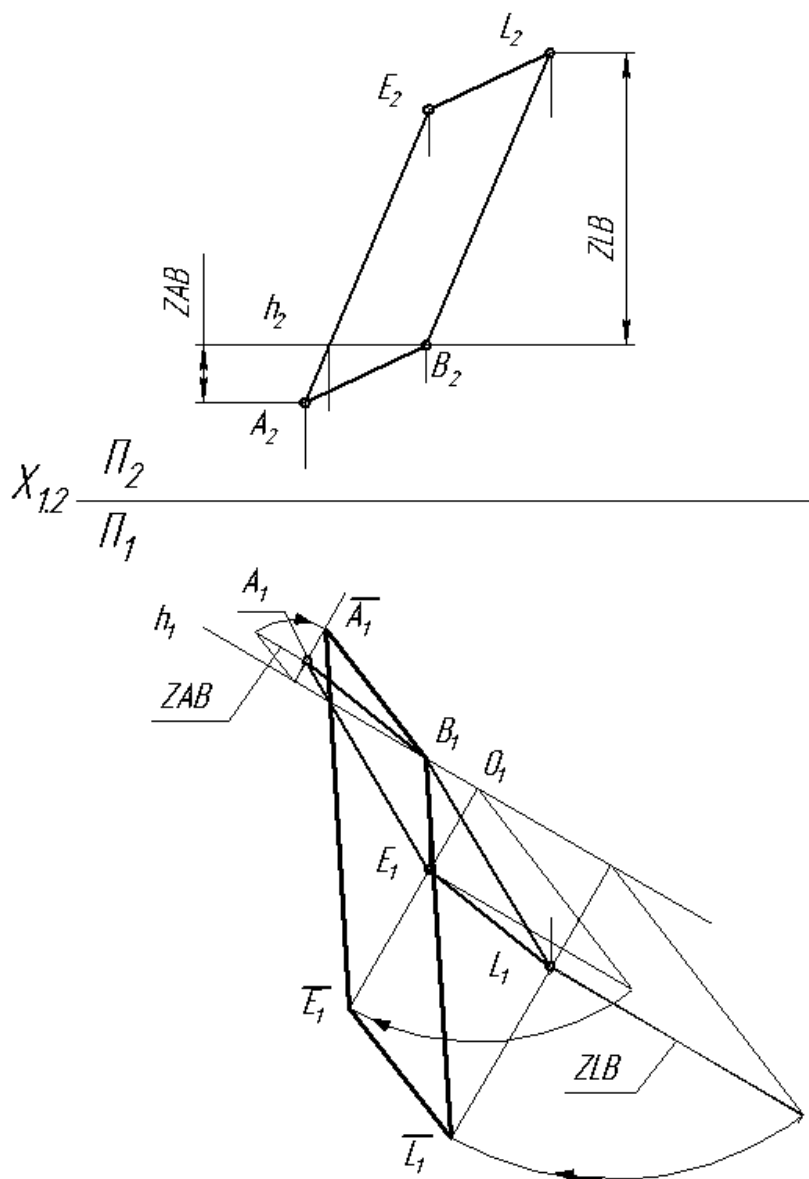
1. Назовите способы преобразования проекций, применяемые в начертательной геометрии.
2. В чем сущность способа вращения вокруг осей, перпендикулярных к плоскостям проекций?
3. Назовите основные элементы вращения.
4. Определите способом вращения истинную величину отрезка прямой и треугольника.
5. В чем сущность способа совмещения?
6. Определите способом совмещения действительную величину треугольника, принадлежащего горизонтально проецирующей плоскости.
7. В чем сущность способа плоскопараллельного перемещения?
8. Определите способом плоскопараллельного перемещения действительную величину отрезка прямой и треугольника, принадлежащего фронтально проецирующей плоскости.
9. В чем сущность способа замены плоскостей проекций?

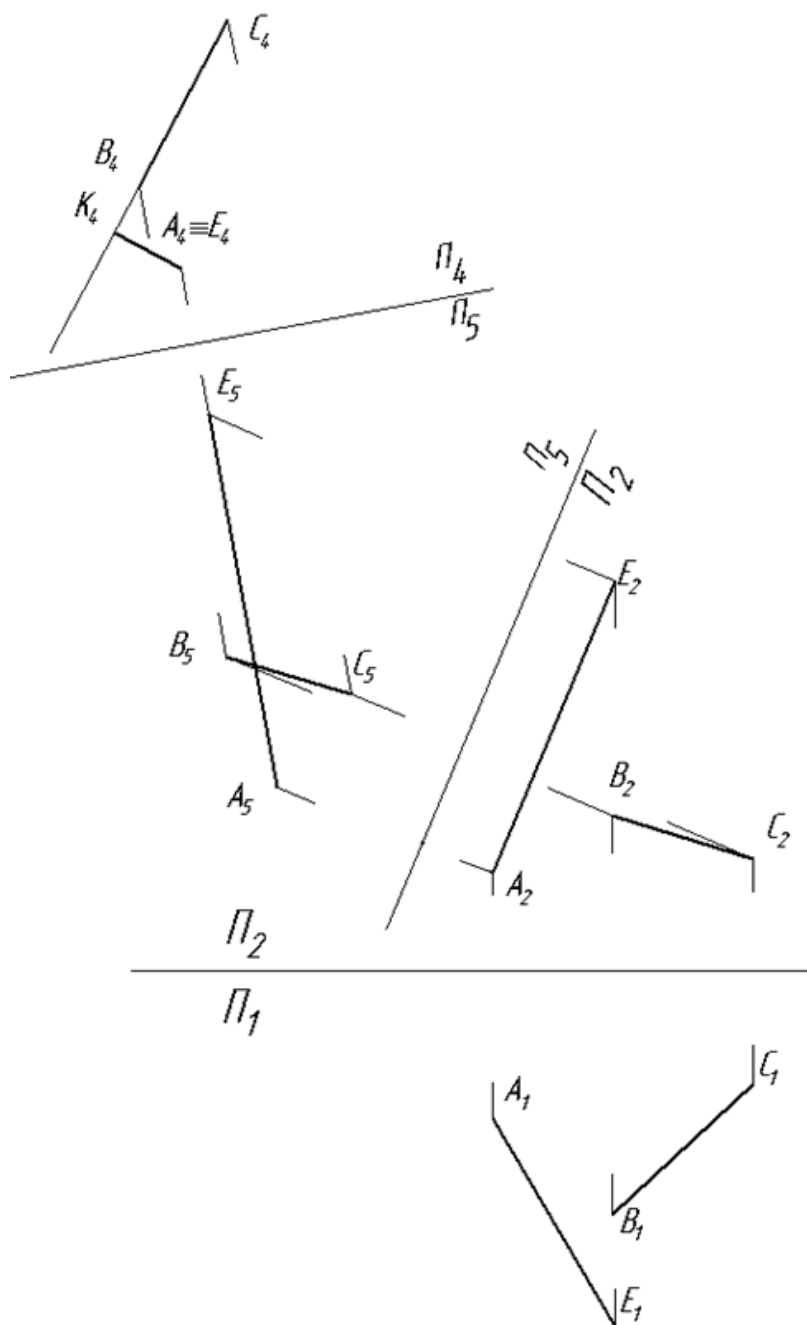
Приложение А











ЗАДАНИЕ 3 ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ

1.1 Оказание помощи студентам в их самостоятельной работе при выполнении расчетно-графической работы по теме «Взаимное пересечение кривых поверхностей»;

1.2 Закрепление и углубление теоретических положений по выполнению чертежа поверхности по заданным определителям и построению проекций линий пресечения поверхностей).

2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ

2.1 Построить комплексный чертеж поверхностей по определителям.

2.2 Построить проекции линии пересечения поверхностей.

2.3 Выполнить развертку одной поверхности с нанесением линии пересечения.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Линия пересечения двух поверхностей представляет собой пространственную кривую, которая может быть замкнутой, или распадаться на две и более части.

Линию пересечения строят, применяя вспомогательные плоскости или поверхности (посредники), пересекающие данные поверхности по каким-либо линиям. Точки пересечения этих линий принадлежат одновременно двум данным поверхностям, т.е. линии их пересечения. Взяв достаточное количество вспомогательных плоскостей (поверхностей), можно найти достаточное количество точек искомой линии. Вид посредника выбирается таким, чтобы он, пересекаясь с данными поверхностями, давал бы простые для построения линии (прямые, окружности), которые проецировались бы на одну из плоскостей проекции в натуральную величину. Часто в качестве посредников используют плоскости или сферы. Соответственно

им различают способ вспомогательных плоскостей и способ сфер.

Каким бы способом не производилось построение линии пересечения поверхностей, при нахождении точек этой линии соблюдается определенная последовательность:

- определяют опорные точки;
- для более точного построения линии определяют промежуточные точки;
- определяют точки видимости;
- полученные точки соединяют плавной линией с учетом видимости участков линии на каждой плоскости проекции отдельно.

К опорным относятся точки, наиболее удаленные от плоскостей проекций, или приближенные к ним. По этим точкам можно определить характер кривой линии.

К промежуточным относят точки, расположенные между опорными. Для их определения пользуются вспомогательными секущими плоскостями (поверхностями).

К точкам видимости относятся точки, лежащие на крайних образующих поверхностей, т.е. на контурах каждой проекции поверхностей. Эти точки отделяют видимую часть кривой линии от невидимой.

3.1 Способ вспомогательных секущих плоскостей

Способ секущихся плоскостей удобно применять, когда оси поверхностей вращения параллельны и одна из поверхностей занимает частное положение. Если оси поверхностей не параллельны (скрещиваются), то для упрощения построения линии пересечения целесообразно предварительно преобразовать чертеж в положение, при котором вспомогательные плоскости пересекают данные поверхности по простым линиям.

3.2 Способ вспомогательных сфер

Способ основывается на построении линии взаимного пересечения каждой из пересекаемых поверхностей вращения с соосно-расположенными сферами.

Поверхности вращения называются соосными, если их оси вращения совпадают. Две соосные поверхности вращения пересекаются по окружностям. Число окружностей равно числу описывающих эти окружности точек пересечения образующих, лежащих в одной меридиональной плоскости и по одну сторону от оси вращения.

С помощью сферических поверхностей просто решаются задачи по определению линий пересечения двух произвольных поверхностей вращения, имеющих общую плоскость симметрии.

При этом возможны два случая:

1) если оси поверхностей пересекаются, то для определения линии пересечения поверхностей используют семейство концентрических сфер;

2) если оси не пересекаются, применяют эксцентрические сферы.

3.2.1 Способ концентрических сфер

Способ концентрических сфер основан на том, ЧТО сфера пересекается с поверхностью вращения по окружности если ось поверхности проходит через центр сферы. Если, кроме того, ось поверхности параллельна > одной из плоскостей проекций, то плоскость полученной окружности (занимает проецирующее положение по отношению к этой плоскости проекций, т. е. проецируется на нее в виде прямой. Следовательно, способ концентрических вспомогательных сфер можно применять (для решения задач при наличии следующих условий: а) обе поверхности должны быть поверхностями вращения; б) оси поверхностей должны пересекаться между собой; в) обе оси должны быть параллельны одной из плоскостей проекций. Решение задач выполняется по такому плану:

1) из точки пересечения осей заданных поверхностей как из центра проводят вспомогательные сферы;

2) определяют окружности, по которым вспомогательные сферы пересекаются с каждой из заданных поверхностей в отделимости;

3) находят точки пересечения полученных окружностей.

3.2.2 Способ эксцентрических сфер

Способ эксцентрических сфер заключается в использовании сфер, имеющих различные центры. Введение эксцентрических сферических посредников расширяет область применения способа сфер. Так, (место поверхностей вращения можно брать поверхности, содержащие фуговые сечения. Примерами таких поверхностей служат трехосный «эллипсоид, тор, наклонный цилиндр и др.

Способ эксцентрических сфер можно применять для построения проекции линии пересечения двух поверхностей, имеющих общую плоскость симметрии. Каждая из этих поверхностей должна содержать семейство окружностей, по которым её могут пересекать эксцентрические сферы, общие для обеих поверхностей.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Студентом выполняется индивидуальный вариант задания (приложения Б,В).

2.1 По конспекту лекций, учебникам и данным методическим указаниям изучить:

- классификацию и образование поверхностей, построение очерка поверхности по определителю;
- способы построения проекции линии пересечения поверхностей с применением вспомогательных секущих плоскостей (посредников) или поверхностей (сфер);
- способы построения развертки поверхностей.

2.2 На листе чертежной бумаги формата А2 или А3 начертить рамку и прямоугольник для основной надписи.

2.3 В левой половине листа по заданным координатам геометрической части определителя построить ортогональные проекции поверхностей.

2.4 Проанализировать положение пересекающихся поверхностей относительно плоскостей проекций P_1 и P_2 , выбрать рациональный способ решения задачи.

2.5 Наметить расположение посредников.

2.6 Построить сначала опорные, а затем промежуточные точки линии пересечения, обозначить проекции полученных точек.

2.7 Соединить точки, принадлежащие соседним образующим, кривыми линиями для кривых поверхностей, а точки, лежащие на одной и той же грани, прямыми ломаными линиями для гранных поверхностей

2.8 Определить видимость участков линии пересечения на проекциях.

2.9 В правой половине листа над основной надписью поместить развертку одной из поверхностей и нанести на нее линию пересечения.

Все построения выполнить сначала в тонких линиях с помощью чертежных инструментов, затем произвести обводку карандашом или гелиевой ручкой следующим образом: исходные данные – черным цветом, вспомогательные построения – синим, результат построения – красным.

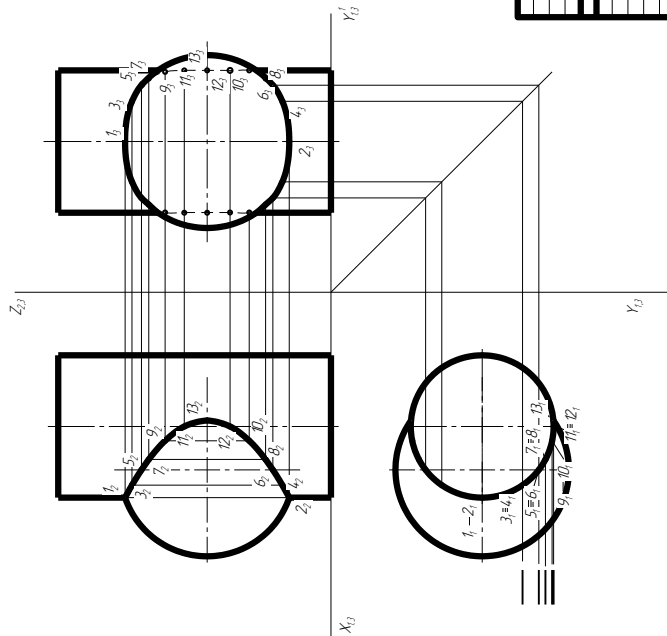
Масштаб построения 2:1. Толщину линии видимого контура (очерк поверхностей, линия пересечения, развертка) принять равной 0,8.....1,0 мм., вспомогательных линий (оси проекций, линии связи, осевые и центровые линии поверхностей, штриховые линии невидимых элементов) – тонкими толщиной 0,3.....0,5 мм.. В основной надписи в графе «Наименование чертежа» шрифтом №5 писать название работы: «Построение линии пересечения поверхностей». Основную надпись выполнить по форме 1ГОСТ 2.104-68. Данные определителя поверхностей поместить в таблице в левом нижнем углу поля чертежа.

Пример оформления чертежа представлен в приложении А.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

№ п/п	Шар				R основания цилиндра	координаты точки O центра оси			H высота цилиндра	основание парап плоскости
	координаты центра					X	Y	Z		
	X	Y	Z							
	40	30	30	30	0	30	30	90	XOY	

- 1 Построить эллипс дугами окружностей по определителю.
- 2 Построить линии пересечения поверхностей
- 3 Построить развертку одной из поверхностей с нанесением на ней линии пересечения

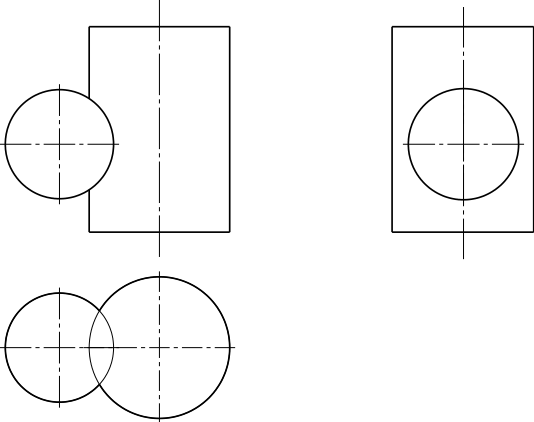


ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Вариант 1

Построить линию пересечения шара с цилиндром вращения.

Построить развертку указанного в варианте тела с нанесением на ней линии пересечения.



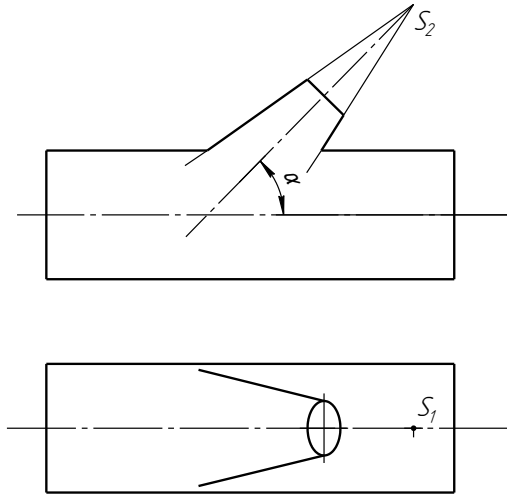
№	Шар				R основ. цилиндра	Координаты точки O центра оси			H высота цилин- дра	Основа- ние. па- раллель- ное плос- кости	Разверт- ка
	Координаты центра			R шара		X	Y	Z			
	X	Y	Z								
1	50	30	30	25	15	20	30	0	80	XOY	Шара
2	45	30	30	25	15	20	30	0	80	XOY	Цилин- дра
3	5	25	25	25	20	40	30	0	80	XOY	Шара
4	5	30	30	25	15	20	30	30	80	XOY	Цилин- дра
5	40	25	25	20	15	20	30	0	80	XOY	Шара
6	50	30	30	25	20	50	55	0	80	XOY	Цилин- дра
7	50	30	30	25	15	50	0	55	80	XOZ	Шара
8	40	30	30	30	20	0	30	30	90	ZOY	Цилин- дра
9	40	30	40	25	15	0	30	30	90	ZOY	Шара
10	40	40	40	25	30	50	0	30	80	XOZ	Цилин- дра

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Вариант 3

Построить линию пересечения цилиндра вращения с конусом вращения (основание конуса параллельно плоскости Π_1).

Построить развертку конуса с нанесением линии пересечения.

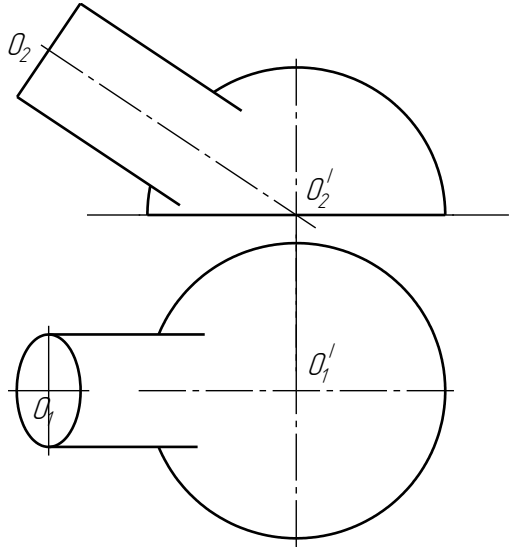


№	Радиус основ. конуса R	Корд. цен- тра основ. конуса			Радиус цилиндра R	Корд. центра основ. ци- линдра			Н высота цилиндра	Н высота конуса	α угол наклона оси ко- нуса
		X	Y	Z		X	Y	Z			
1	25	40	30	0	15	0	35	25	80	50	60
2	35	45	35	0	20	0	30	30	75	60	60
3	25	50	30	0	25	0	30	30	70	75	90
4	20	40	30	0	10	0	25	20	80	70	90
5	35	50	35	0	20	0	25	30	80	100	70
6	20	45	35	0	10	0	25	20	70	60	65
7	30	40	35	0	15	0	20	30	80	95	120
8	25	30	30	0	10	0	20	15	80	90	130
9	15	30	30	0	10	0	30	15	85	96	45
10	35	55	40	0	15	0	25	30	80	100	135

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Вариант 2

Построить линию пересечения шара радиуса R с прямым круговым цилиндром, радиус основания которого r , а ось цилиндра параллельна фронтальной плоскости проекций и наклонена под углом α к горизонтальной плоскости проекций. Построить развертку цилиндра с нанесением на ней линии пересечения тел.



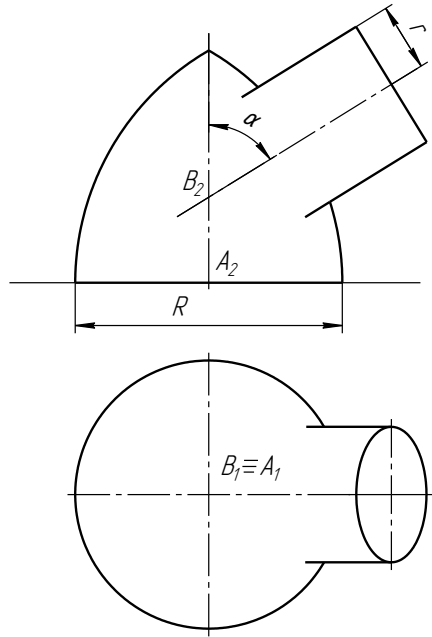
№	R сферы	r цилиндра	Угол α	Координаты центра сферы O'			Координаты центра верт. основан. цилиндра O		
				X	Y	Z	X	Y	Z
1	50	20	90	60	60	0	60	70	60
2	50	20	90	60	60	0	60	60	60
3	60	25	45	65	65	0	130	70	?
4	60	25	45	60	60	0	130	60	?
5	45	15	60	50	60	0	100	65	?
6	45	15	60	45	55	0	95	55	?
7	70	20	30	70	75	0	160	80	?
8	60	20	30	60	60	0	140	60	?
9	45	15	120	50	60	0	0	65	?
10	50	20	120	60	65	0	0	65	?

Вариант 4

Построить линию пресечения закрытого тора с поверхностью наклонного цилиндра вращения.

Заданные поверхности имеют общую фронтальную плоскость симметрии.

Построить развертку цилиндра с нанесением линии пересечения



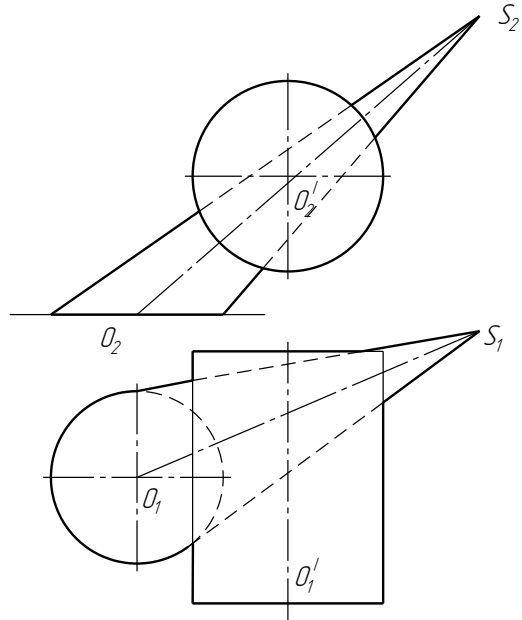
№	Координаты точки А			Координаты точки В			Радиус основания R	Угол наклона α	Радиус основания цилиндра r
	X	Y	Z	X	Y	Z			
1	65	70	0	10	70	40	50	60	35
2	70	70	0	70	70	40	55	60	35
3	70	70	0	70	70	38	56	65	34
4	70	70	0	70	70	38	50	70	34
5	70	70	0	65	70	35	50	60	32
6	65	72	0	66	72	35	52	80	32
7	66	72	0	68	72	34	51	75	30
8	68	74	0	68	74	34	52	60	30
9	68	74	0	70	74	36	53	65	30
10	70	75	0	70	75	36	54	70	30

Вариант 5

Построить линию пересечения цилиндра вращения с конусом вращения.

Построить развертку конуса с нанесением линии пересечения поверхностей.

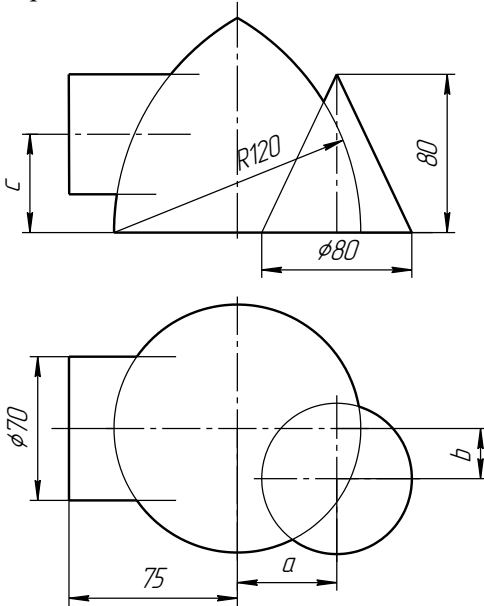
Ось цилиндра перпендикулярна профильной плоскости проекций.



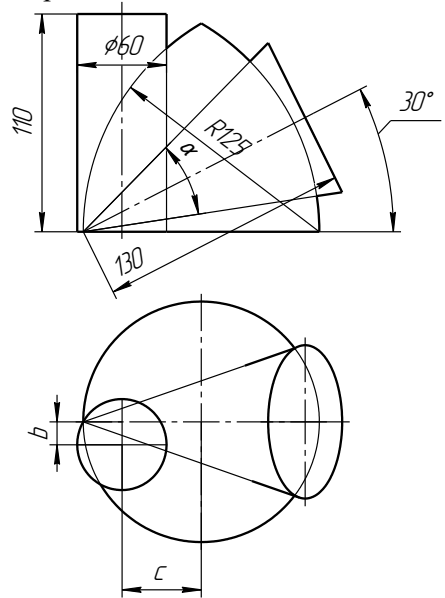
№	R основ. цилиндра	Координаты основ. цилиндра O'			H высота цилиндра	R основ. конуса	Коорд. цен- тра основ. конуса O			Коорд. вершины конуса S		
		X	Y	Z			X	Y	Z	X	Y	Z
1	15	35	5	20	35	20	55	35	0	0	5	45
2	20	40	10	25	40	25	60	40	0	5	10	50
3	25	45	5	20	50	25	65	40	0	0	5	45
4	10	40	0	25	60	20	60	45	0	5	0	50
5	30	40	0	25	100	35	80	40	0	5	40	60
6	30	40	20	25	80	35	80	40	0	5	55	60
7	25	45	15	30	75	30	65	45	0	10	15	55
8	20	40	0	25	60	20	60	45	10	10	5	70
9	25	35	15	30	75	35	80	40	0	5	35	60
10	15	35	5	40	70	25	55	35	5	0	5	45

ПРИЛОЖЕНИЕ В

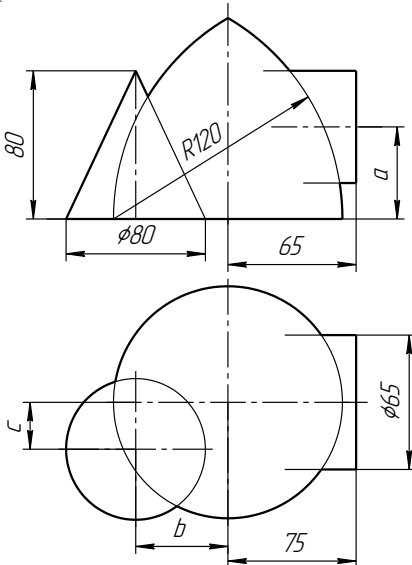
Вариант 1, 11, 21



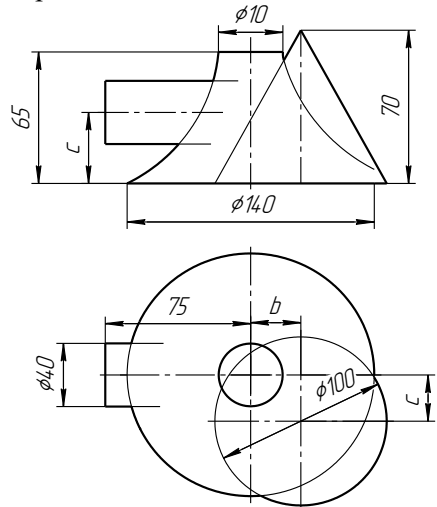
Вариант 2, 12, 22



Вариант 3, 13, 23

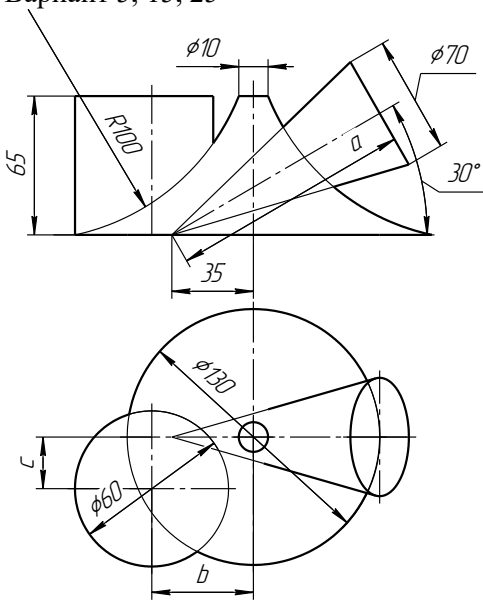


Вариант 4, 14, 24

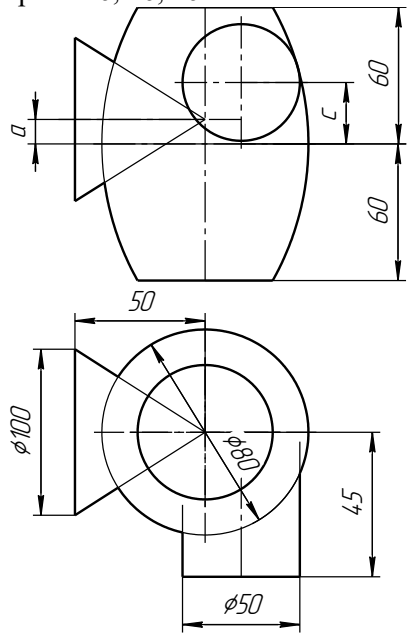


Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В

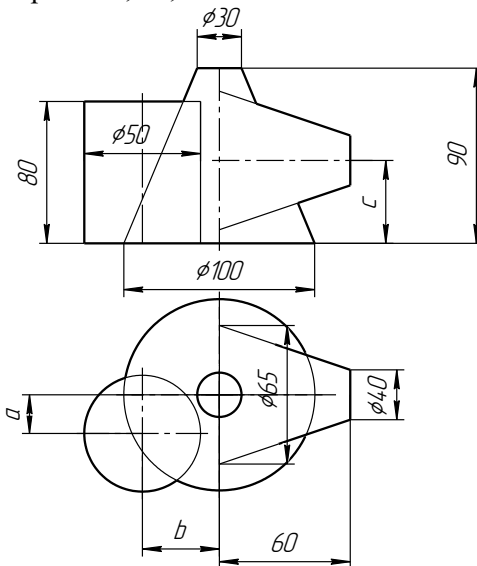
Вариант 5, 15, 25



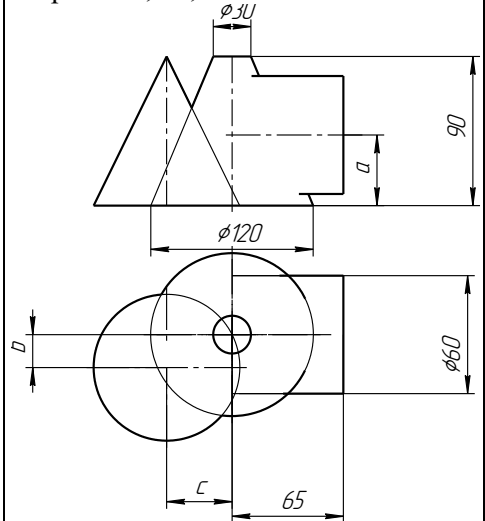
Вариант 6, 16, 26



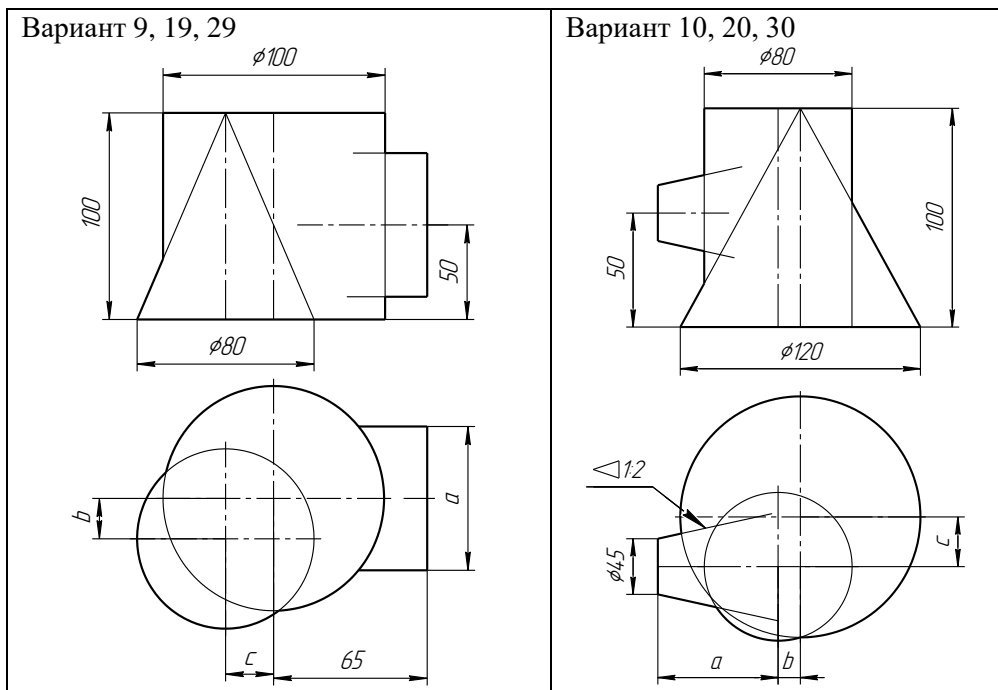
Вариант 7, 17, 27



Вариант 8, 18, 28



Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ В



Данные к задачам приложения Б

№ вари- анта	$a (\alpha^\circ)$	b	c	№ вари- анта	$a (\alpha^\circ)$	b	c
1	40	20	50	16	10	5	20
2	$\alpha=40^\circ$	20	30	17	10	25	35
3	50	40	20	18	40	15	35
4	25	40	20	19	80	15	20
5	90	35	20	20	60	20	15
6	20	5	25	21	50	20	40
7	10	35	30	22	$\alpha=50^\circ$	40	30
8	50	20	35	23	60	40	10
9	90	15	25	24	20	40	15
10	65	15	20	25	95	35	15
11	40	10	45	26	0	10	20
12	$\alpha=50^\circ$	20	40	27	5	25	40
13	55	30	20	28	35	20	30
14	25	30	20	29	70	10	25
15	85	40	15	30	55	20	20

5 Вопросы самоконтроля

1. Какая линия образуется в пересечении двух поверхностей второго порядка? многогранника с телом вращения?
 2. По какому плану решаются задачи на пересечение поверхностей?
 3. Как определяется видимость точек линии пересечения?
 4. Как пересекаются между собой поверхности вращения с общей осью?
 5. Сформулируйте план решения задач при помощи сферических посредников.
 6. Сформулируйте теорему Мопжа.
 7. Какие условия необходимы для решения задач способом сферических посредников.
- Библиографический список

Содержание

ЗАДАНИЕ 1 ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ	3
1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ.....	3
2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ	3
3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	5
Приложение А	7
Приложение Б.....	9
Приложение В	10
ЗАДАНИЕ 2 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЧЕРТЕЖА.....	11
1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ.....	11
2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ	11
3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	11
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	12
4.1 Решение задачи 2.1.1 Натуральный вид нормального сечения призмы.....	12
4.2 Решение задачи 2.1.2 Двугранный угол между боковой гранью АВСЕ призмы и ее основанием	12
4.3 Решение задачи 2.1.3 Высота призмы	13

4.4 Решение задачи 2.1.4 Расстояние между ребром АЕ и стороной основания ВС.....	13
4.5 Решение задачи 2.1.5 Натуральный вид грани ABLE.....	14
Приложение А	16
приложение Б.....	17
Приложение В	18
Приложение В	19
Приложение Г	20
ЗАДАНИЕ 3 ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ	21
1 ЦЕЛЬ ЗАДАЧИ	21
2 ОБЪЕМ И ОФОРМЛЕНИЕ ЗАДАЧИ	21
3.1 Способ вспомогательных секущих плоскостей	22
3.2 Способ вспомогательных сфер	22
3.2.1 Способ концентрических сфер	23
3.2.2 Способ эксцентрических сфер	24
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	24
ПРИЛОЖЕНИЕ А	26
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	27
5 Вопросы самоконтроля	35
Библиография	36

Библиография

1. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение [Текст]: учебник / А. А. Чекмарев ; Высшая школа экономики. - 6-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2017. - 466 с.
2. Боголюбов, С. К. Инженерная графика [Текст]: учебник / С. К. Боголюбов. - 3-е изд., испр. и доп. стереотип. - Москва: Альянс, 2016. - 391 с.