

Приднестровский государственный университет им. Т.Г.Шевченко

Инженерно-технический институт

Инженерно-технический факультет

Кафедра машиноведения и технологического оборудования

ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Начертательная геометрия

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тирасполь, 2016

УДК514.18:744(076)

Составители:

Е.И.Андрианова ст.преп.

Г.П.Лупашко ст.преп.

Е.А.Царюк ст.преп.

Т.Ф.Рыбалова ст.прп.

С.Л.Чирвина специалист

А.И.Сайчук специалист

Рецензенты:

Рецензенты:

С.А.Устименко, канд. пед. наук, доц. Декан ФСПО ПГУ
им.Т.Г.Шевченко

С.Г.Царюк, главный инженер ООО «Тираспольтрансгаз-Приднестровье»
В г.Слободзея.

Выполнение контрольных работ «Начертательная геометрия»
Методические указания. Составители: Г.П. Лупашко, Е.И.Андрианова, Е.А.
Царюк, Т.Ф.Рыбалова,и др.– Тирасполь, 2015- 39 стр.

Методические указания отличаются от аналогичных изданий тем, что
каждый контрольный эпюр сопровождается алгоритмом решения задачи.

Приводятся примеры решения типовых задач с поэтапным выполнением
чертежей. Приведенные примеры иллюстрируют технологию решения
конкретных задач начертательной геометрии.

Методические указания предназначено для студентов инженерного
профиля всех форм обучения.

Рекомендовано Научно-методическим советом ПГУ им. Т.Г.Шевченко

©Составление:

Е.И.Андрианова

Г.П.Лупашко,

Е.А.Царюк,

Т.Ф.Рыбалова,

С.Л.Чирвина,

А.И.Сайчук, 2016

Содержание

Введение.....	4
Методические указания к изучаемому курсу.....	5
Контрольные работы.....	7
Задание 1.....	16
Задание 2.....	18
Задание 3.....	20
Задание 4.....	23
Задание 5.....	26
Задание 6.....	28
Задание 7.....	30
Задание 8.....	32
Задание 9.....	34
Задание 10.....	36
Задание 11.....	38
Задание 12.....	40
Литература.....	39

ВВЕДЕНИЕ

Начертательная геометрия является тем разделом геометрии, в котором изучаются методы изображения пространственных фигур на чертеже и алгоритмы решения позиционных, метрических и конструктивных задач.

Важное прикладное значение этой дисциплины состоит в том, что она учит грамотно владеть выразительным техническим языком – языком чертежа, создавать чертежи и свободно читать их.

Изучение начертательной геометрии способствует развитию пространственного воображения и навыков правильного логического мышления. Совершенствуя нашу способность по плоскому изображению мысленно создавать представление о форме предмета, начертательная геометрия готовит будущего инженера к успешному изучению специальных предметов и к техническому творчеству – проектированию.

Однако только графическая информация о проектируемом объекте не может удовлетворить современному способу производства.

В ряде случаев чертежи дополняют аналитическим описанием. Однако основой математического описания проектируемого объекта служит его геометрическая модель, построенная с помощью методов начертательной геометрии.

Методические указания к изучению курса начертательной геометрии

Начертательная геометрия изучается студентами инженерно-технических специальностей на первом курсе обучения. При изучении курса необходимо, прежде всего, ознакомиться с программой, приобрести необходимую учебную литературу и тщательно продумать рабочий календарный план самостоятельной работы.

В этом плане начертательной геометрии следует уделить особое место как дисциплине, где наряду с изучением теории необходимо ознакомиться с решением типовых задач каждой темы курса и выполнить контрольные работы, придерживаясь всех правил ЕСКД.

Правильно построенные самостоятельные занятия по начертательной геометрии разрешают трудности в изучении этой дисциплины и научат студента логически мыслить, представлять возможные сочетания геометрических форм в пространстве.

При изучении курса начертательной геометрии следует придерживаться следующих общих указаний:

1. Начертательную геометрию нужно изучать строго последовательно и систематически. Перерывы в занятиях, а также перегрузки нежелательны.

2. Прочитанный в учебной литературе материал должен быть глубоко усвоен. В начертательной геометрии следует избегать механического запоминания теорем, отдельных формулировок и решений задач. Знания, полученные на основании зубрежки, непрочны. Студент должен разобраться в теоретическом материале и уметь применять его как общую схему к решению конкретных задач. Свои знания надо проверять ответами на поставленные в каждой теме учебника вопросы и решением задач, а также ответить на вопросы для самопроверки настоящего пособия.

3. Очень большую помощь в изучении курса оказывает хороший конспект учебника или аудиторных лекций, где записываются наиболее важные положения изучаемых тем. Конспект сопровождается собственными формулировками и аккуратно выполненными чертежами. Конспект учебника следует составлять только при повторном изучении темы.

Каждую тему курса по учебнику прочитать дважды. При первом чтении учебника глубоко и последовательно изучается весь материал темы. При повторном изучении темы рекомендуется вести конспект, записывая в нем основные положения теории, теоремы курса и порядок решения типовых задач.

4. В курсе начертательной геометрии решению задач должно быть уделено особое внимание. Прежде, чем приступить к решению той или иной задачи, надо понять условие задачи и четко представить себе схему решения, установить последовательность каждой операции. Надо предоставить расположение в пространстве заданных геометрических образов. К экзамену студент должен представить «Практикум» установленной формы с решением задач.

5. В начальной стадии при изучении начертательной геометрии следует прибегать к моделированию геометрических образов, изучать на моделях

формы поверхности и их сочетания. В дальнейшем надо привыкать выполнять всякие операции с геометрическими образами в пространстве на их проекционных изображениях, не прибегая уже к помощи моделей и зарисовок.

6. Если в процессе изучения курса начертательной геометрии у студента возникли трудности, которые он не в состоянии разрешить самостоятельно, студент должен обратиться на кафедру ТМиО университета за консультацией. Студент-заочник должен поддерживать тесную связь с преподавателем-рецензентом по всем вопросам, связанным с изучением дисциплины.

7. Выполнив все контрольные работы и имея рецензии на них с отметкой зачтено, студент имеет право сдавать экзамен. На экзамен представляются зачетные контрольные работы и «Практикум» с решением задач.

Преподаватель вправе аннулировать представленные контрольные работы и выдать новое задание, сообщив об этом на кафедру и в институт, если при собеседовании убедится, что студент выполнил контрольные работы несамостоятельно.

На экзамене студенту предлагается решить 3 задачи и ответить на 1-2 теоретических вопроса. Решение задач выполняется на листе формата А4 – 297х420 мм с помощью чертежных инструментов в карандаше.

Контрольные работы

Контрольные работы представляют собой эшюры - чертежи, которые выполняются по мере последовательного прохождения курса начертательной геометрии.

Каждый контрольный эшюр сопровождается алгоритмом решения задачи. Задания на контрольные работы индивидуальные. Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует сумме трех последних цифр его номера зачетной книжки. Если, например, номер 377133, то он во всех контрольных работах выполняет 7-й вариант заданий ($1+3+3=7$).

Каждая контрольная работа представляется на рецензию в полном объеме. На каждую контрольную работу преподаватель кафедры дает рецензию, в которой отмечает достоинства и недостатки работы.

Контрольную работу вместе с рецензией возвращают студенту-заочнику, и она хранится у него до экзамена. Пометки преподавателя на чертежах стирать нельзя.

Если работа не зачтена, преподаватель в рецензии указывает, какую часть работы нужно переделать.

Контрольные работы представляются на рецензию в сроки, указанные в учебном графике.

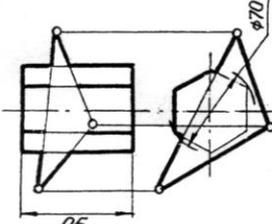
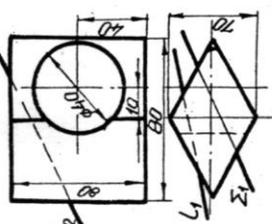
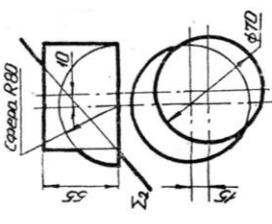
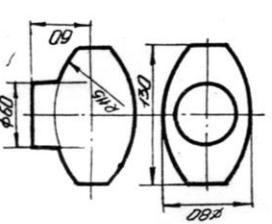
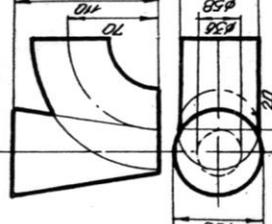
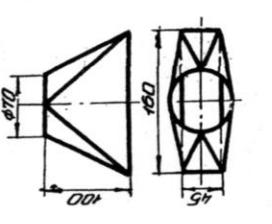
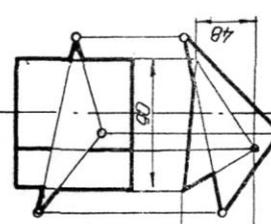
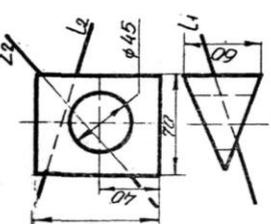
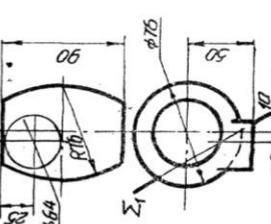
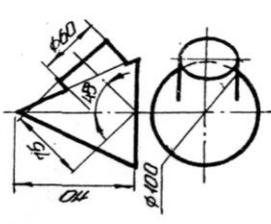
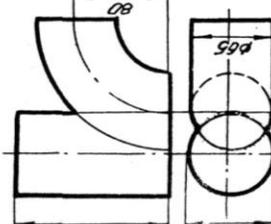
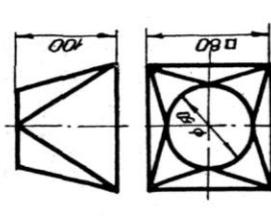
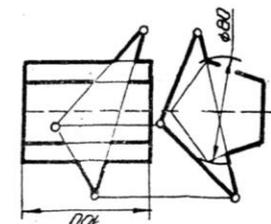
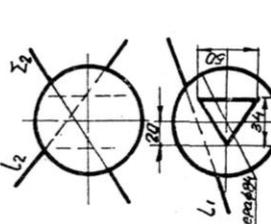
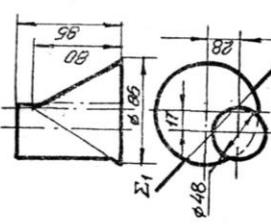
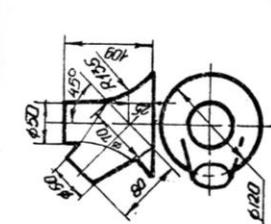
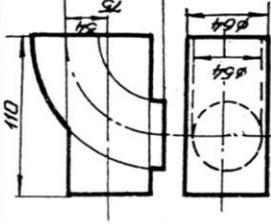
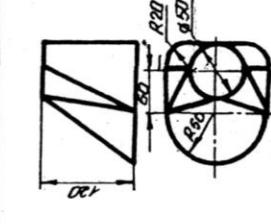
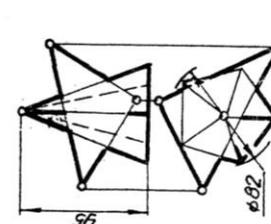
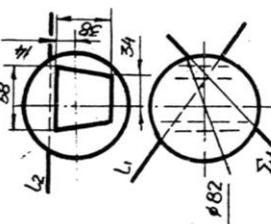
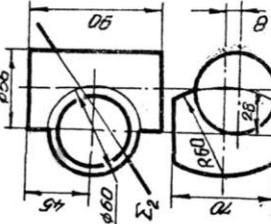
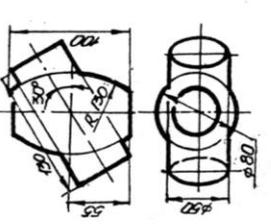
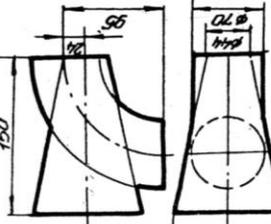
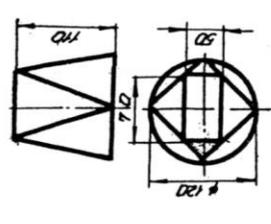
Чертежи выполняются на листах формата А3 – 297х420 мм. На расстоянии 5 мм от линии обреза листа проводится рамка поля чертежа. С левой стороны линия рамки проводится от линии обреза на расстоянии 20 мм.

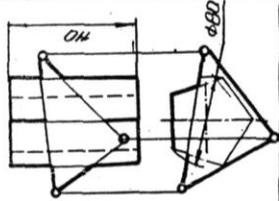
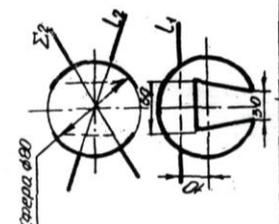
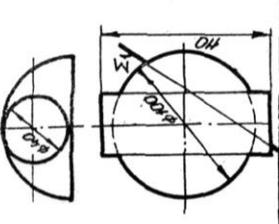
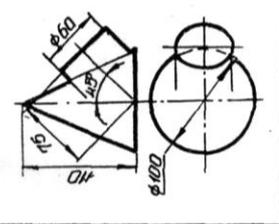
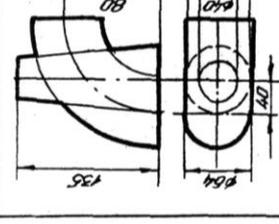
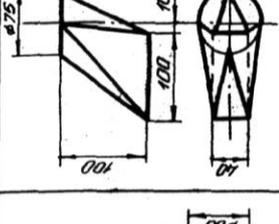
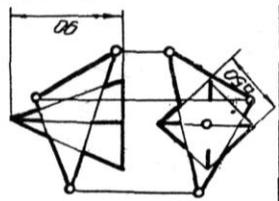
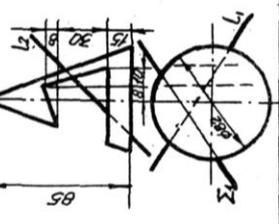
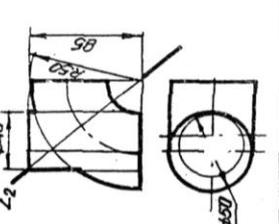
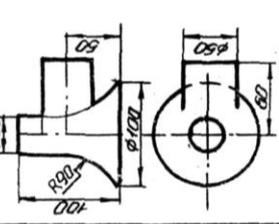
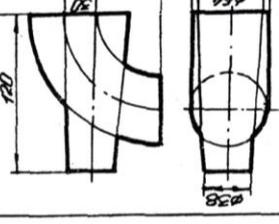
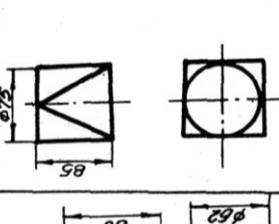
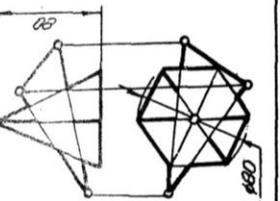
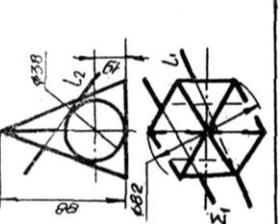
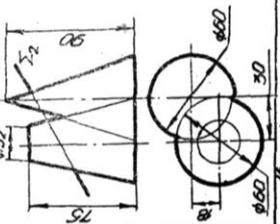
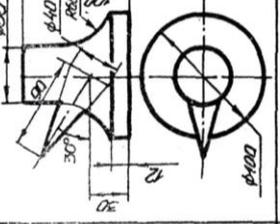
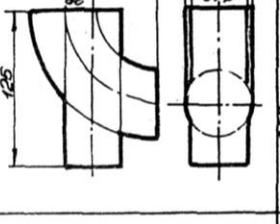
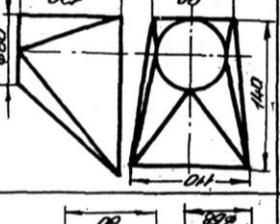
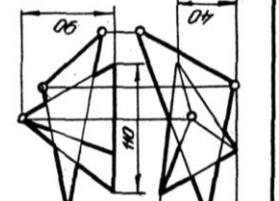
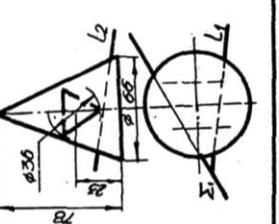
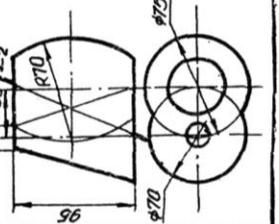
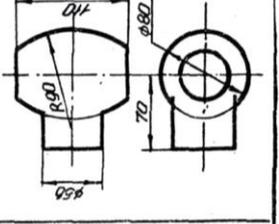
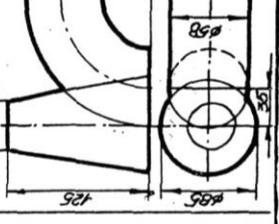
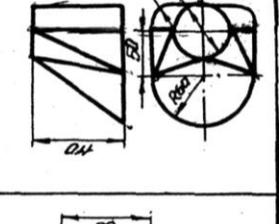
В правом нижнем углу формата вплотную к рамке помещается основная надпись. Размеры ее и текст на ней показаны на чертежах-образцах настоящего пособия.

Задания к эпюрам берутся в соответствии со своим вариантом из ниже приведенной таблицы 1. Чертежи заданий вычерчиваются в заданном масштабе и размещаются с учетом наиболее полного размещения всего эпюра в пределах формата листа.

Все надписи, как и отдельные обозначения в виде букв и цифр на эпюре, должны быть выполнены стандартным шрифтом размером 3,5 и 5 в соответствии с ГОСТ 2.304-81. Эпюры выполняются с помощью чертежных инструментов в карандаше. Небрежно выполненные построения не только снижают качество чертежа, но и приводят к неправильным результатам.

Точки на чертеже желательно вычерчивать в виде окружности диаметром 1,5-2 мм с помощью циркуля-балеринки. Рекомендуется отдельные видимые элементы геометрических тел и поверхностей покрывать бледными тонами красок.

№ задания	Варианты	Задача №4	Задача №5	Задача №6	Задача №7	Задача №8	Задача №9 и №12
9	A(55;0;30) B(0;10;60) C(5;55;15) D(35;35;50)						
10	A(45;55;10) B(0;25;35) C(60;10;60) D(80;30;35)						
11	A(45;0;60) B(80;45;15) C(15;10;10) D(10;60;55)						
12	A(0;65;0) B(15;20;50) C(70;10;20) D(60;50;45)						

№ задания	Задание 4.	Задание 5	Задание 6	Задание 7	Задание 8	Задание 9 и 12
13						
14						
15						
16						

№ Задача	Задача №4	Задача №5	Задача №6	Задача №7	Задача №8	Задача №9 и №12	
17							
18							
19							
20							

№ задания Формы	Задание 4	Задание 5	Задание 6	Задание 7	Задание 8	Задание 9 и 12
21 A(25; 5; 70) B(65; 30; 30) C(0; 4; 5; 25) D(4; 5; 6; 5; 80)						
22 A(25; 15; 60) B(65; 50; 15) C(0; 80; 10) D(50; 75; 50)						
23 A(70; 25; 5) B(15; 55; 35) C(20; 5; 50) D(50; 75; 40)						
24 A(15; 70; 0) B(60; 40; 20) C(0; 25; 4; 5) D(0; 4; 5; 10)						

№ вар.	Задача №№ 1, 2, 3, 10, 11	Задача №4	Задача №5	Задача №6	Задача №7	Задача №8	Задача №12
25	A (50; 55; 5) B (75; 10; 50) C (5; 0; 20) D (0; 35; 65)						
26	A (0; 10; 55) B (15; 60; 10) C (70; 30; 15) D (60; 55; 40)						
27	A (25; 30; 30) B (65; 10; 50) C (10; 20; 00) D (0; 55; 45)						
28	A (85; 0; 65) B (60; 65; 10) C (0; 30; 20) D (50; 35; 10)						

№ Вар.	Задачи	Задача 4	Задача 5	Задача 6	Задача 7	Задача 8	Задача 9 и 12
29 A (70; 5; 65) B (10; 20; 30) C (50; 50; 20) D (20; 65; 10)							
30 A (50; 5; 70) B (10; 30; 30) C (75; 40; 20) D (20; 65; 75)							

Таблица 2 Основные символы геометрического языка

№ п/п	Обозначение	Содержание
1	2	3
1	A, B, C, D, ... или 1, 2, 3, 4...	Точка
2	a, b, c, d, ...	Линия
3	$\Gamma, \Phi, \Sigma, \Omega, \dots$	Плоскость, поверхность
4	A^1, A^2, A^3, \dots a^1, a^2, a^3, \dots $\Sigma^1, \Sigma^2, \Sigma^3, \dots$	Последовательный ряд точек, линий, плоскостей и поверхностей
5	$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \dots, \Pi_i, \dots$	Плоскости проекций – соответственно горизонтальная, фронтальная и профильная, любая другая, отличная от указанных
6	O_{xyz}	Система координатных осей
7	X_A, Y_A, Z_A, \dots	Координаты точек
8	$A_1, a_1, \Sigma_1, \dots$ $A_2, a_2, \Sigma_2, \dots$ $A_i, a_i, \Sigma_i, \dots$	Проекции точек, линии, плоскости (поверхности) на горизонтальную Π_1 , фронтальную Π_2 , любую другую Π_i плоскость проекций
9	A_1', a_1', A_1'', a_1''	Новое, отличное от первоначального, положение проекций геометрических образов
10	$A_0, a_0, \Sigma_0, \dots$	Истинная величина найденных построением геометрических образов
11	$O'x'y'z'$	Система аксонометрических осей координат
12	A', a', Σ', \dots	Аксонометрические проекции геометрических образов
13	$[AB]$ \overline{AB} \overline{AB}	Соответственно прямая, проходящая через точки A и B, луч с началом в точке A, отрезок прямой, ограниченный точками A и B
14	$\angle \alpha, \angle \beta$	Углы α, β
15	$\widehat{ABC}, \widehat{\alpha}$	Размер угла
16	$ h $	Расстояние между геометрическими образами
17	=	Результат действия, равно
18	\equiv	Совпадение (конкурируют)
19	\cong	Конгруэнтны (равны и совпадают при наложении)

20	П	Параллельность
21	⊥	Перпендикулярность
22	÷	Скрещивание
23	⊄	Касание
24	→	Отображение (проецирование)
25	∈, ∃	Принадлежность элемента множеству
26	⊃, ⊇	Включение (содержит в себе)
27	∪	Объединение множеств
28	∩	Пересечение множеств
29	/	Отрицание символов
30	⇒	Импликация (логическое следствие)

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

Все перечисленные требования по оформлению чертежей заданий контрольных работ выдержаны в примерах выполнения заданий, поэтому следует внимательно с ними ознакомиться.

Задание 1. Комплексный чертеж прямой
(пример выполнения задания показан на рис.1).

Дано: координаты точек А, В и С.

Определить:

- 1) длину отрезка прямой [АВ];
- 2) величину углов α и β наклона прямой [АВ] к плоскостям проекций Π_1 и Π_2 ;
- 3) следы М и N прямой [АВ] и расположение ее в четвертях пространства;
- 4) прямую l, проходящую через точку С и пересекающую прямую [АВ];
- 5) прямую горизонтального уровня h, проходящую через точку С и пересекающую прямую [АВ].

Указания по выполнению

1. Проекция отрезка прямой $[AB]$ и точки C построить по координатам точек, взятых из табл.1, выбрав ось X , начало координат O_{123} и масштаб так, чтобы изображение заняло большую часть поля чертежа.
2. Длину отрезка прямой $[A_0B_0]$ определить способом прямоугольного треугольника, построив его дважды – на горизонтальной и фронтальной плоскостях проекций – и сравнив полученные результаты.
3. Углы наклона прямой к горизонтальной α и фронтальной β плоскостям проекций должны быть равны углу между гипотенузой прямоугольного треугольника $[A_0B_0]$ и соответствующей проекцией прямой A_1B_1 и A_2B_2 .
4. Горизонтальный M и фронтальный N следы прямой построить, исходя из условия принадлежности их прямой $[AB]$ и соответствующей плоскости проекции Π_1 и Π_2 .
5. Прямую l построить, используя условие параллельности двух прямых.
6. Прямую уровня h построить, используя условие параллельности ее горизонтальной плоскости проекции Π_1 и принадлежности точек C и l прямой h .

Задание 2. Расстояние от точки до плоскости.

Параллельность плоскостей (пример выполнения задания показан на рис.2).
Дано: координаты точек A , B , C и D .

Определить:

- 1) расстояние d_0 от точки D до плоскости $\Theta[ABC]$;
- 2) плоскость Ω , параллельную плоскости $\Theta[ABC]$ и удаленную от нее на расстояние $d_0/2$;
- 3) видимость перпендикуляра d и плоскости Ω относительно плоскости Θ , ограниченной треугольником $[ABC]$.

Указания по выполнению.

1. Плоскость $\Theta[ABC]$ и точку D построить по координатам точек, приведенных в табл.1.
2. Для определения расстояния от точки до плоскости опустить перпендикуляр ι из точки D на плоскость $\Theta[ABC]$, используя условие перпендикулярности этих геометрических образов, и найти точку K их встречи, вводя вспомогательную секущую проецирующую плоскость Σ . Расстояние от точки до плоскости $d_0 = [D_0K_0]$ определить способом прямоугольного треугольника.
3. Параллельную плоскость Ω задать двумя пересекающимися прямыми a и b , проходящими через точку L , расположенную посередине отрезка прямой $[DK]$. Использовать условие параллельности двух плоскостей.
4. Видимость геометрических образов на чертеже определить способом конкурирующих точек (в примере задания – точки N и 3). При оформлении

HF.02.01.31

- A(50; 56; 0); B(28; 8; 48); C(90; 26; 36); D(46; 78; 52).
 1. $\Theta(ABC); D$.
 2. $l \in D; l \perp \Theta; l \cap \Theta = K$.
 $|D_0 K_2| = |DK| = d$.
 3. $|LK| = d/2$;
 $\Omega(a \cap b) \in L; \Omega // \Theta$.

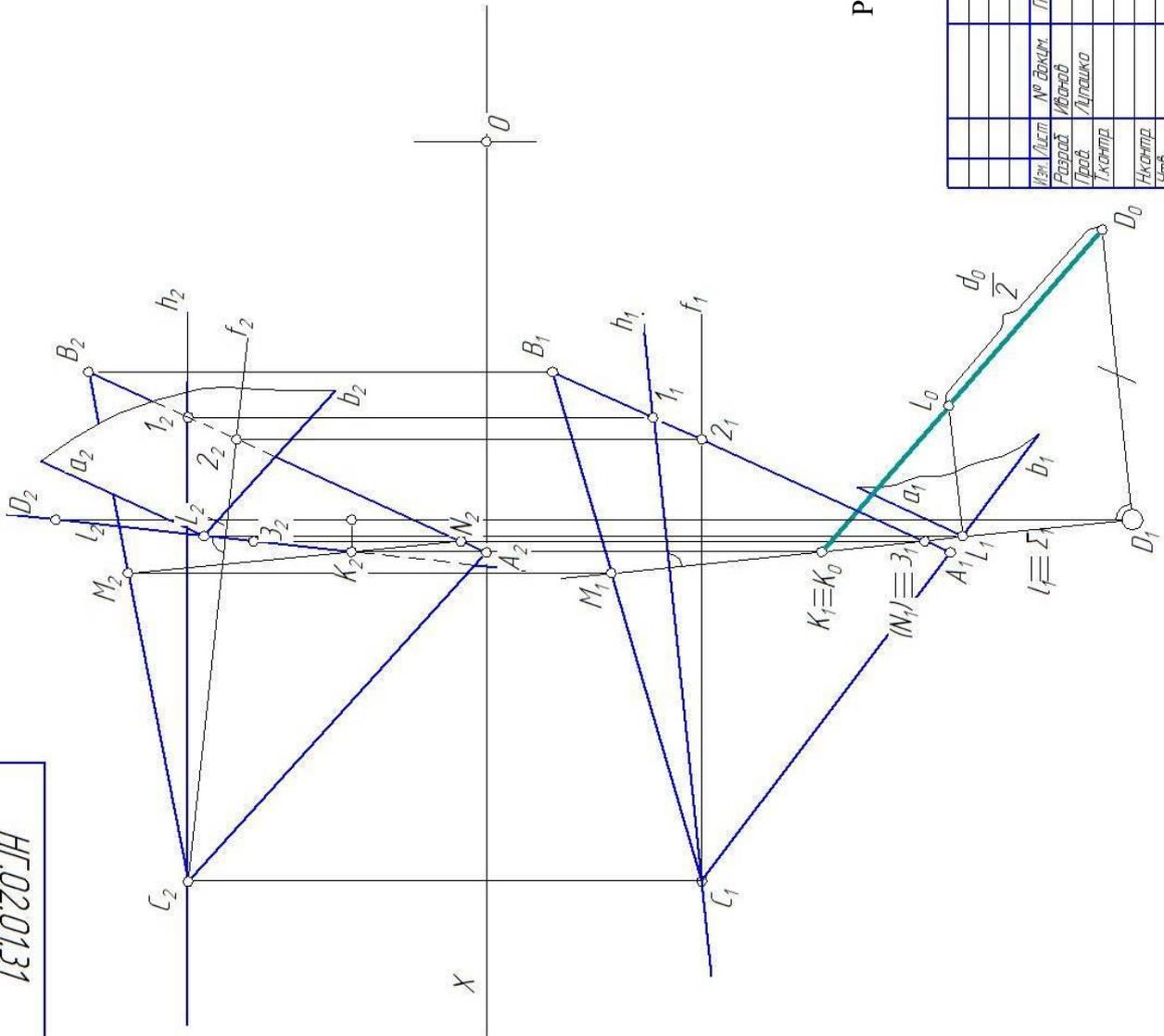


Рисунок 2

Изм./Лист	№ докум./Исполн.	Подп.	Дата	HF.02.01.31	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб./Исполн.	Проб./Исполн.	Г/контр.	Листов				
Исполн./Утв.	Исполн./Утв.	Исполн./Утв.	Исполн./Утв.	Листов	1	ПГУ	
Расстояние от точки до плоскости							

Формат А3

Копировал

Не для коммерческого использования

чертежа следует считать, что плоскость Θ ограничена треугольником $[ABC]$, плоскость Ω - двумя лучами a и b , выходящими из точки L .

Задание 3. Перпендикулярность плоскостей
(пример выполнения задания показан на рис.3).

Дано: координаты точек A , B и C .

Определить:

- 1) плоскость Ω , перпендикулярную к стороне $[AC]$ плоскости $\Theta[ABC]$ и проходящую через точку B ;
- 2) линию пересечения плоскостей Θ и Ω ;
- 3) взаимную видимость участков плоскостей Θ и Ω .

Указания по выполнению.

1. Плоскость Θ , ограниченную треугольником $[ABC]$, построить по координатам точек согласно варианту задания.

2. Плоскость Ω задать двумя пересекающимися в точке B прямыми, в качестве которых принять ее главные линии: h и f . Положение этих прямых выбрать так, чтобы удовлетворить условие перпендикулярности прямой и плоскости. Плоскость Ω ограничить треугольником BEF , выбрав произвольно точки F и E на прямых h и f . Для удобства решения задачи целесообразно, чтобы проекции прямой EF пересекали одноименные проекции треугольника $[ABC]$.

3. При построении линии пересечения плоскостей $\Theta[ABC]$ и $\Omega[BEF]$ учитывать, что плоскости имеют общую точку B , через которую пройдет линия пересечения. Вторую общую точку K определить с помощью

вспомогательной проецирующей плоскости-посредника – фронтально-проецирующей плоскости Σ .

4. Взаимную видимость участков плоскостей определить способом конкурирующих точек (в примере задания – фронтально-конкурирующие точки N и L).

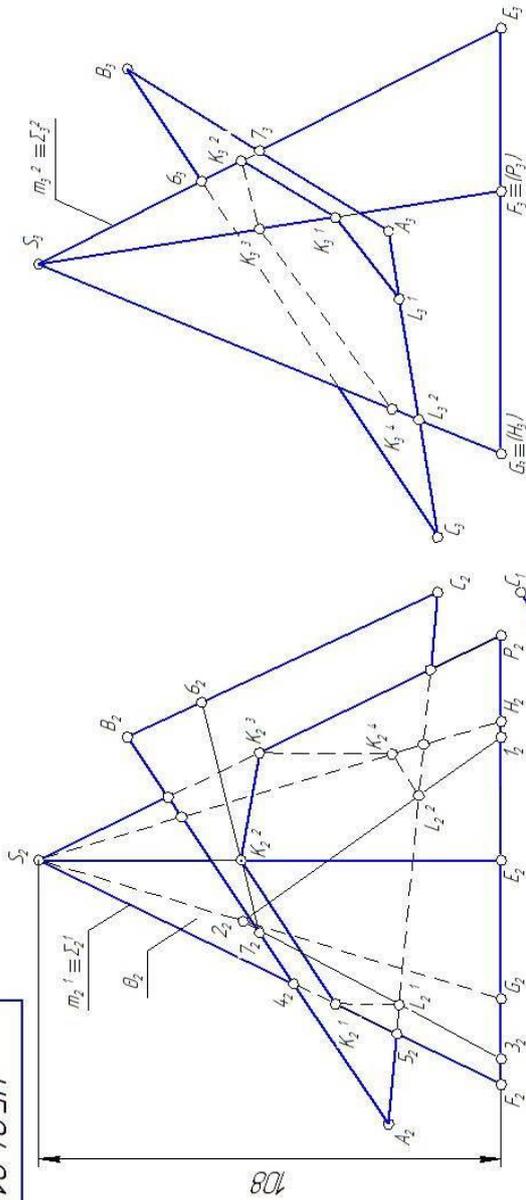
Задание 4. Пересечение поверхности плоскостью
(пример выполнения задания показан на рис. 4).

Дано: многогранная поверхность Θ и плоскость Ψ .

Определить:

- 1) три проекции поверхности Θ и плоскости Ψ ;
- 2) видимость участков поверхности Θ и плоскости Ψ .

НГ.04.0131



1. $\Theta(EFGHPS)$ – пятигранная пирамида $\Psi(ABC)$.
2. $\Theta \cap \Psi = I$
 $I = (L^1, K^1, K^2, K^3, K^4, L^2), \Omega \cap \Pi_1$
 $L^1 = [m \cap (\Omega \cap \Theta)]$
 $K^1 = [m \cap (\Sigma \cap \Psi)]$
 $m \in \Sigma \cap \Pi_2$

Лист и дата	Лист	Дата
Разраб. Исполн.		
Проф. Алтшюль		
Инженер		
Начальник		
Учеб.		

НГ.04.0131		
Пересечение поверхности плоскостью	Лист	Листов
	1	1
	ПГУ	
	Формат А3	

Рисунок 4. Пример выполнения задания 4.

Указания по выполнению

1. Две проекции многогранника и плоскости построить согласно варианту задания по указанным основным размерам, третью – по двум заданным на основании проекционной связи. Вершины многогранника и плоскостей следует обозначить.

2. Линию пересечения поверхности плоскостью построить с помощью вспомогательных проецирующих плоскостей-посредников, проводя их через стороны треугольника или боковые ребра многогранника. При этом если сторона треугольника пересекает поверхность, то определить точки ее пересечения (проникания) с гранями (метод граней) поверхности (в примере задания таким методом построены точки L^1 и L^2 пересечения прямой $[AB]$ с гранями FSG и GSH). Если стороны треугольника не пересекают поверхность, то определить точки пересечения ребер поверхности с плоскостью (метод ребер), в задании точки K^1, K^2, K^3, K^4 . Если ребро или сторона треугольника занимают положение прямой профильного уровня, то для определения точек проникания построение следует начинать с профильной проекции (в задании - построение точки K_3).

3. Видимость участков поверхности и плоскости определить с помощью конкурирующих точек.

4. При окончательном оформлении чертежа следует иметь в виду, что линия пересечения – ломаная, состоящая из отрезков прямых, а точки излома должны обязательно лежать на ребрах поверхности или сторонах треугольника. Невидимые участки линии пересечения должны переходить в видимые и наоборот обязательно в точках, лежащих на очерках поверхности.

Задание 5. Взаимное пересечение плоскостей.

Пересечение прямой с плоскостью
(пример выполнения задания показан на рис.5).

Дано: поверхность Θ^1 со сквозным отверстием Θ^2 и прямая l .

Определить:

- 1) три проекции поверхности Θ^1 со сквозным отверстием (линию пересечения построить с помощью вспомогательных плоскостей-посредников);
- 2) точки пересечения прямой линии l с поверхностью Θ^1 ;
- 3) видимость прямой l и участков поверхности Θ^1 со сквозным отверстием.

Указания по выполнению

1. Горизонтальную и фронтальную проекции поверхности Θ^1 и прямой l построить согласно варианту задания по указанным основным размерам, профильную – на основании проекционной связи.

2. Линию пересечения сквозного отверстия с поверхностью построить по точкам методом плоскостей-посредников, в качестве которых принята плоскость

уровня. При этом следует помнить, что линия пересечения многогранной и криволинейной поверхностей – ломаная, состоящая из отрезков плавных кривых линий. Точки излома должны соответствовать точкам пересечения ребер многогранника с криволинейной поверхностью.

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

Случайные точки выбрать так, чтобы каждый криволинейный участок линии пересечения строился не менее чем по трем точкам. Ряд опорных и случайных точек может быть получен без применения основного метода построения линии пересечения, и поэтому точки целесообразно строить на основании принадлежности элементам поверхности (в задании опорные точки K^i построены по принадлежности их граням пирамиды Ω^i [SBC и SEF], а точки L^i - ребрам пирамиды [SB, SC, ...]). Остальные точки M^i построить с помощью вспомогательных секущих плоскостей горизонтального уровня Γ^i .

3. Для построения точек N^1 и N^2 пересечения прямой линии l с поверхностью Θ^1 применить вспомогательную проецирующую плоскость, проведя ее через прямую l (в задании – фронтально-проецирующая плоскость Σ).

Профильную проекцию прямой l_3 построить по проекциям точек N_3^1 и N_3^2 .

4. Для определения видимости участков прямой и поверхности применить способ конкурирующих точек.

Задание 6. Взаимное пересечение поверхностей.

Истинная величина сечения

(пример выполнения задания показан на рис.6).

Дано: две пересекающиеся поверхности Θ^1 и Θ^2 , секущая плоскость Σ .

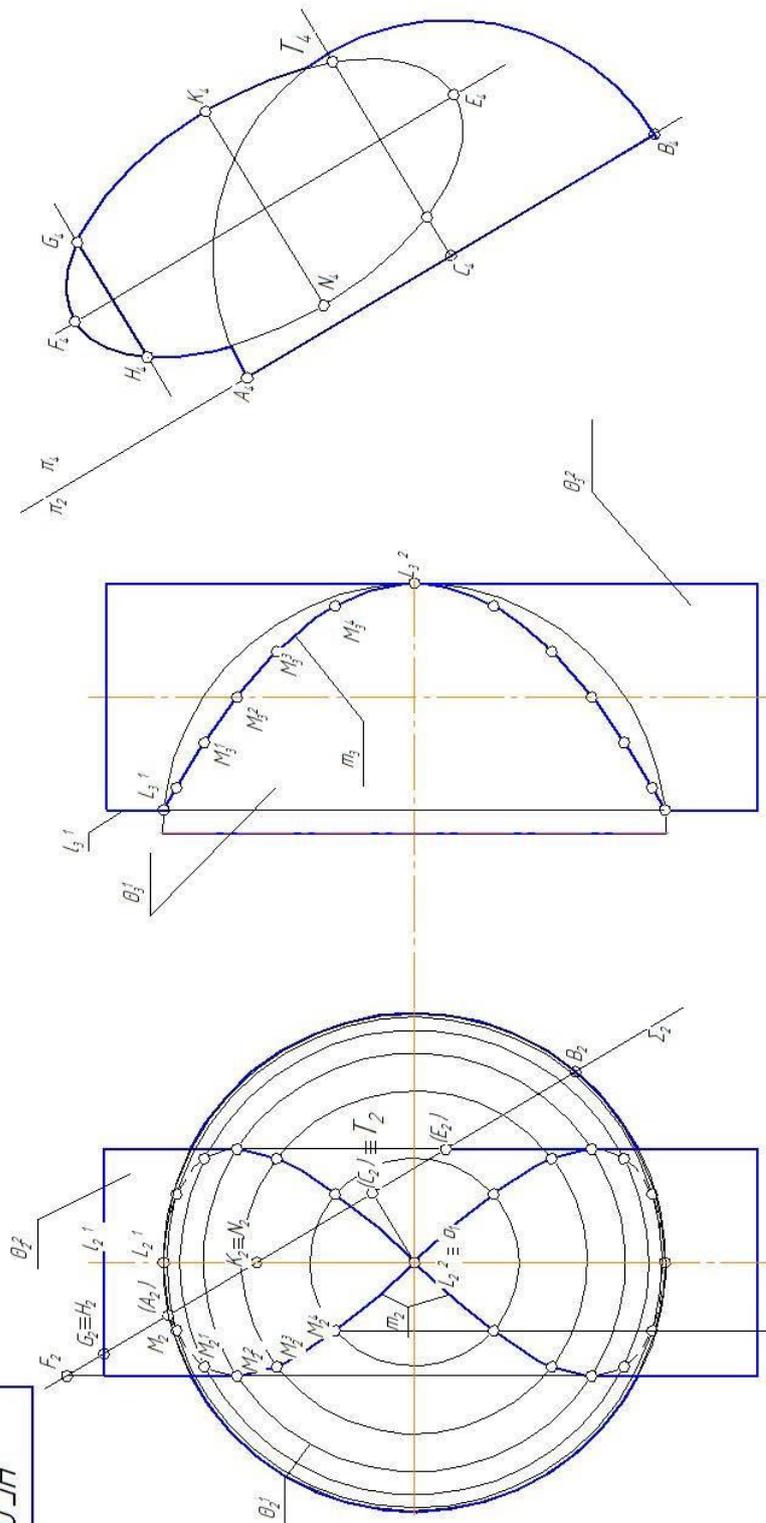
Определить:

- 1) три проекции пересекающихся поверхностей (линию пересечения построить с помощью вспомогательных плоскостей-посредников);
- 2) видимость участков пересекающихся поверхностей;
- 4) истинную величину сечения плоскостью Σ .

Указания по выполнению

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

НГ.06.01.31



1. Θ^1 - сфера, Θ^2 - цилиндр.
2. $\Theta^1 \cap \Theta^2 = m$; $m = \{L^1, L^2, \dots, M^1, M^2, \dots\}$
 $[(L^1 \in l^1) \cap (L^2 \in \Theta^2)] \Rightarrow (L^1 \in l^1 \cap \Theta^2)$, $M = (\Phi^1 \cap \Theta^2) \cap (\Phi^2 \cap \Theta^2)$
3. $\Pi_4 \perp \Pi_5$; $\Pi_4 \parallel \Sigma$; $(\Sigma \cap \Theta^1) \rightarrow \Pi_4 = (A_1 T_1 B_1 C_1)$
 $[(\Sigma \cap \Theta^2) \rightarrow \Pi_4] = (F_1 G_1 H_1 E_1 N_1 H_1)$; $\Sigma_0 = (A_1 C_1 B_1 T_1 K_1 G_1 H_1)$

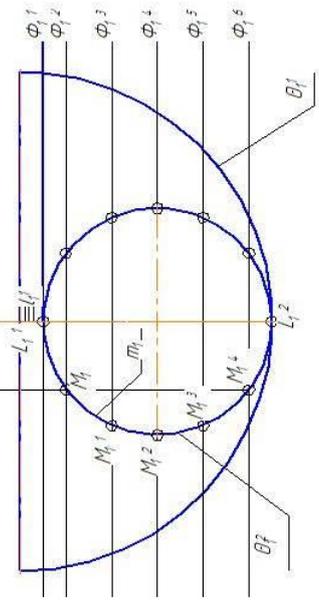


Рисунок 6. Пример выполнения задания 6.

НГ.06.01.31		Взаимное пересечение поверхностей.		Лист	Листов	1
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов	1
Разраб.	Исполн.					
Проб.	Дизайнер					
Техн. контр.						
Норм. контр.						
Удобр.						

Копировать Формат А3

2. Линию пересечения поверхностей построить по точкам методом плоскостей-посредников, в качестве которых принять плоскости уровня (в примере задания – плоскости фронтального уровня Φ^1).

Следует помнить, что линия пересечения двух криволинейных поверхностей – плавная кривая линия, которая может состоять из нескольких замкнутых участков. При выполнении построений следует руководствоваться методическими указаниями к заданию 5.

3. Видимость участков поверхности построить, используя конкурирующие точки.

4. Истинную величину сечения строить наложением сечения одной поверхности на сечение другой. Каждое сечение можно строить либо координатным способом, определяя координаты точек в секущей плоскости, либо преобразуя секущую плоскость в плоскость уровня (метод преобразования плоскостей проекций).

Задание 7. Взаимное пересечение поверхностей
(пример выполнения задания показан на рис.7).

Дано: две поверхности вращения Θ^1 и Θ^2 с пересекающимися осями, параллельными фронтальной плоскости проекций.

Определить:

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

Указания по выполнению

1. Очерки пересекающихся поверхностей построить согласно варианту задания по указанным основным размерам.

2. После построения опорных точек построить случайные точки линии пересечения на фронтальной проекции методом вспомогательных концентрических сфер. Для установления пределов применяемых сфер.

предварительно определить максимальный и минимальный радиусы сфер r^{\max} и r^{\min} .

Горизонтальную проекцию линии пересечения построить, используя принадлежность точек одной из поверхностей (в примере задания горизонтальные проекции точек построены с использованием принадлежности конической поверхности методом секущих плоскостей уровня).

3. Видимость участков поверхностей определить, используя конкурирующие точки.

Задание 8. Взаимное пересечение поверхностей.

(пример выполнения задания показан на рис.8).

Дано: две пересекающиеся поверхности вращения Θ^1 и Θ^2 , одна из них тор.

Определить:

- 1) три проекции пересекающихся поверхностей (линию пересечения построить методом вспомогательных эксцентрических сфер);
- 2) видимость участков пересекающихся поверхностей.

Указания по выполнению

1. Горизонтальную и фронтальную проекции поверхностей построить согласно варианту задания по указанным основным размерам.

2. После построения опорных точек (в примере – точки К и Lⁱ) построить случайные с помощью посредников – вспомогательных эксцентрических сфер. Для определения центра каждой из сфер через ось вращения тора провести проецирующую плоскость Σ_1^i , которая пересекает тор по окружности n^i . Центр сферы O^i , пересекающей тор по этой окружности, найти на пересечении перпендикуляра, восстановленного в центре окружности к плоскости Σ^i , с осью цилиндра вращения i^2 . Чтобы случайные точки M^i были равномерно расположены на линии пересечения поверхностей, можно рекомендовать построить первую случайную точку, проведя секущую плоскость Σ^1 посередине угла между крайними положениями секущих плоскостей, определяемыми опорными точками. Следующие секущие плоскости проводить, деля пополам угол между секущими плоскостями на том участке, где случайных точек недостаточно.

При построении недостающих проекций использовать принадлежность точек линии пересечения одной из поверхностей (в примере выполнения задания профильные проекции точек линии пересечения построены по принадлежности их параллелям h цилиндрической поверхности).

3. Видимость участков поверхности определить, используя конкурирующие точки. При этом, если линия пересечения меняет видимость, необходимо проверить, расположена ли точка видимости на очерке поверхности.

Задание 9. Развертка поверхностей

(пример выполнения задания показан на рис.9).

Дано: комбинированная поверхность из листового материала.

Определить:

- 1) три проекции поверхности;
- 2) развертку боковых участков поверхности, используя метод триангуляции.

Указания по выполнению

1. Горизонтальную и фронтальную проекции поверхности построить согласно варианту задания по основным указанным размерам, профильную – на основании проекционной связи. При построении горизонтальной проекции, когда на некоторых поверхностях через верхнее отверстие могут быть видны линии перехода, надо учитывать, что поверхность пустотелая и не имеет верхнего и нижнего оснований.

2. Поскольку поверхности состоят из нескольких элементарных участков, необходимо их выделить и обозначить на чертеже. Так, поверхность, изображенная на рис.9, состоит из плоского треугольника [AKL], двух одинаковых конических поверхностей [ADK] и [ABL], двух одинаковых треугольников [DKN] и [BLM], двух конических поверхностей [DCN], [BCM] и плоского треугольника [CNM].

Криволинейные поверхности заменить вписанными многогранными поверхностями (в примере задания – конические поверхности АКД и DNC). После такой замены развертку поверхности можно построить, определяя истинную величину каждой ее грани и совместив грани в одной плоскости. Каждую грань построить как треугольник по трем сторонам. Величины сторон определить способом прямоугольного треугольника, причем удобно вынести их построение за пределы проекций поверхности и объединить в диаграмму истинных величин.

Задание 10. Расстояние между скрещивающимися прямыми. Величина двугранного угла.

(пример выполнения задания показан на рис.10).

Дано: координаты точек А, В, С, D.

Определить:

- 1) многогранник $\Phi[ABCD]$;
- 2) расстояние d_0 между двумя скрещивающимися ребрами многогранника и его проекции методом замены плоскостей проекций;
- 3) величину угла ϑ_0 между смежными гранями многогранника.

Указания по выполнению

1. Многогранник [ABCD] построить по координатам точек согласно варианту задания. Видимость ребер определить с помощью конкурирующих точек.

2. Для определения расстояния d_0 между скрещивающимися ребрами комплексный чертеж преобразовать так, чтобы одно из них заняло положение проецирующей прямой (в примере показано определение расстояния между скрещивающимися ребрами AC и BD). Преобразование чертежа провести так, чтобы ребро AC после преобразования заняло проецирующее положение. Проекция расстояния найти обратным проецированием на Π_2 и Π_1 .

3. Для определения величины угла ϑ_0 между смежными гранями комплексный чертеж преобразовать таким образом, чтобы грани заняли проецирующее положение; ребро, общее для смежных граней, должно занять также проецирующее положение. Поэтому определение угла ϑ_0 осуществить одновременно с определением расстояния между скрещивающимися ребрами. В примере выполнения задания показано определение угла ϑ_0 между гранями (ACB) и (ACD).

Задание 11. Истинная величина плоской фигуры. Расстояние от точки до плоскости

(пример выполнения задания показан на рис.11).

Дано: координаты точек A, B, C и D.

Определить:

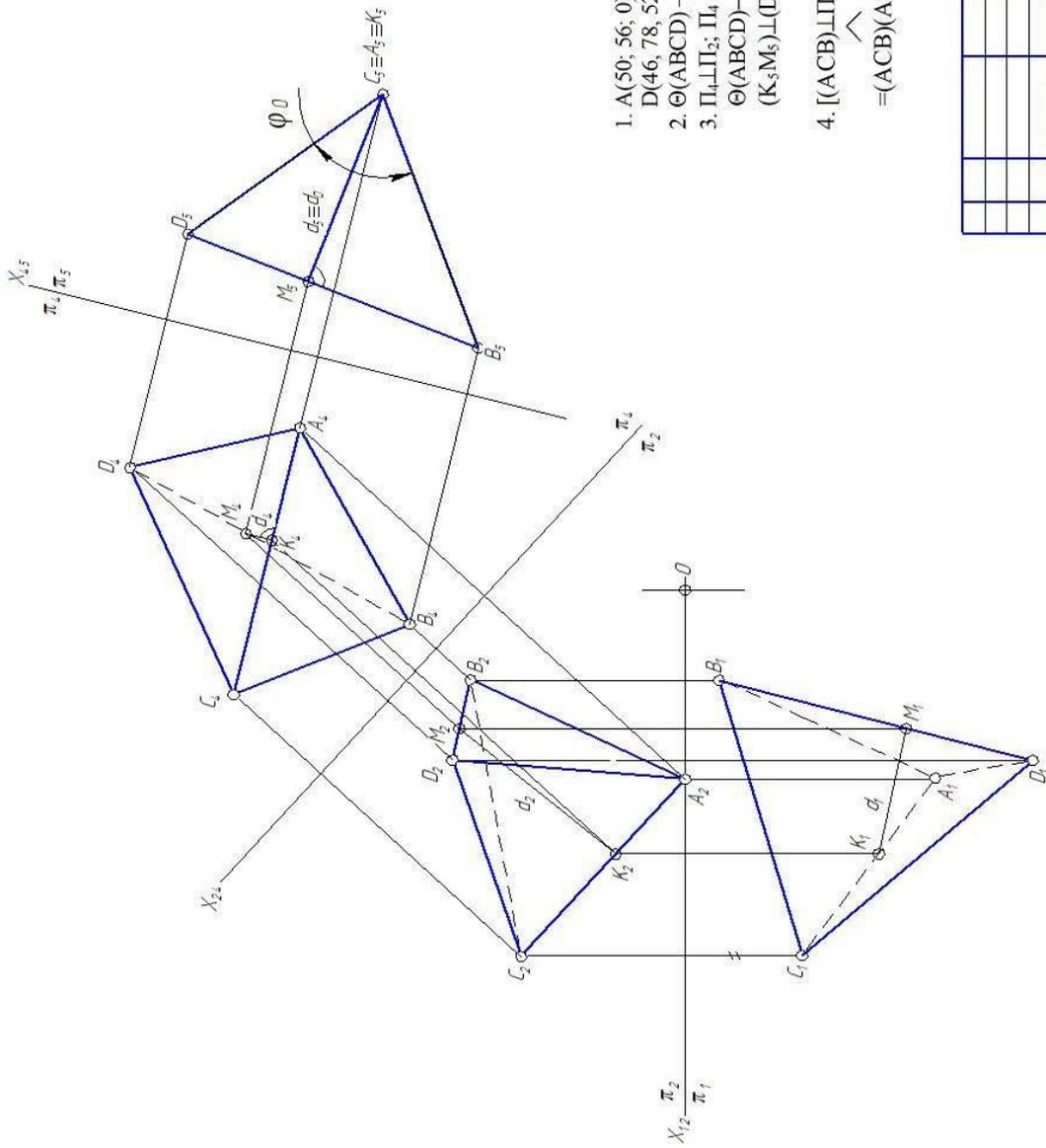
- 1) многогранник [ABCD];
- 2) истинную величину одной из граней многогранника способом вращения вокруг прямой уровня;
- 3) расстояние от одной из вершин многогранника до противоположной грани способом плоскопараллельного перемещения.

Указания по выполнению

1. Многогранник [ABCD] построить по координатам точек согласно варианту задания. Видимость ребер определить с помощью конкурирующих точек.

2. Для определения истинной величины грани в качестве оси вращения принять горизонталь или фронталь выбранной грани. Целесообразно ось вращения построить вне проекций многогранника; это позволит вынести определяемую истинную величину на свободное место чертежа и избежать наложения исходных данных и линий построений. Если одно из ребер многогранника является главной линией, можно использовать его в качестве оси вращения, избежав дополнительных построений (в примере выполнения задания

HF.10.0131



1. A(50; 56; 0); B(28; 8; 48); C(90; 26; 36); D(46, 78, 52).
2. $\Theta(ABCD)$ – пирамида
3. $\Pi_1 \perp \Pi_2$; $\Pi_1 \parallel (AC)$
 $\Theta(ABCD) \rightarrow \Pi_1 = (A_1 B_1 C_1 D_1)$
 $(K_1 M_1) \perp (D_1 B_1) \Rightarrow [K_1 M_1] = [KM] = d_0$;
4. $[(ACB) \perp \Pi_1]; [(ACD) \perp \Pi_1] \Rightarrow (A_3 B_3)(C_3 D_3) = \vartheta_0 =$
 $= (ACB)(ACD)$

HF.10.0131		Лист	Масса	Масштаб
Расстояние между		Лист		1:1
скрещивающимися прямыми		Лист		
Величина двугранного угла		Лист		1
		Лист		ПУ
		Лист		Формат А3

Рисунок 10. Пример выполнения задания 10

Не для коммерческого использования

НГ.11.01.31

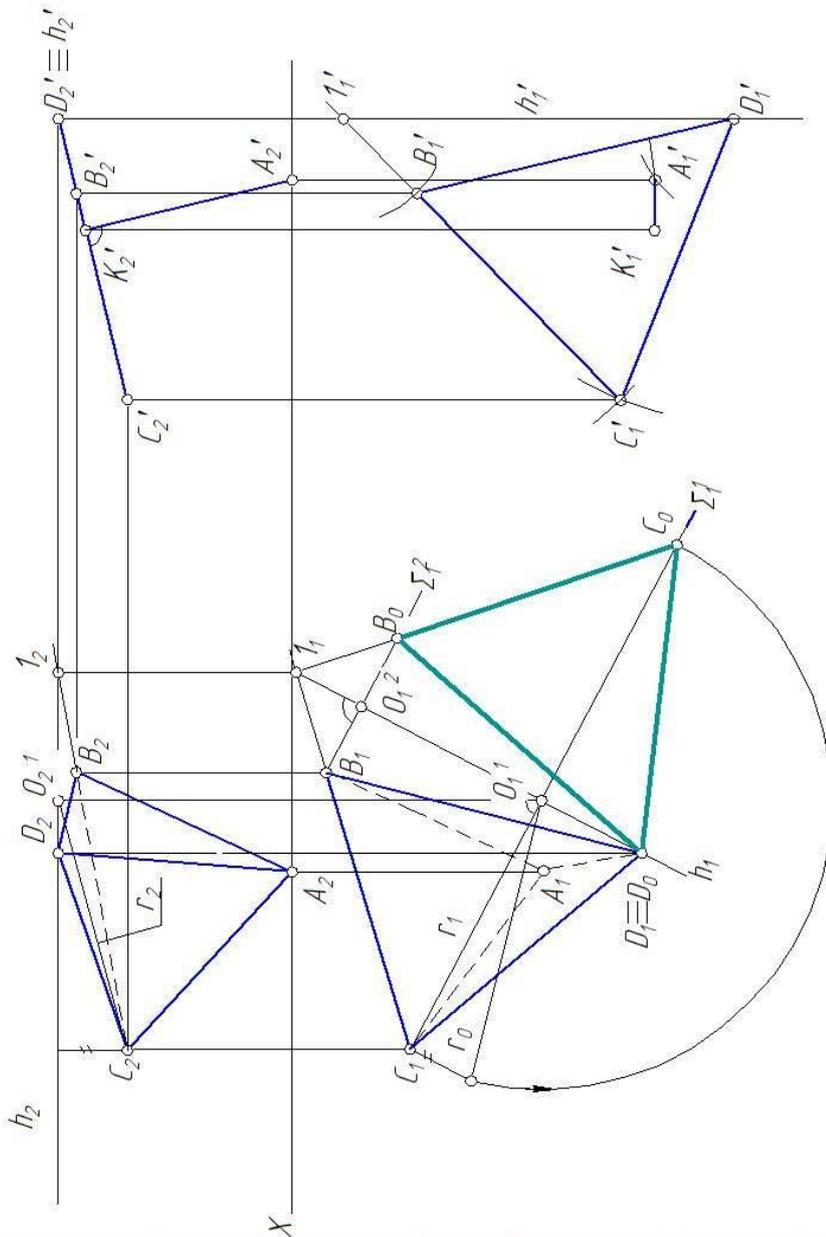


Рисунок 11. Пример выполнения задания 11

Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Исполн.		
Проф.	Учитель		
Инструктор	Учр.		

Изд. № подл.	Подп. и дата	Изд. № доп.	Изд. № доп.	Взам. инд. №	Взам. инд. №	Изд. № доп.	Изд. № доп.	Изд. № доп.	Изд. № доп.
--------------	--------------	-------------	-------------	--------------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

НГ.11.01.31		Истинная величина плоской фигуры Расстояние от точки до плоскости		Лист	Листов	1
Масса	Масштаб			1:1		
				ПГУ		

определена истинная величина грани (BCD) способом вращения ее вокруг горизонтали h , проведенной через вершину D).

3. Для определения расстояния от вершины до грани способом плоско-параллельного перемещения преобразовать выбранную грань пирамиды в проецирующую, при этом одна из главных линий также будет проецирующей. Поскольку при решении первой задачи главные линии уже были построены, рационально преобразовывать ту же грань (в примере выполнения задания определено расстояние $[A_0K_0]$ от вершины A до грани [BCD]. При решении этой задачи следует считать, что плоскость, до которой определено расстояние, не ограничена треугольником, и может быть продлена до пересечения с перпендикуляром, опущенным на нее из противоположной вершины пирамиды.

Задание 12. Аксонометрическая проекция поверхности (пример выполнения задания показан на рис.12).

Дано: три проекции комбинированной поверхности из листового материала.

Построить:

прямоугольную изометрическую проекцию поверхности.

Указания по выполнению

1. Выполнить аксонометрическую проекцию той поверхности, которая построена в задании 9. Вид аксонометрической проекции (прямоугольная изометрия или прямоугольная диметрия) выбрать самостоятельно по рекомендациям, содержащимся в учебной литературе. Для того, чтобы построить аксонометрическую проекцию поверхности, необходимо жестко связать ее с системой координат. Поскольку все поверхности задания имеют плоскости симметрии, удобно выбрать направление осей координат так, чтобы они совпадали с линиями пересечения плоскостей симметрии поверхности. Выбранную систему координат $O'x'y'z'$ следует показать и обозначить на комплексном чертеже поверхности.

2. Построение аксонометрической проекции начать с изображения аксонометрической системы координат $O'x'y'z'$, соответствующей выбранному виду проекции. Точки элементов поверхности построить с помощью координатных ломаных с учетом коэффициентов искажения по осям. Целесообразно вначале построить нижнее основание поверхности /K'L'M'N'/, затем – верхнее /A'B'C'D'/.

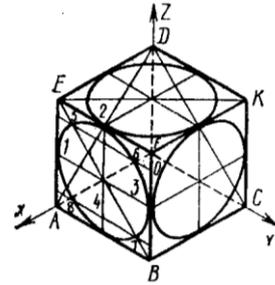
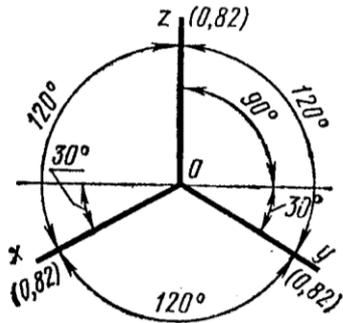
Аксонометрические проекции окружностей рекомендуется строить по полуосям эллипсов. Замена эллипсов овалами на данном чертеже не разрешается.

Далее показать линии границ отдельных элементов поверхности соединением соответствующих точек на нижнем и верхнем основаниях (A'L'); (D'K') и т.д. При этом учесть, что верхнее основание выполнено в виде отверстия,

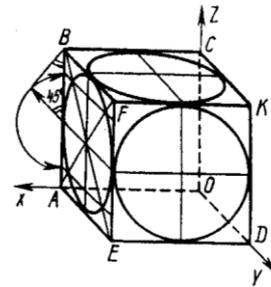
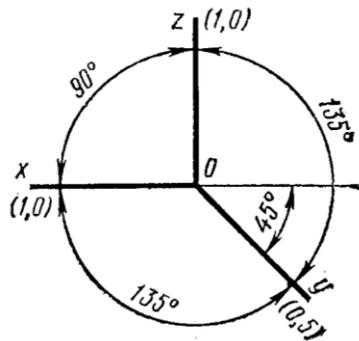
а это отражается на видимости ребер. Затем на аксонометрической проекции нанести очерковые линии ($L'E'$) и ($F'N'$).

Виды аксонометрических проекций:

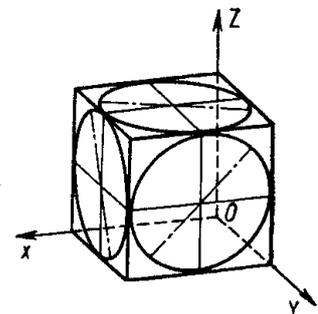
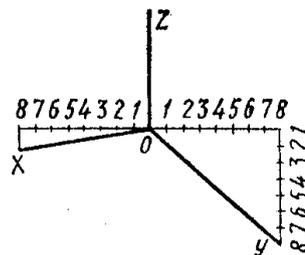
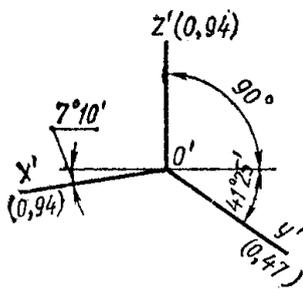
- прямоугольная изометрическая проекция (осн. X, Y, Z располагаются под углом 120° друг к другу; отрезки по осям откладываем в натуральную величину, параллельность сохраняем).



- фронтальная диаметрическая проекция (осн. X и Z образуют 90° , ось Y располагается под углом 45° к горизонтали; отрезки, параллельные осям X и Z откладываем в натуральную величину, по оси Y уменьшаем в 2 раза; параллельность сохраняем).



- диаметрическая прямоугольная проекция (ось Z располагается вертикально, ось X образует с горизонталью угол $7^\circ 10'$, ось Y образует угол $41^\circ 25'$ с горизонталью).



Литература.

1. Фролов С.А. Начертательная геометрия. -М., ИНФРА 2013, 2015.
2. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: ЮРАЙТ, 2011.
3. Учебно-методические материалы кафедры ТМиК (секции инженерной графики).
4. Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации.
5. Лызлов А.Н. Начертательная геометрии. Задачи и решения М., «Лань», 2011г.
6. Сорокин Н.П. Начертательная геометрия. -М., «Лань», 2011г.
7. Тарасов Б.Ф. Начертательной геометрии. М., «Лань», 2011г.
8. Кириллов Д.П. Начертательной геометрии. М., 2013