

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежская государственная лесотехническая академия»

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Методические указания к выполнению контрольных работ
для студентов заочной формы обучения
по направлению подготовки 250700 – Ландшафтная архитектура



Воронеж 2012

УДК 514.18

Зимарин, С. В. Начертательная геометрия [Текст]: Методические указания к выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения по направлению подготовки 250700 – Ландшафтная архитектура / С. В. Зимарин, Н. А. Бородин ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА» – Воронеж, 2012. – 40 с.

Печатается по решению учебно-методического совета
ФГБОУ ВПО «ВГЛТА» (протокол № 4 от 2 марта 2012г.)

Рецензент доц. кафедры механики ВГАУ им. Императора Петра I
С. В. Кузьменко

Основные положения

Контрольная работа по начертательной геометрии представляет собой эюры (чертежи), выполняемые по мере последовательного прохождения теоретического курса.

Контрольная работа выполняется по индивидуальным вариантам. Номер варианта определяется суммой двух последних цифр зачетной книжки. Например, если шифр 031121, то выполняется третий вариант ($2+1=3$). В случае, если две последние цифры шифра нули, выполняется двадцатый вариант. Исходные данные для своего варианта выбираются из таблиц.

Эюры контрольных работ выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297х420 мм) в масштабе 1:1 и равномерно размещаются на поле чертежа. Поле чертежа ограничивается рамкой, отступы для которой составляют: слева 20 мм от границы листа, с других сторон – 5 мм. В правом нижнем углу формата выполняется основная надпись (рис. 1), в левом верхнем углу размещается таблица с исходными данными.

<i>Контрольная работа</i>			<i>Лист 1</i>
<i>Выполнил</i>	<i>Иванов И. И.</i>	<i>Шифр</i> <i>031121</i>	<i>1:1</i>
<i>Проверил</i>			<i>ВГЛТА</i>
25	50	30	25
120			

Рис. 1

Все геометрические построения выполняются карандашом с помощью чертежных инструментов. Толщина и тип линий принимаются в соответствии с ГОСТ 2.303-68. Контрольная работа представляется на рецензию в полном объеме в сроки, указанные в учебном графике. Затем она возвращается студенту вместе с рецензией.

Защита выполненной контрольной работы осуществляется во время экзаменационной сессии.

Преподаватель вправе аннулировать представленную контрольную работу, если при собеседовании убедится, что студент выполнил ее самостоятельно.

Пример оформления титульного листа (рис. 2)

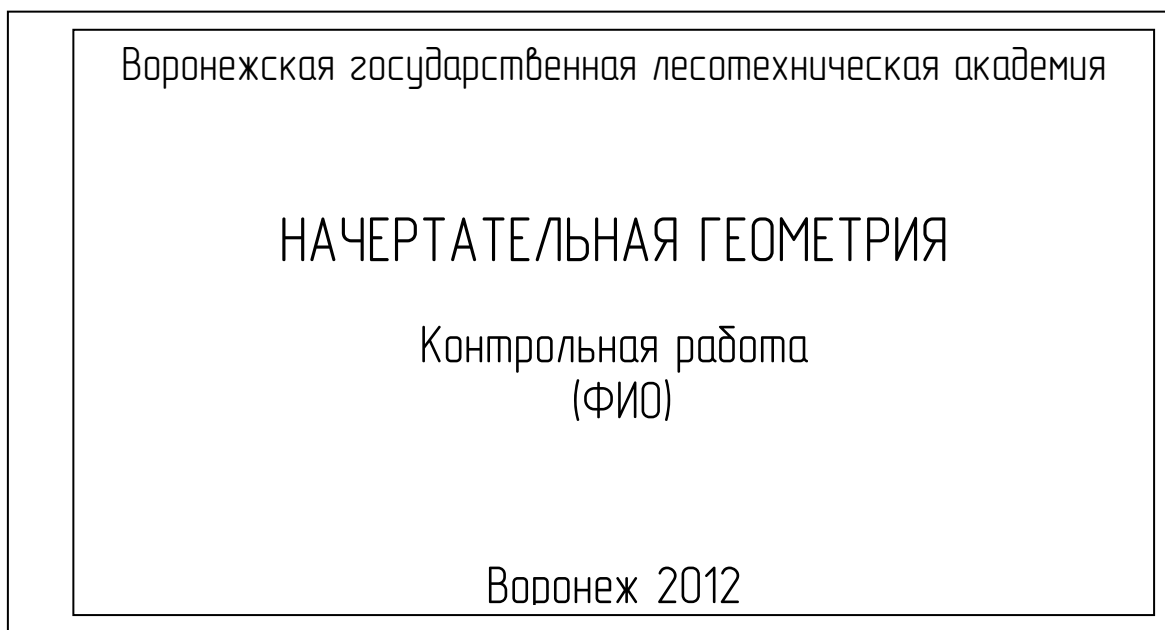


Рис. 2

Принятые обозначения

- 1 Плоскости проекций: горизонтальная – π_1 , фронтальная – π_2 , профильная – π_3 , дополнительная – π_4 . Плоскости – строчными буквами (α, β, γ)
- 2 Оси проекций – строчными буквами x, y, z .
- 3 Точки в пространстве – прописными буквами A, B, C и цифрами.
- 4 Проекции точек: на горизонтальную плоскость π_1 – A^I, B^I, C^I ; на π_2 – A^{II}, B^{II}, C^{II} ; на π_3 – $A^{III}, B^{III}, C^{III}$; на дополнительную плоскость π_4 – A^{IV}, B^{IV}, C^{IV} .
- 5 Прямые в пространстве – двумя точкам, лежащим на прямой (AB, BC).
- 6 Горизонтальная (фронтальная) проекция прямой AB – $A^I B^I$ ($A^{II} B^{II}$)
- 7 Горизонтальный (фронтальный) след прямой AB – M_{AB} (N_{AB})
- 8 Горизонтальный (фронтальный) след плоскости α – h_{α}^I (f_{α}^{II}); точка схода следов плоскости α – X_{α} .
- 9 A^* – действительная тень точки; (A^*) – мнимая тень точки.
- 10 Π – предметная плоскость; K – картинная плоскость; OK – основание картины; $ЛГ$ – линия горизонта; S – точка зрения; P – главная точка картины; SP – главный луч зрения; D_1, D_2 – дистанционные точки; F_1, F_2 – точки схода.
- 11 A_K – перспективная проекция точки; A_{OK} – ортогональная проекция точки на картину; A^I – проекция точки на предметную плоскость.
- 12 Символы: \cap – пересекаются; \parallel – параллельны; \equiv – совпадают; $<$ – угол.

1 АКСОНОМЕТРИЯ

Цель работы: приобрести навыки построения аксонометрических проекций.

Индивидуальные задания

Исходные данные для построений принимаются из табл. 1.

Размеры для построения геометрических фигур принимаются из табл. 2.

Таблица 1

№	Изометрия фигуры	Диметрия окружности (в плоскости/диаметр)	№	Диметрия фигуры	Изометрия окружности (в плоскости/диаметр)
1	Рис.3	$\pi_1 / \text{Ø } 80$	11	Рис.3	$\pi_1 / \text{Ø } 80$
2	Рис.4	$\pi_2 / \text{Ø } 70$	12	Рис.4	$\pi_2 / \text{Ø } 70$
3	Рис.5	$\pi_3 / \text{Ø } 60$	13	Рис.5	$\pi_3 / \text{Ø } 60$
4	Рис.6	$\pi_1 / \text{Ø } 70$	14	Рис.6	$\pi_1 / \text{Ø } 70$
5	Рис.3	$\pi_2 / \text{Ø } 60$	15	Рис.3	$\pi_2 / \text{Ø } 60$
6	Рис.4	$\pi_3 / \text{Ø } 80$	16	Рис.4	$\pi_3 / \text{Ø } 80$
7	Рис.5	$\pi_1 / \text{Ø } 60$	17	Рис.5	$\pi_1 / \text{Ø } 60$
8	Рис.6	$\pi_2 / \text{Ø } 80$	18	Рис.6	$\pi_2 / \text{Ø } 80$
9	Рис.3	$\pi_3 / \text{Ø } 70$	19	Рис.3	$\pi_3 / \text{Ø } 70$
10	Рис.4	$\pi_1 / \text{Ø } 80$	20	Рис.4	$\pi_1 / \text{Ø } 80$

Таблица 2

№	D	d	d1	d2	h	H
1,2,3,4, 11,12,13,14	80	60	40	50	50	80
5,6,7,8, 15,16,17,18	90	70	50	60	60	90
9,10, 19,20	70	50	30	40	40	70

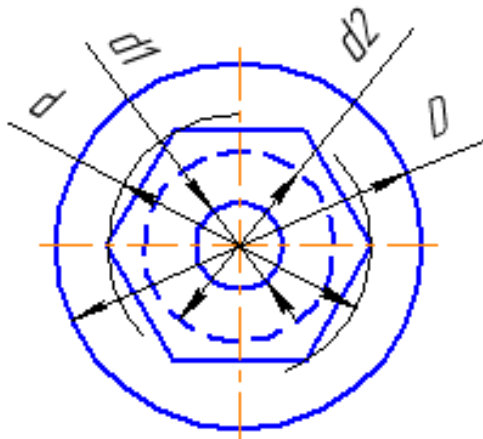
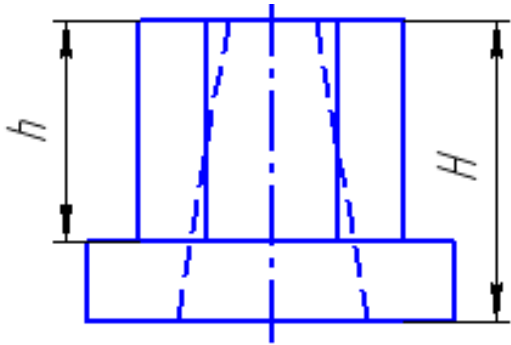


Рис. 3

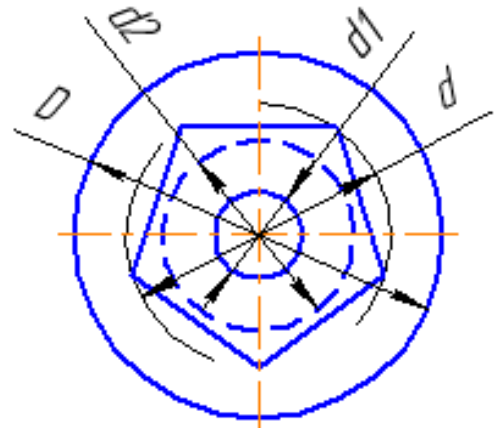
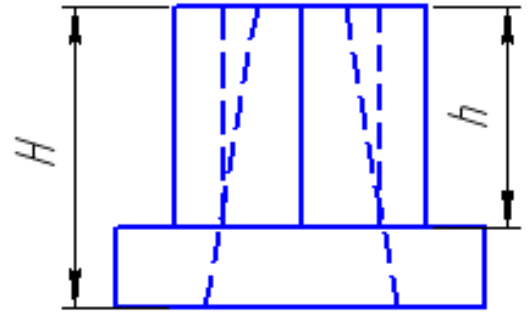


Рис. 4

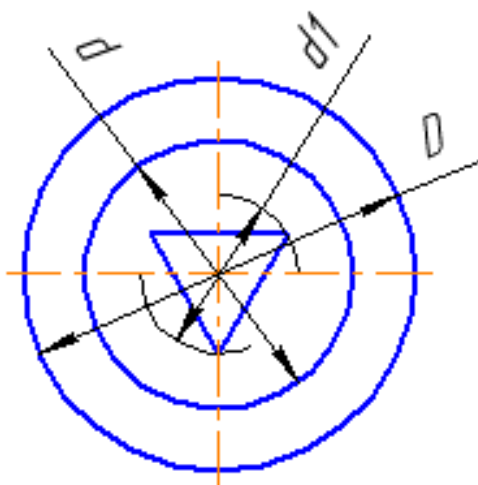
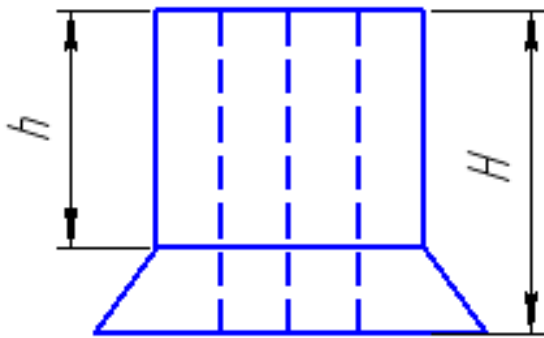


Рис. 5

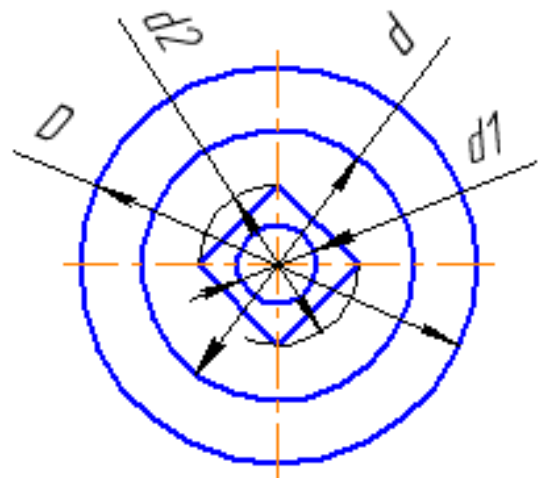
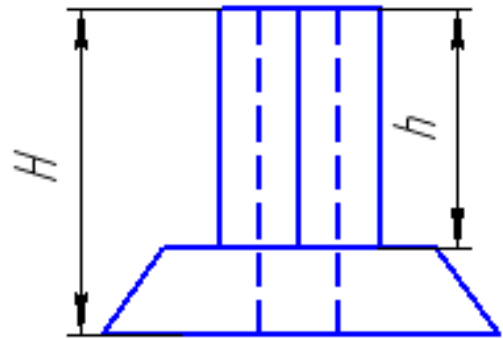


Рис. 6

Задача 1. Построение аксонометрической проекции геометрического тела (с вырезом четвертой части).

Построение аксонометрической поверхности сводится к умению строить аксонометрические проекции многогранников и тел вращения (цилиндр, конус).

Для построения аксонометрии многогранника необходимо определить аксонометрические проекции его вершин, затем соединить их прямыми линиями (аксонометрические проекции ребер многогранника).

Для построения аксонометрической проекции тела вращения необходимо построить аксонометрические проекции оснований этого тела (основанием является окружность), предварительно определив положения центров оснований на аксонометрических осях. Аксонометрическая проекция окружности представляет собой эллипс, вместо которого для упрощения построения изображают овал, состоящий из дуг окружностей, проведенных из четырех центров овала. Далее образующими данного тела вращения соединяют его основания.

Форма деталей может усложняться различными срезами, вырезами, пересечением составляющих поверхностей. Тогда предварительно нужно определить форму линий пересечения, а строить их по отдельным точкам, вводя обозначения проекций точек, которые после выполнения построений могут быть удалены с чертежа.

В прямоугольной изометрии аксонометрические оси OX , OY , OZ расположены под углом 120° (рис. 7), коэффициенты искажения по осям равны 0,82. Строят изометрические проекции точек по их координатам, снятым с ортогональных проекций (рис. 8, где A^I , A^{II} – соответственно горизонтальная и фронтальная проекция точки A), принимая для упрощения построений приведенный коэффициент искажения по осям равный 1.

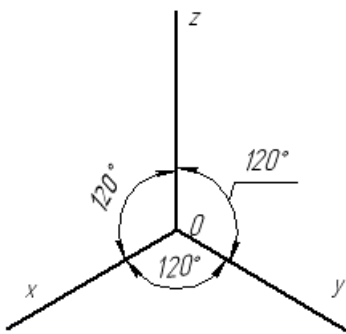


Рис. 7

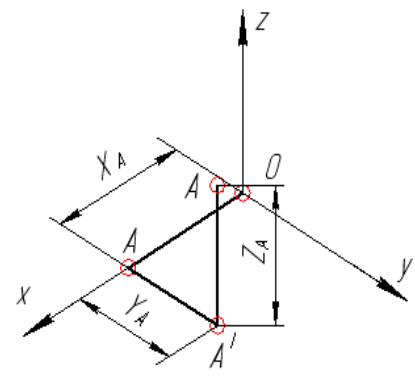
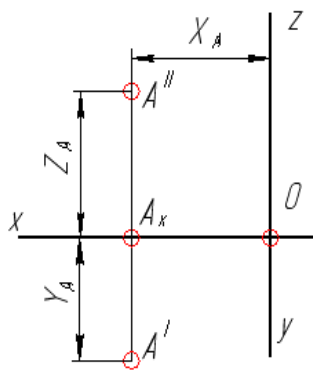


Рис.8

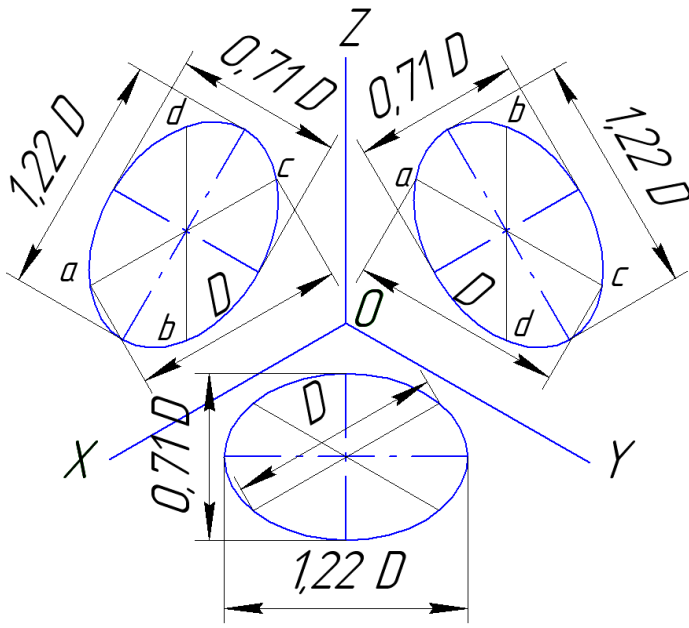


Рис. 9

Таким образом, изометрическая проекция, в сравнении с ортогональной проекцией, получается увеличенной в $1:0,82 = 1,22$ раза, что следует отмечать в основной надписи: 1,22:1 или на поле чертежа. Окружности, лежащие в основных плоскостях проекций, изображаются эллипсами (рис.9), у которых направление малой оси совпадает с направлением оси, не входящей в плоскость, а большая ось ей перпендикулярна. При этом малая ось равна $0,71D$, а большая – $1,22D$ (D – диаметр окружности).

Рассмотрим построение изометрической проекции окружности (рис. 10) диаметром D в горизонтальной плоскости проекций (XOY).

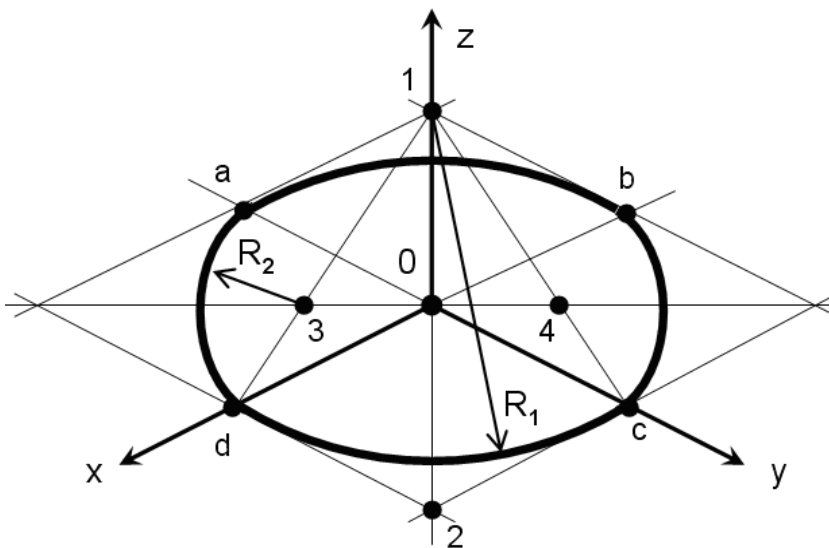


Рис. 10

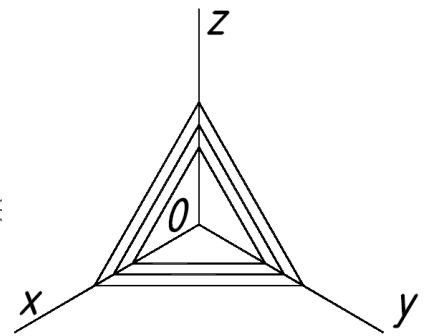


Рис. 11

Построим изометрические оси OX , OY , OZ с началом отсчета, совпадающим с положением центра окружности (точка O). По осям OX и OY откладываем отрезки $aO = bO = cO = dO = D/2$ ($ac = bd = D$, где D – диаметр окружности) и строим ромб, стороны которого проходят через точки a , b , c , d и соответственно параллельны осям OX и OY . Точки 1, 2 (вершины ромба, лежащие на оси Z) и 3, 4 (находим на пересечении отрезков $1d$ и $1c$ с большей диагона-

люю ромба, проходящей через точку O) являются центрами овала. Имея центры сопряжения (центры овала) и точки сопряжений (точки a, b, c, d) строим овал, где R_1 и R_2 – радиусы сопряжений, при этом R_1 равен отрезку $1d$, а R_2 равен отрезку $3d$.

Аналогично строим изометрические проекции окружностей в плоскостях XOZ и YOZ , предварительно построив ромб, отложив отрезки ac и bd на соответствующих осях (рис. 8 – на осях X и Z , если строим в плоскости XOZ ; на осях Y и Z , если строим в плоскости YOZ) и определив центры овала.

Для выявления внутреннего контура детали применяют разрезы. При этом, как правило, секущие плоскости располагают параллельно плоскостям XOZ и ZOY . На рис. 11 показано построение направлений линий штриховки на изометрических проекциях. Для этого по осям X, Y, Z откладывают отрезки равной длины и соединяют их концы.

В прямоугольной диметрии аксонометрическая ось OZ располагается вертикально, ось OX – под углом $7^{\circ}10'$ к горизонтальной линии, а ось OY – под углом $41^{\circ}25'$ (рис. 12), на практике ось X проводят с уклоном $1:8$ к горизонтальной прямой, а ось Y строят как биссектрису угла между осями X и Z . Коэффициенты искажения по осям X и Z равны $0,94$, а по оси Y – $0,47$. Строят изометрические проекции точек по их координатам, снятым с ортогональных проекций, принимая для упрощения построений приведенный коэффициент искажения по осям X и Z равным 1 , а по оси Y – $0,5$. В этом случае

Диметрическое изображение увеличено по сравнению с действительным в $1,06$ раза.

На рис. 13 показано построение направлений линий штриховки на диметрических проекциях. Для этого по осям X и Z откладывают отрезки равной длины, а на оси Y – отрезок вдвое меньший, далее соединяют их концы.

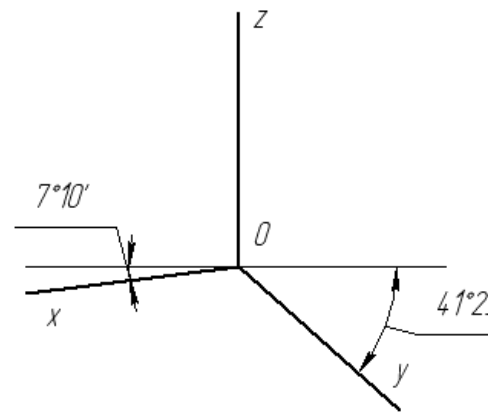


Рис. 12

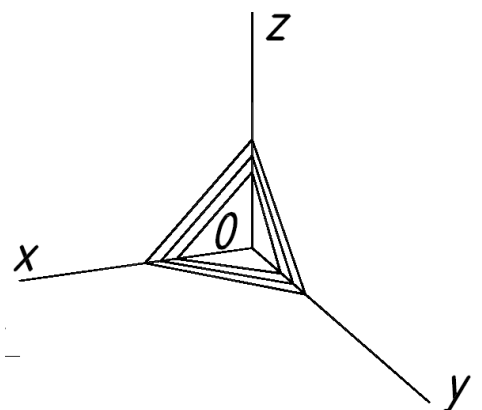


Рис. 13

Окружности (рис. 14), лежащие в основных плоскостях проекций (или им параллельных), проецируются в эллипсы, у которых большая ось равна $1,06D$, а малая ось в плоскости XOZ равна $0,94D$, в других плоскостях – $0,35D$ (D – диаметр окружности). Направление осей эллипсов определяется так же, как в изометрии.

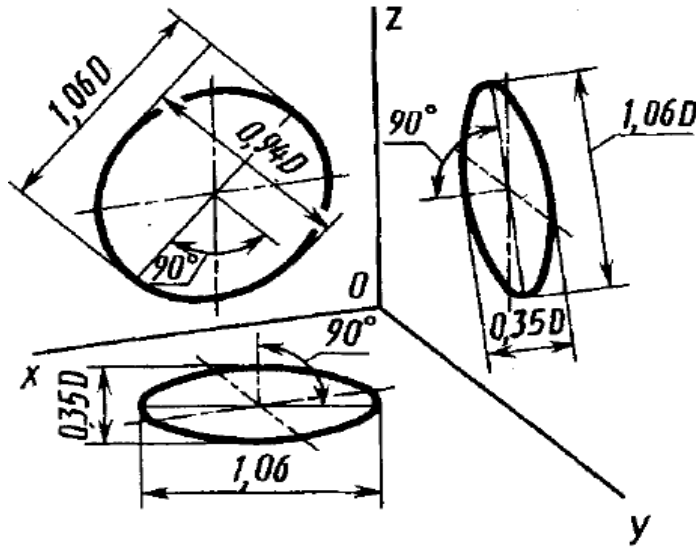


Рис. 14

Рассмотрим построение диметрической проекции окружности (рис. 15) диаметром D в горизонтальной плоскости проекций (XOY).

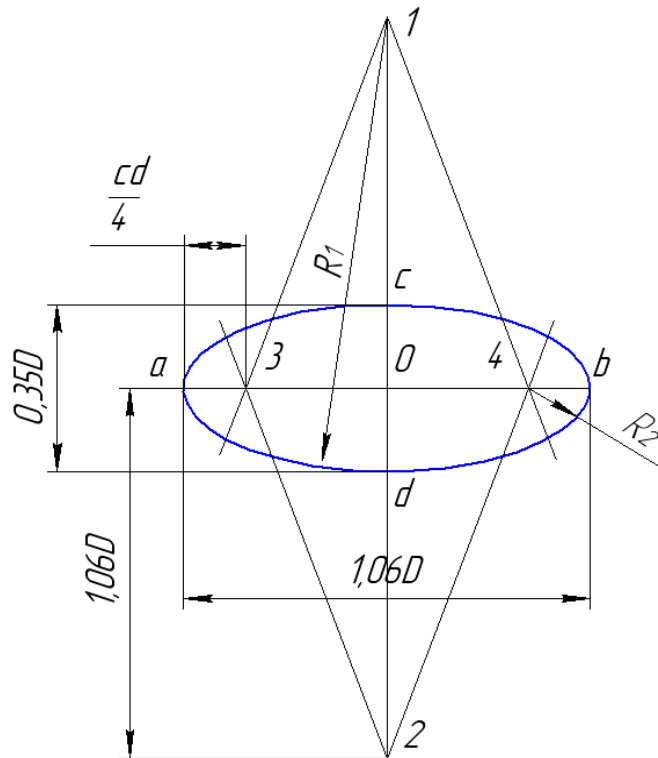


Рис. 15

Через центр проекции окружности (т. О) проводят две взаимно перпендикулярные линии, совпадающие с осями овала: на вертикальной прямой откладывают отрезки $O1$, $O2$ равные $1,06D$ и отрезок cd равный $0,35CD$, а на горизонтальной прямой откладываем отрезок ab равный $1,06D$. Далее от точек a и b откладывают отрезки $a3$ и $b4$ равные $cd/4$. выполняют построение лучей 13, 14, 23, 24. Из центров 1 и 2 строят дуги радиусом R_1 равным отрезку $1d$ до пересечения с лучами 13, 14 и 23, 24 соответственно. Из центров 3 и 4 строят дуги радиусом R_2 равным отрезку $3a$ до пересечения с лучами 13, 23 и 14, 24 соответственно.

Диметрическая проекция окружности в плоскости ZOY строится аналогично. Предварительно определяется положение осей овала (рис. 14).

Рассмотрим построение диметрической проекции окружности (рис. 16) диаметром D во фронтальной плоскости проекций (XOZ). Через центр проекции окружности (т.О) проводят оси X и Z , на них откладывают отрезки EF и MN равные D и строят ромб со сторонами параллельными осям X и Z . Проводят диагонали ромба. Через точки E и F проводят горизонтальные линии до пересечения с диагоналями ромба и определяют центры овала (точки 1, 2, 3, 4).

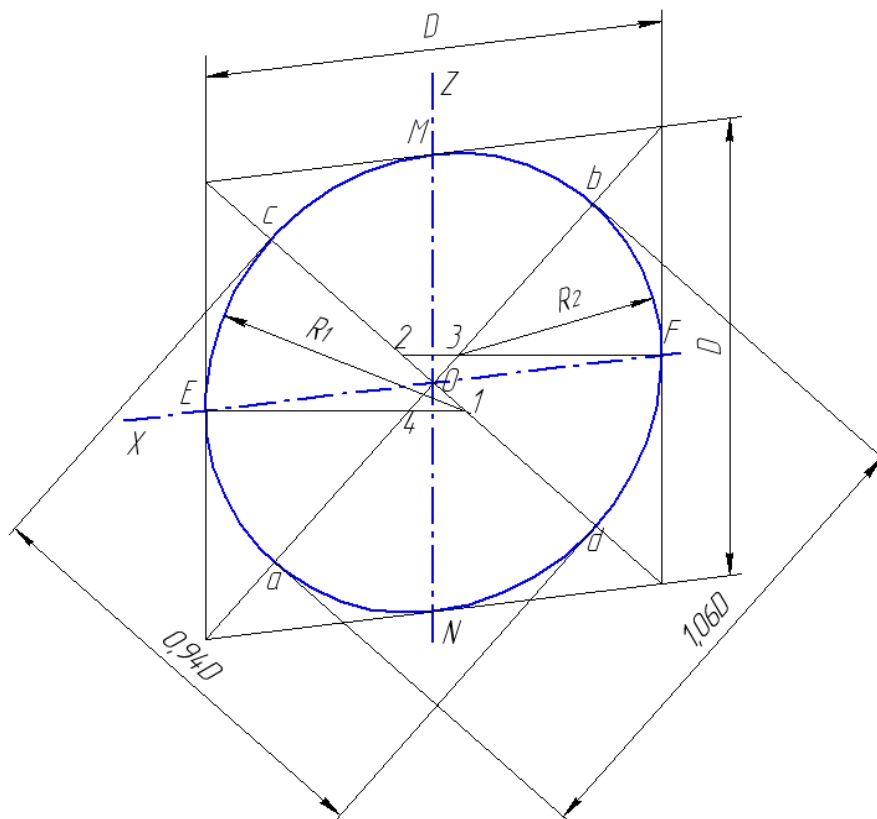


Рис. 16

Из центров 1 и 2 строят дуги радиусом R_1 равным отрезку $1E$ от точки E до точки M и от точки F до точки N соответственно. Из центров 3 и 4 строят дуги радиусом R_2 равным отрезку $3F$ от точки F до точки M и от точки E до точки N соответственно.

Решение задачи:

1 По заданным размерам с учетом самостоятельно выбранного масштаба построить ортогональные проекции геометрической фигуры.

2 Выполнить построение ее аксонометрической проекции.

На рис. 17 показан пример построения изометрической проекции детали по её чертежу, форма которой представлена двумя простыми геометрическими телами – цилиндром и многогранником (правильной четырехгранной призмой).

Этапы выполнения:

1) Привязка осей координат к изображениям детали на чертеже.

2) Построение изометрических осей.

3) Построение многогранника. На чертеже задают вершины призмы (точки 0, 1, 2, 3, 4), которые строят на изометрических осях. По ним выполнена изометрия верхней грани призмы (четырёхугольник 0132), а затем и её видимой части. На аксонометрических проекциях, как правило, не показывают невидимый контур штриховыми линиями.

4) Построение цилиндра. Предварительно задают на чертеже и в дальнейшем определяют на изометрических осях центры оснований цилиндра (точки 5 и 6). Строят основания цилиндра (представляющие собой овалы) на высоте 30 мм друг от друга, затем основания соединяют образующими цилиндра.

Аналогично выполняется построение диметрической проекции геометрической фигуры (пример выполнения рис. 18).

Задача 2. Построение аксонометрической проекции окружности, лежащей в заданной плоскости.

Решение задачи:

Выполнить аксонометрическую проекцию окружности, используя предложенные выше методики построения.

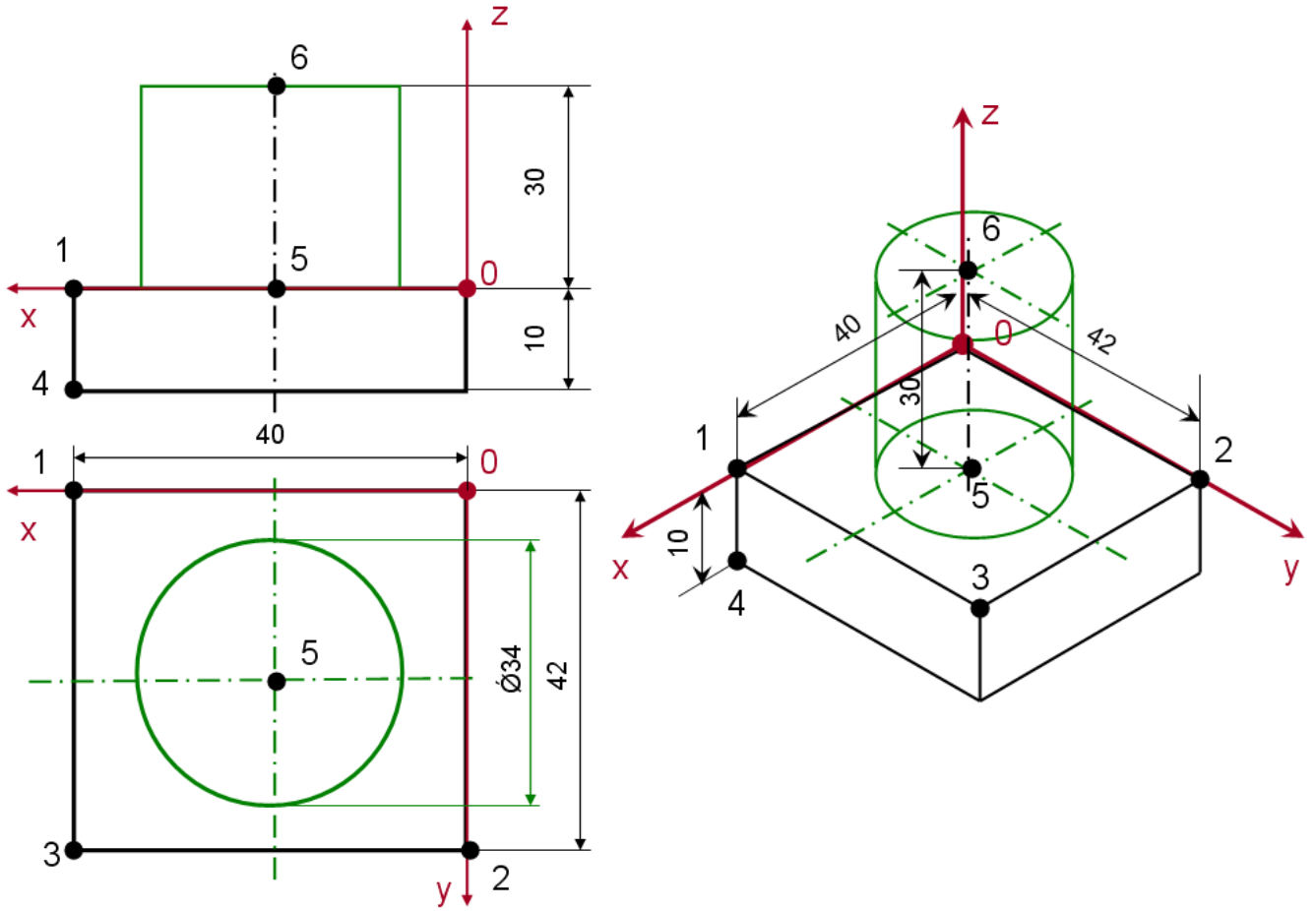


Рис. 17

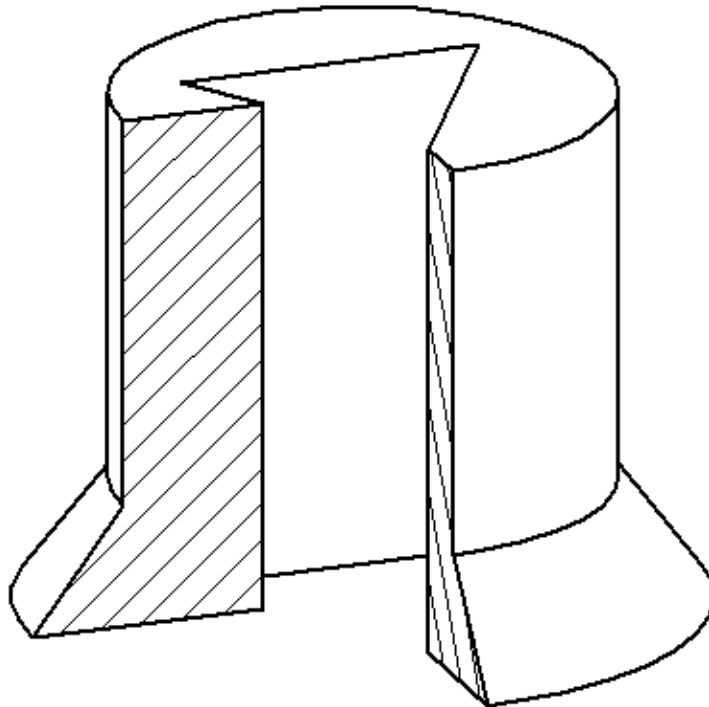


Рис. 18

2 ОРТОГОНАЛЬНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ

Цель работы: изучить разделы начертательной геометрии – точка, прямая, плоскость; освоить методы решения позиционных задач.

Индивидуальные задания

Исходные данные к выполнению задач принимаются из табл. 3

Таблица 3

№	Координаты точек, мм												Углы наклона к оси X, град	
	A			B			C			D			Горизонтального следа h_{α}^I	Фронтального следа f_{α}^{II}
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z		
1	120	40	50	50	20	80	90	80	20	70	40	20	50	40
2	120	20	80	50	40	50	90	80	20	105	40	20	40	50
3	120	40	50	50	80	20	90	20	80	70	30	20	50	60
4	120	80	20	50	40	50	90	20	80	105	40	20	40	40
5	120	80	50	50	40	20	90	20	80	70	20	30	50	50
6	120	40	20	50	80	50	90	20	80	105	30	30	40	60
7	120	40	80	50	20	50	90	80	20	70	30	30	50	40
8	120	20	50	50	40	80	90	80	20	70	30	40	40	50
9	120	35	50	50	20	75	90	80	20	105	40	20	50	60
10	120	25	75	50	40	50	90	80	20	70	20	30	40	40
11	120	35	50	50	75	20	90	20	80	105	50	30	50	50
12	120	75	20	50	40	55	90	20	80	70	40	20	40	60
13	120	75	50	50	45	25	90	20	80	105	40	40	50	40
14	120	45	20	50	80	45	90	20	80	70	20	30	40	50
15	120	40	75	50	20	45	90	80	20	105	30	20	50	60
16	120	25	50	50	40	75	90	80	20	105	30	30	40	40
17	120	40	50	50	80	80	90	20	20	70	30	40	50	50
18	120	40	50	50	80	80	90	80	80	105	40	20	40	60
19	120	80	50	50	40	80	90	20	20	105	50	40	50	40
20	120	80	50	50	40	80	90	80	80	70	30	20	40	50

Задача 1. Построение следов плоскости

Решение задачи:

1 Строят проекции треугольника ABC, предварительно построив по заданным координатам проекции точек A, B, C.

Пример построения по заданным координатам проекции точки A.

Рассмотрим рис. 19, на котором представлена система двух плоскостей проекций (π_1, π_2 – соответственно горизонтальная и фронтальная плоскости проекций).

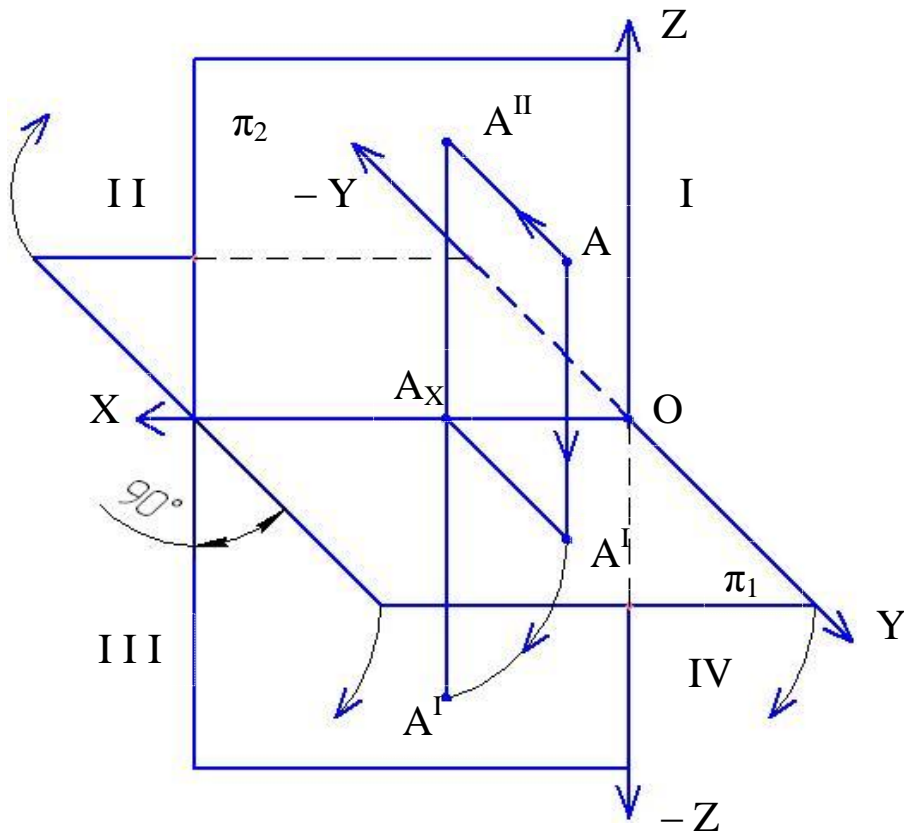


Рис. 19

Плоскости π_1 и π_2 перпендикулярны друг другу, пересекаются по оси X и разбивают пространство на четыре двугранных угла; их называют четвертями пространства. Первая четверть (I) располагается над π_1 и перед π_2 , вторая (II) – над π_1 и за π_2 и т. д. При этом направление осей относительно начала координат (O) следующее: влево положительное направление оси X; вверх и вниз соответственно положительное и отрицательное направление оси Z; на нас и от нас положительное и отрицательное направление оси Y.

В пространстве первой четверти располагается точка A . Через A проведем проецирующие прямые AA^I и AA^{II} соответственно перпендикулярные π_1 и π_2 , в месте пересечения прямой AA^I с π_1 находится горизонтальная проекция точки A^I , а в месте пересечения AA^{II} с π_2 фронтальная проекция точки A^{II} .

Для построения плоского чертежа (эпюра) необходимо совместить π_1 с π_2 путем вращения вокруг оси X в указанных на рис. 20 направлениях.

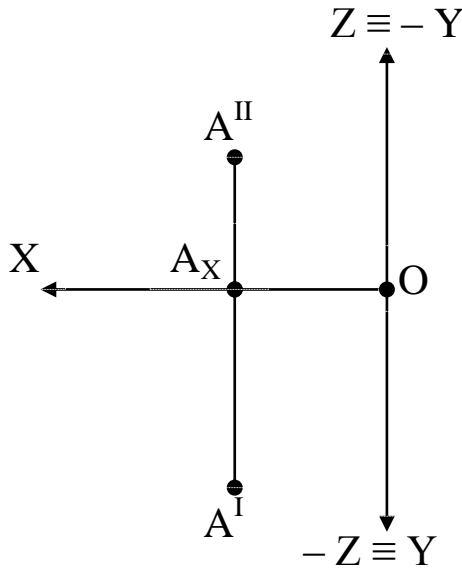


Рис. 20

Положение точки A в пространстве определяется тремя координатами – $A(X;Y;Z)$. Установлена определенная связь между координатами точки и её проекциями. Так координата X определяется отрезком OA_x , т. е. $X = OA_x$; $Y = A_x A^I$; $Z = A_x A^{II}$. Отрезки $A_x A^I$ и $A_x A^{II}$ перпендикулярны оси X , они откладываются вверх или вниз от точки A_x в зависимости от того, какой знак имеет координата точки. Таким образом A^I и A^{II} лежат на одной линии перпендикулярной оси X , называемой вертикальная линия связи.

На рис. 19 представлен чертеж точки $A(10; 20; 10)$, следовательно, $OA_x = 10\text{мм}$, $A_x A^I = 20\text{мм}$, $A_x A^{II} = 10\text{мм}$. При этом отрезок $A_x A^I$ откладывается вниз от A_x , так как координата Y положительная, а отрезок $A_x A^{II}$ строится вверх от A_x , потому что координата Z положительная.

Аналогично строят проекции точек B и C . Далее соединяют одноименные проекции точек и определяют положение проекций отрезков прямых (например, соединив горизонтальные проекции точек A^I и B^I , строят горизонтальную проекцию отрезка $A^I B^I$), составляющих горизонтальную и фронтальную проекции треугольника ABC ($A^I B^I C^I$ и $A^{II} B^{II} C^{II}$).

2 Определяют горизонтальные и фронтальные следы двух любых прямых, являющихся сторонами треугольника ABC (горизонтальный след прямой – точка пересечения прямой с π_1 , фронтальный след прямой – с π_2), и находят соответствующие следы плоскости (горизонтальный след плоскости – линия пересечения плоскости с π_1 , фронтальный след плоскости – с π_2), так как известно, что следы прямой, принадлежащей плоскости лежат на одноименных следах этой плоскости.

Рассмотрев рис. 21, на котором представлен треугольник ABC , принадлежащий плоскости α , отметим, что горизонтальные следы (M_{AC} , M_{AB}) прямых AC и AB лежат на горизонтальном следе плоскости α (h_{α}^I), а фронтальные следы (N_{AC} , N_{AB}) прямых AC и AB лежат на фронтальном следе плоскости α (f_{α}^{II}).

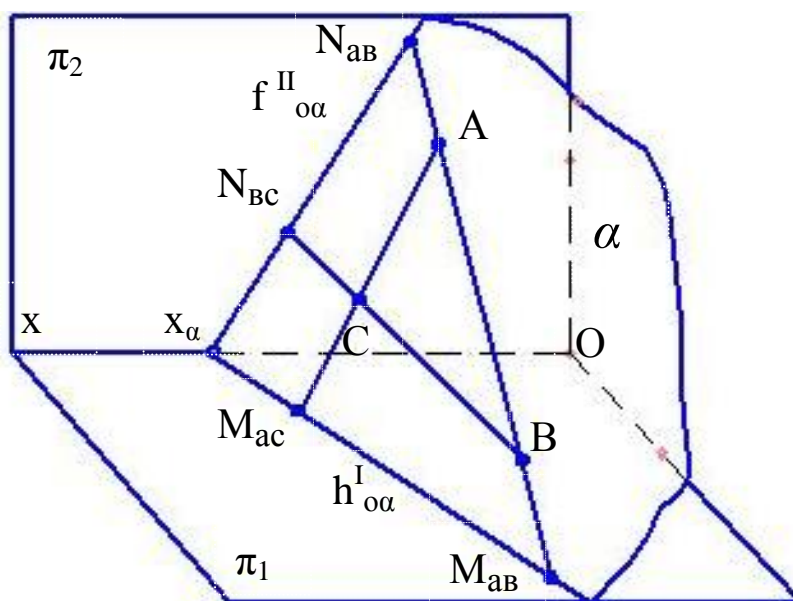


Рис. 21

На рис. 22 показан пример последовательности действий производимых после построения проекций треугольника ABC :

1) Определяем положение горизонтального и фронтального следа прямой AB . Для этого продолжим фронтальную проекцию прямой AB ($A^II B^II$) до пересечения с осью X . В месте пересечения располагается фронтальная проекция горизонтального следа прямой AB (M_{AB}^{II}), из которой проведем вертикальную линию связи до пересечения с горизонтальной проекцией прямой AB ($A^I B^I$), в месте пересечения располагается горизонтальная проекция горизонтального следа прямой AB (M_{AB}^I), совпадающая с положением самого горизонтального следа прямой AB (M_{AB}).

Затем продолжим горизонтальную проекцию прямой AB ($A^I B^I$), до пересечения с осью X , в месте пересечения находится горизонтальная проекция фронтального следа прямой AB (N_{AB}^I), из которой проводим вертикальную ли-

нию связи до пересечения с фронтальной проекцией прямой АВ ($A^{\text{II}} B^{\text{II}}$) и определяем положение фронтальной проекции фронтального следа этой прямой ($N^{\text{II}}_{\text{ав}}$), которая будет совпадать с фронтальным следом данной прямой ($N_{\text{ав}}$).

2) Аналогично найдем положение горизонтального и фронтального следа прямой АС ($M_{\text{ас}}, N_{\text{ас}}$).

3) Соединяя горизонтальные следы прямых АВ и АС (точки $M_{\text{ав}}$ и $M_{\text{ас}}$), строим горизонтальный след плоскости (линия $h^{\text{I}}_{\text{о}\alpha}$); а соединяя фронтальные следы данных прямых – фронтальный след плоскости (линия $f^{\text{II}}_{\text{о}\alpha}$).

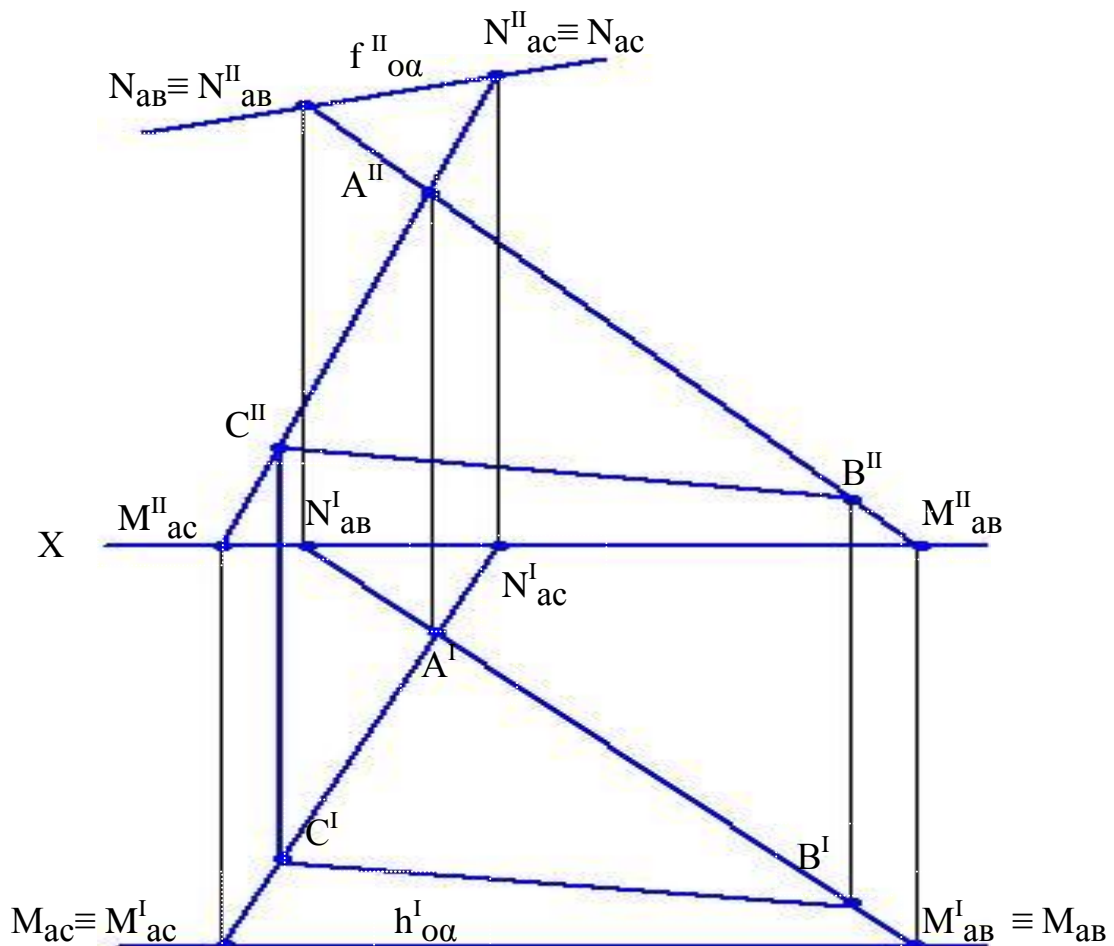


Рис. 22

Задача 2. Определение угла наклона плоскости к горизонтальной плоскости проекций

Рассмотрев рис. 23, отметим, что угол наклона плоскости β (в которой лежит треугольник ABC) к π_1 ($\angle\alpha$) равен углу наклона прямой $C2$ к π_1 ($\angle 2M2^1$), где M – горизонтальный след прямой $C2$. Прямая $C2$ является линией наибольшего наклона плоскости треугольник ABC к π_1 , данная прямая лежит в плоскости треугольника ABC и перпендикулярна горизонтали $A1$. Горизонталь $A1$ – это линия лежащая в плоскости треугольника ABC и параллельная π_1 .

Из рис. 22 видно, что $\angle\alpha$ это угол между прямой $C2$ и горизонтальной проекцией этой прямой (C^12^1). При этом треугольник $2EC$ прямоугольный, в котором $C2$ гипотенуза, катет $CE = C^12^1$, так как отрезок CE перпендикулярен 22^1 , катет $2E$ равен разности координат Z точек 2 и C ($2E = 22^1 - CC^1 = Z_2 - Z_C$), а $\angle 2CE = \angle\alpha$.

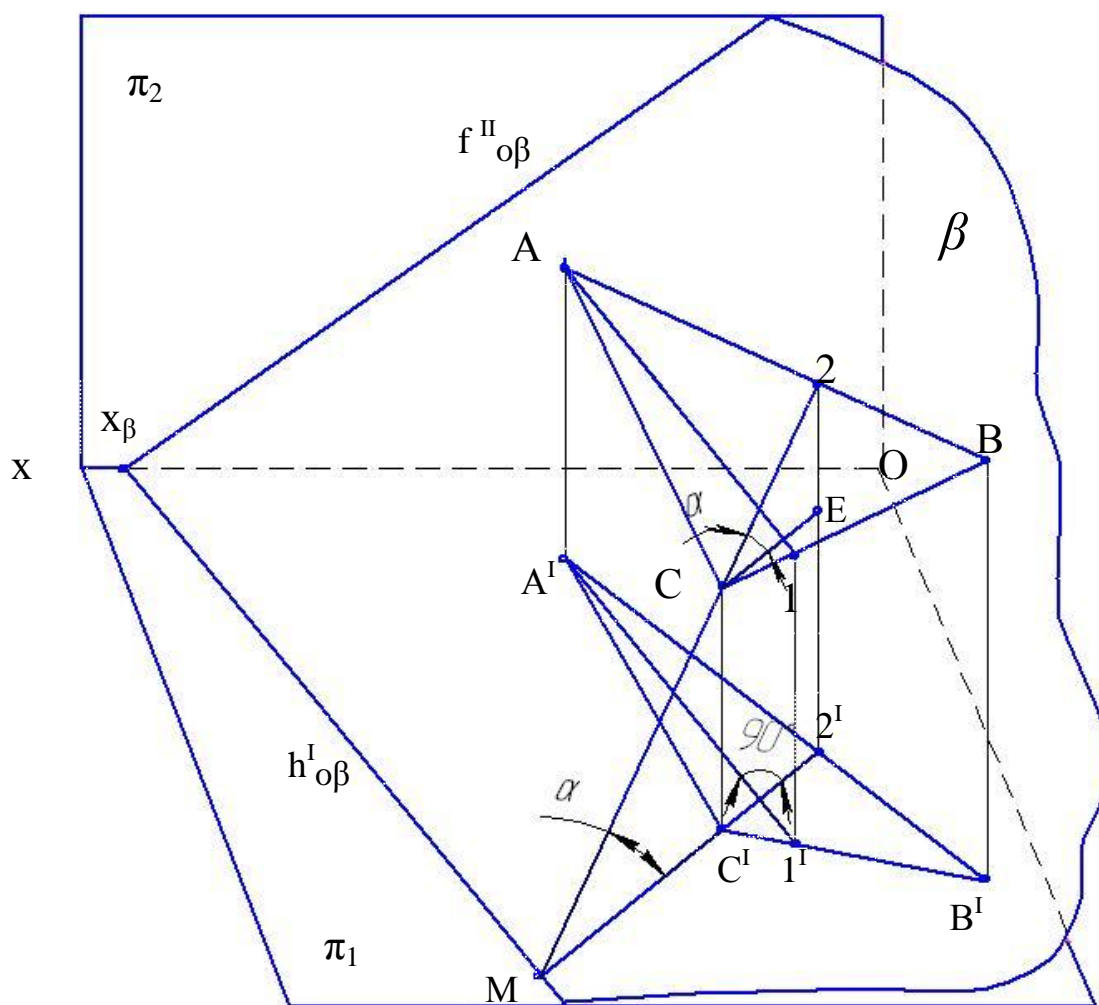


Рис. 23

Решение задачи:

1 По координатам точек А, В, С определяют проекции треугольника АВС.

2 Строят горизонталь А1 треугольника АВС (рис. 24). Фронтальная проекция горизонтали ($A''1''$) параллельна оси Х. Через $1''$ проводят вертикальную линию связи до пересечения с $B''C''$, в месте пересечения определяется $1''$; далее строят горизонтальную проекцию горизонтали (A^11^1).

3 Проводят линию наибольшего наклона плоскости треугольника АВС к π_1 ($C2$). Горизонтальная проекция линии наибольшего наклона плоскости к π_1 (C^12^1) строится перпендикулярно A^11^1 . Далее находим $C''2''$, предварительно определив $2''$.

4 Определяют угол наклона прямой $C2$ к π_1 , который равен углу наклона треугольника АВС к π_1 ($<\alpha$). Для этого строят прямоугольный треугольник $Д2^1C^1$ ($\angle Д2^1C^1 = 90^\circ$), в котором катет $Д2^1 = E2'' = 2E$, катет C^12^1 , следовательно гипотенуза $ДC^1 = C2$, а значит $\angle ДC^12^1 = <\alpha$.

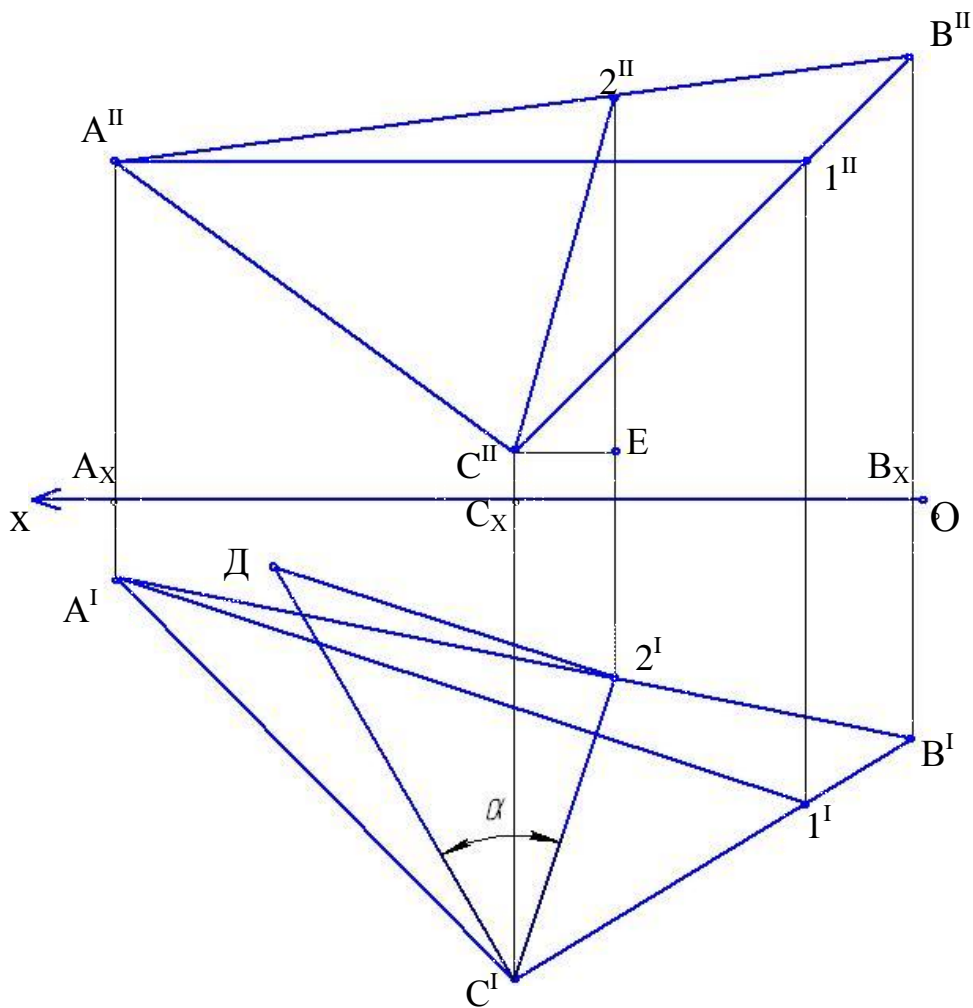


Рис. 24

Задача 3. Определение точки пересечения плоскости и прямой,
перпендикулярной данной плоскости

Прямая AB , проходящая через точку A (рис. 25), будет перпендикулярна плоскости α в том случае, если она перпендикулярна двум прямым лежащим в плоскости α . В качестве таких прямых принимаем горизонтальный ($h^I_{o\alpha}$) и фронтальный ($f^{II}_{o\alpha}$) следы плоскости α .

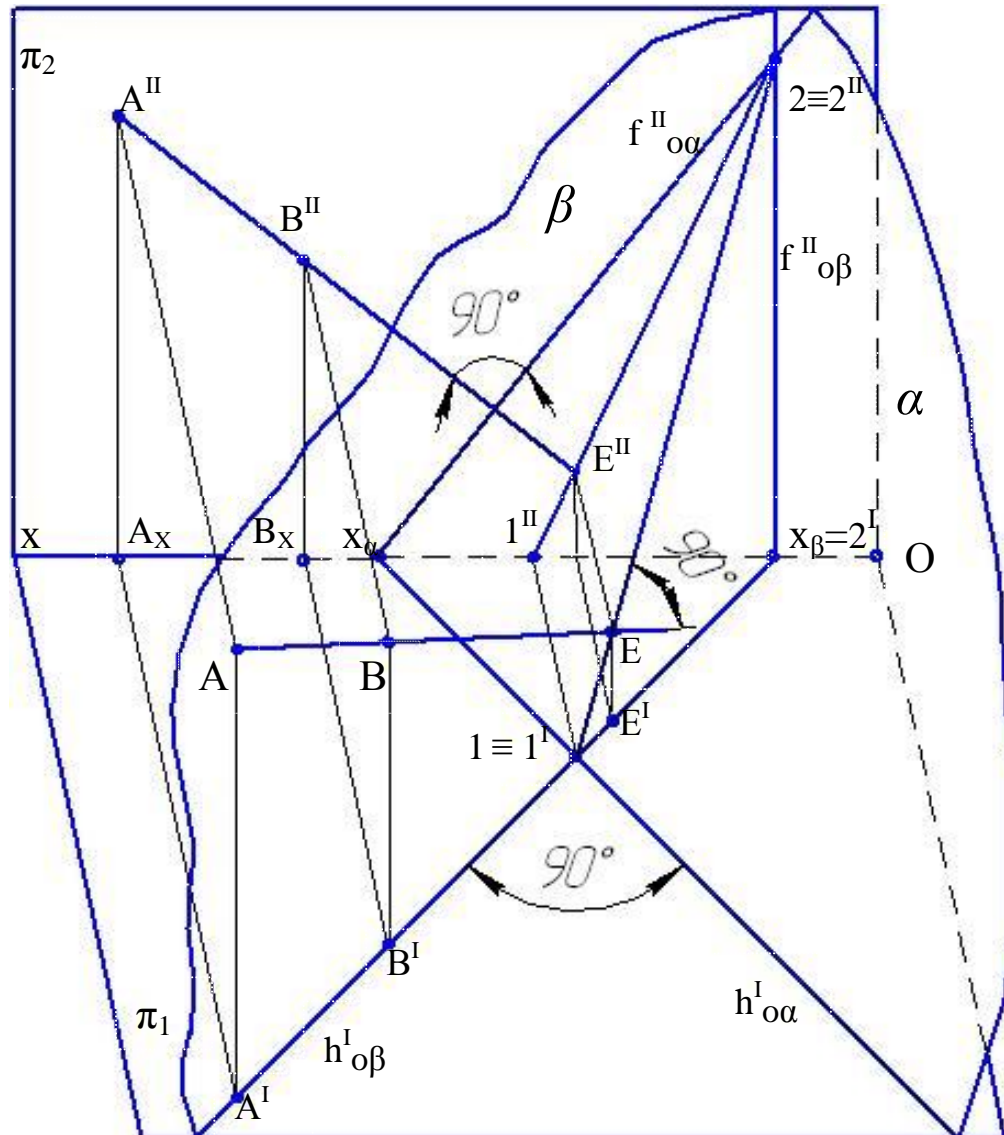


Рис. 25

Следовательно, на чертеже горизонтальная проекция прямой ($A^I B^I$) должна располагаться перпендикулярно горизонтальному следу плоскости α ($h^I_{o\alpha}$), а фронтальная проекция прямой – перпендикулярно фронтальному следу плоскости α ($f^{II}_{o\alpha}$).

Для определения точки пересечения прямой AB с плоскостью α необходимо:

- 1 Через прямую AB провести вспомогательную плоскость β
- 2 Найти линию пересечения плоскостей α и β – прямая 12

3 Определить точку пересечения прямой АВ и l_2 , данная точка Е и будет являться точкой пересечения прямой АВ и плоскости α .

Решение задачи:

1 Построить проекции точки А и следы плоскости α (рис.26). Для построения горизонтального следа (h^I_{α}) необходимо построить точку схода следов (X_{α}) и проекции точки М, лежащей на (h^I_{α}), далее провести прямую через X_{α} и M^I и определить положение горизонтального следа плоскости α . Аналогично строят фронтальный след (f^{II}_{α}), построив проекции точки N, лежащей на f^{II}_{α} , и соединив прямой точки N^{II} и X_{α} .

2 Из точки А провести прямую перпендикулярную плоскости α . Через A^I провести горизонтальную проекцию такой прямой перпендикулярно h^I_{α} (на этой проекции прямой в произвольном месте выбрать положение точки B^I для обозначения горизонтальной проекции прямой ($A^I B^I$), проходящей через точку А перпендикулярно α). Далее через A^{II} провести фронтальную проекцию перпендикуляра ($A^{II} B^{II}$) к α (B^{II} находится в месте пересечения вертикальной линии связи ($B^I B^{II}$) и фронтальной проекции перпендикуляра, которая проходит через A^{II} перпендикулярно f^{II}_{α}).

3 Через прямую АВ провести вспомогательную (горизонтально-проецирующую) плоскость β . Из условия принадлежности прямой горизонтально-проецирующей плоскости известно, что горизонтальная проекция прямой должна лежать на горизонтальном следе такой плоскости. Таким образом, через $A^I B^I$ проводим h^I_{β} , в месте пересечения с осью X находим точку схода следов плоскости β (X_{β}). Из точки проводим фронтальный след плоскости β (f^{II}_{β}) перпендикулярно оси X (особенность расположения фронтального следа горизонтально-проецирующей плоскости, т. е. плоскости перпендикулярной π_1).

4 Найти линию пересечения плоскостей α и β . Для этого необходимо определить точки пересечения одноименных следов данных плоскостей, которые задут линию пересечения этих плоскостей. В месте пересечения h^I_{α} и h^I_{β} располагается горизонтальная проекция точки (1^I), которая лежит на горизонтальных следах данных плоскостей, следовательно, ее фронтальная проекция (1^{II}) лежит на оси X (в месте пересечения вертикальной линии связи $1^I 1^{II}$ и оси X). А в месте пересечения f^{II}_{α} и f^{II}_{β} лежит фронтальная проекция точки (2^{II}), которая находится на фронтальных следах данных плоскостей, значит ее горизонтальная проекция (2^I) лежит на оси X (в месте пересечения вертикальной линии свя-

зи $2^1 2^{\text{II}}$ и оси X). Далее соединяем одноименные проекции точек 1 и 2 и выполняем построение горизонтальной ($1^1 2^1$) и фронтальной ($1^{\text{II}} 2^{\text{II}}$) проекций прямой 12 являющейся линией пересечения плоскостей α и β .

5 Определяем проекции точки E являющейся точкой пересечения плоскости α и прямой AB, перпендикулярной данной плоскости. В месте пересечения $A^{\text{II}} B^{\text{II}}$ и $1^{\text{II}} 2^{\text{II}}$ лежит E^{II} , а E^1 находится в месте пересечения $A^1 B^1$ и вертикальной линии связи ($E^1 E^{\text{II}}$).

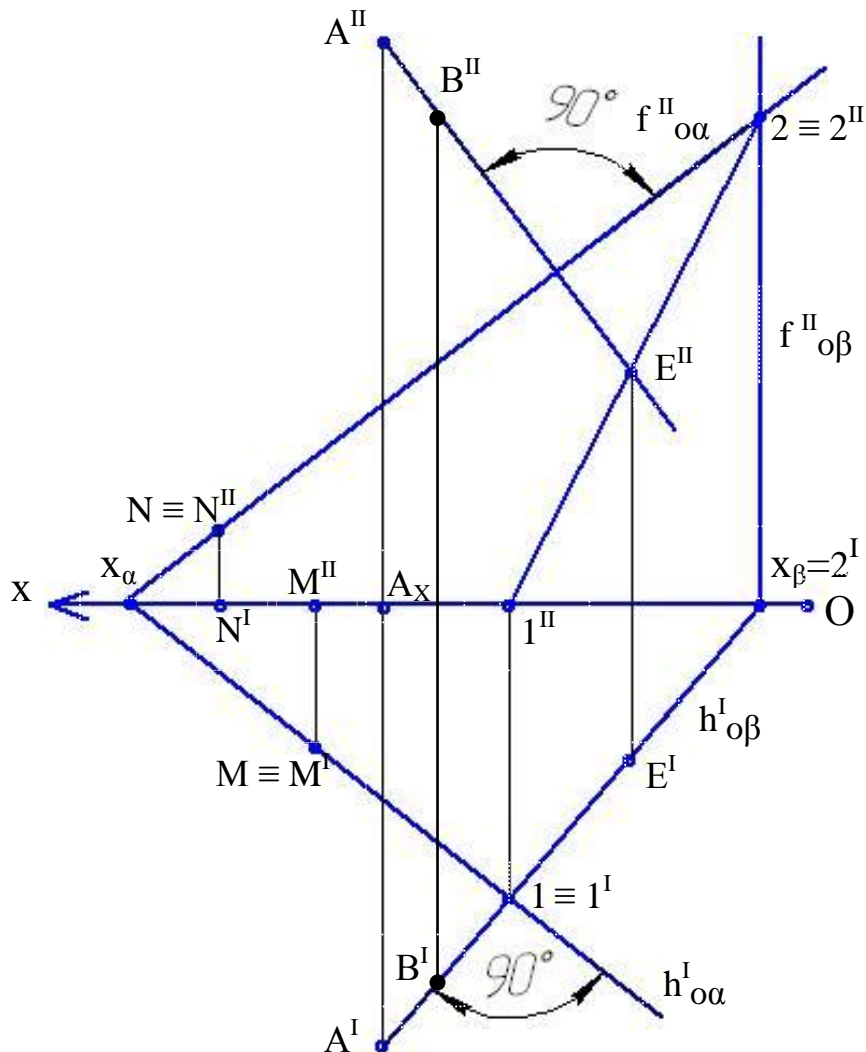


Рис. 26

3 ПОВЕРХНОСТИ. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА

Цель работы: изучить раздел начертательной геометрии – поверхности, способы преобразования чертежа; усвоить методы решения метрических задач.

Индивидуальные задания

Исходные данные для решения первой задачи принимаются из табл. 4, для второй – из табл. 3.

Таблица 4

№	Координаты точек, мм						Диаметр основания конуса D, мм	Угол наклона плоскости α к Π_1 , град
	S			X α				
	X	Y	Z	X	Y	Z		
1	50	50	70	120	0	0	80	15
2	60	55	75	130	0	0	70	20
3	50	60	80	120	0	0	60	25
4	60	50	70	130	0	0	80	30
5	50	55	75	120	0	0	70	15
6	60	60	80	130	0	0	60	20
7	50	50	70	120	0	0	80	25
8	60	55	75	130	0	0	70	30
9	50	60	80	120	0	0	60	15
10	60	50	70	130	0	0	80	20
11	50	55	75	120	0	0	70	25
12	60	60	80	130	0	0	60	30
13	50	50	70	120	0	0	80	15
14	60	55	75	130	0	0	70	20
15	50	60	80	120	0	0	60	25
16	60	50	70	130	0	0	80	30
17	50	55	75	120	0	0	70	15
18	60	60	80	130	0	0	60	20
19	50	50	70	120	0	0	80	25
20	60	55	75	130	0	0	70	30

Задача 1. Определение натуральной величины сечения конуса фронтально-проецирующей плоскостью.

Решение задачи:

- 1 По координатам точки S строят проекции вершины конуса (рис. 27).
 - 2 Зная диаметр основания конуса, строят сначала горизонтальную проекцию конуса, затем – его фронтальную проекцию.
 - 3 Определяют положение точки схода следов ($X\alpha$), зная угол наклона плоскости α к горизонтальной плоскости проекций (Π_1), под этим же углом к оси X_{12} выполняют построение фронтального следа плоскости α ($f^{\text{II}}_{0\alpha}$), горизонтальный след плоскости ($h^{\text{I}}_{0\alpha}$) строят под прямым углом к оси X_{12} .
 - 4 Фронтальная проекция сечения лежит на фронтальном следе плоскости и определяется линией $1^{\text{II}} 2^{\text{II}}$, точки 1^{II} и 2^{II} определяем в местах пересечения фронтального следа плоскости α ($f^{\text{II}}_{0\alpha}$) с образующими конуса.
 - 5 Для построения горизонтальной проекции сечения выбираем на фронтальной проекции положение точек $3^{\text{II}}, 4^{\text{II}}, 5^{\text{II}}$, точку 3^{II} находим в месте пересечения фронтального следа плоскости ($f^{\text{II}}_{0\alpha}$) с вертикальной осью симметрии конуса, точки 4^{II} и 5^{II} определяем в произвольных местах соответственно отрезков $1^{\text{II}} 3^{\text{II}}$ и $2^{\text{II}} 3^{\text{II}}$ (желательно ближе к середине этих отрезков).
- Далее необходимо построить горизонтальные проекции данных точек ($1^{\text{I}}, 2^{\text{I}}, 3^{\text{I}}, 4^{\text{I}}, 5^{\text{I}}$) в следующей последовательности:
- Через точки 1^{II} и 2^{II} проводим вертикальные линии связи до пересечения с горизонтальными проекциями образующих, на которых они лежат (на чертеже горизонтальные проекции данных образующих совпадают с горизонтальной осью симметрии нижнего основания конуса), в местах пересечения находим точки 1^{I} и 2^{I} .
- Через 3^{II} проводим вспомогательную горизонтальную плоскость β (на чертеже через 3^{II} строим фронтальный след плоскости β ($f^{\text{II}}_{0\beta}$) параллельно оси X_{12}). В местах пересечения $f^{\text{II}}_{0\beta}$ с образующими конуса найдем точки $A^{\text{II}}, B^{\text{II}}$, которые определяют фронтальную проекцию сечения конуса плоскостью β . Плоскость β пересекается с конусом по окружности диаметром равным отрезкам $A^{\text{II}}B^{\text{II}} = A^{\text{I}}B^{\text{I}}$, исходя из этого строим горизонтальную проекцию сечения конуса плоскостью β (на чертеже эта окружность выделенная штриховой линией с центром совпадающим с S^{I}). В местах пересечения вертикальной линии связи проведенной из точки 3^{II} со штриховой линией найдем точки 3^{I} .

Через 4^{II} проведем фронтальную проекцию образующей ($S^{\text{II}} 6^{\text{II}}$), для этого через точки S^{II} и 4^{II} проведем линию до пересечения с основанием конуса, в месте пересечения найдем точку 6^{II} . Далее находим точки 6^{I} в местах пересечения вертикальной линии связи опущенной из точки 6^{II} с горизонтальной проекцией основания конуса. Затем строим отрезки $S^{\text{I}} 6^{\text{I}}$, в местах пересечения вертикальной линии связи опущенной из точки 4^{II} с построенными отрезками ($S^{\text{I}} 6^{\text{I}}$) определяем точки 4^{I} .

Аналогично найденным точкам 4^{I} определяем точки 5^{I} (предварительно построив через 5^{II} фронтальную проекцию образующей конуса $S^{\text{II}} 7^{\text{II}}$ и затем определив отрезки $S^{\text{I}} 7^{\text{I}}$).

5 Последовательно плавно соединив дугами точки 1^{I} , 2^{I} , 3^{I} , 4^{I} , 5^{I} построим горизонтальную проекцию сечения.

6 Найдем натуральную величину сечения конуса фронтально-проецирующей плоскостью α способом замены плоскостей проекций.

Заменим горизонтальную плоскость проекций (Π_1) новой плоскостью проекций (Π_4), которую выбираем параллельно сечению, следовательно, на чертеже новая ось (X_{24}) будет располагаться параллельно фронтальной проекции сечения на произвольном расстоянии от него.

Найдем новые проекции точек (1^{IV} , 2^{IV} , 3^{IV} , 4^{IV} , 5^{IV}) на плоскость Π_4 , которые и определяют контур натуральной величины сечения. Для этого через фронтальные проекции данных точек (1^{II} , 2^{II} , 3^{II} , 4^{II} , 5^{II}) проведем линии связи перпендикулярные оси X_{24} , в местах пересечения линий связи с осью X_{24} определяем положение точек 1_{24} , 2_{24} , 3_{24} , 4_{24} , 5_{24} .

Исходя, из равенства отрезков $1_{14}1^{\text{I}} = 1_{24}1^{\text{IV}}$ найдем положение точки 1^{IV} .

Аналогично определим положение точек 2^{IV} , 3^{IV} , 4^{IV} , 5^{IV} .

7 Последовательно плавно соединив дугами точки 1^{IV} , 2^{IV} , 3^{IV} , 4^{IV} , 5^{IV} построим натуральную величину сечения конуса фронтально-проецирующей плоскостью

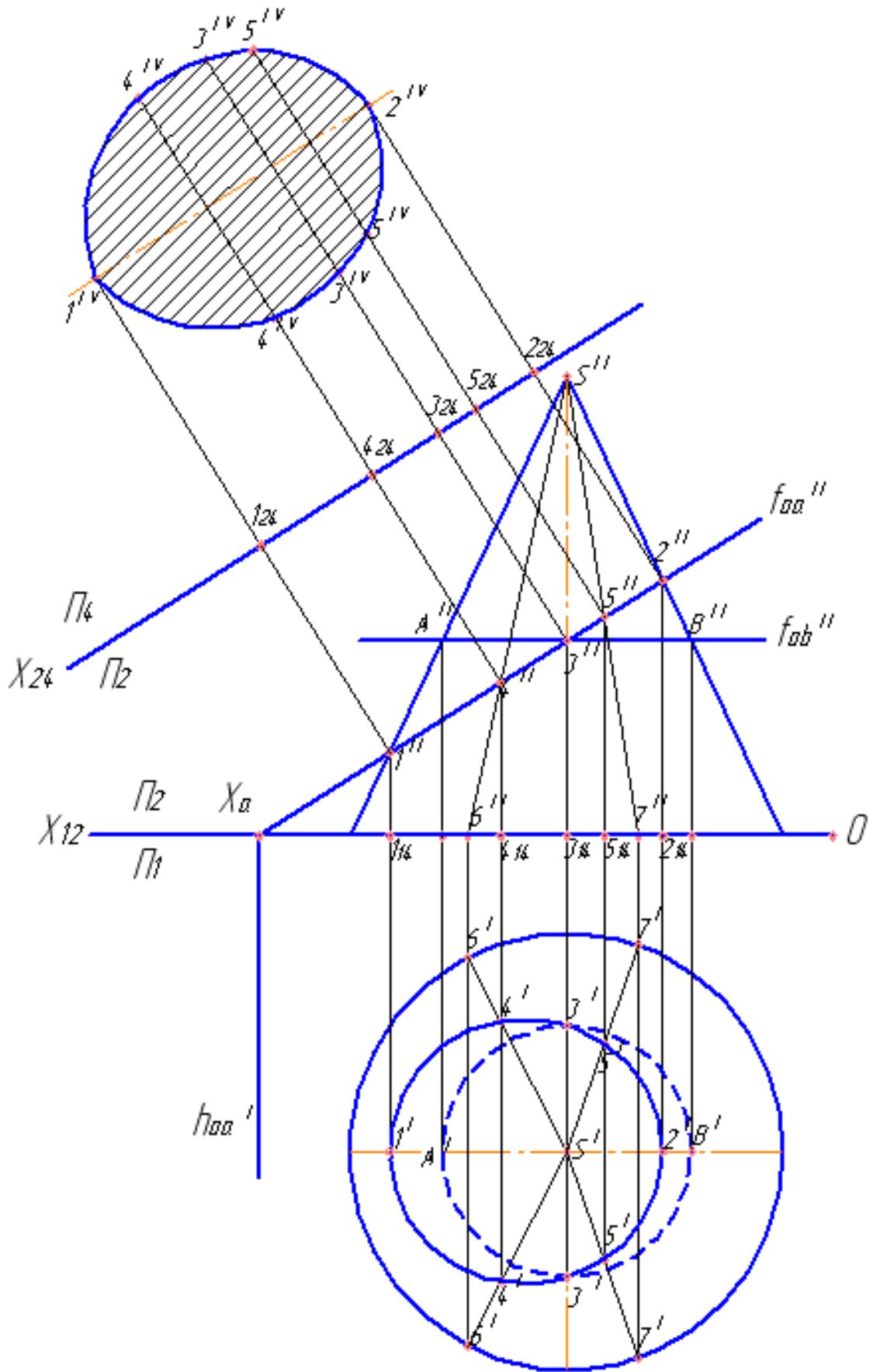


Рис. 27

при этом фронтальная проекция точки (A^{II}) перемещается по окружности радиусом равным отрезку $A^{\text{II}}1^{\text{II}}$, а горизонтальная проекция точки (A^{I}) перемещается по горизонтальному следу плоскости π_4 ($h_{\text{оп}4}^{\text{I}}$), который располагается перпендикулярно горизонтальной проекции оси вращения ($1^{\text{I}}2^{\text{I}}$).

На рис. 29 точка A вращается вокруг оси 12 перпендикулярной к π_1 , при этом горизонтальная проекция точки (A^{I}) перемещается по окружности радиусом равным отрезку $A^{\text{I}}1^{\text{I}}$, а фронтальная проекция точки (A^{II}) перемещается по фронтальному следу плоскости π_4 ($f_{\text{оп}4}^{\text{II}}$), который располагается перпендикулярно горизонтальной проекции оси вращения ($1^{\text{II}}2^{\text{II}}$).

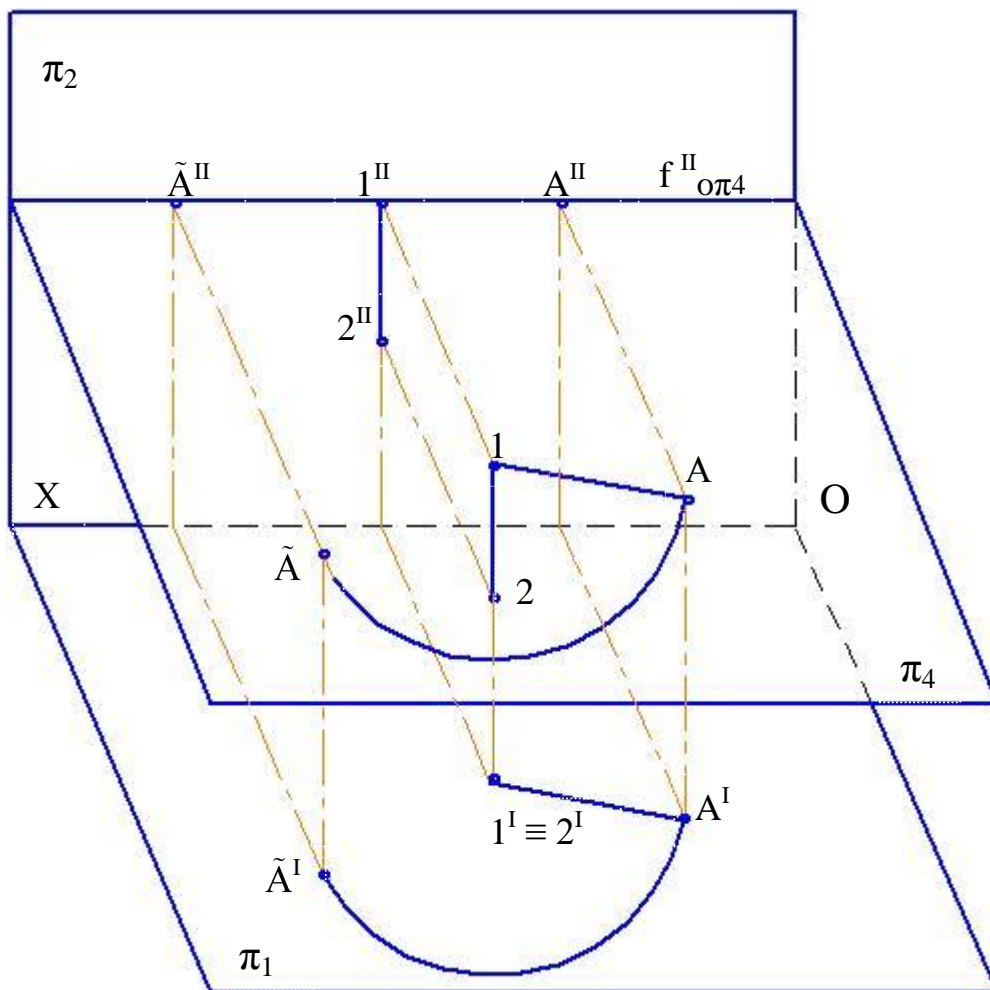


Рис. 29

\tilde{A} – это новое (требуемое, в том или ином случае) положение точки A , в которое переводится точка A при вращении вокруг оси 12 .

Решение задачи:

1 По заданным координатам точек A и B строятся проекции прямой AB (рис. 30).

2 Выберем положение оси вращения, так чтобы она располагалась перпендикулярной к π_2 и проходила через точку B .

Выполним построение проекций оси вращения ($B1$): через B^I проведем горизонтальную проекцию оси вращения перпендикулярно оси X (B^I1^I), на которой в произвольном месте выбираем положение точки 1^I (для обозначения проекции оси вращения на чертеже).

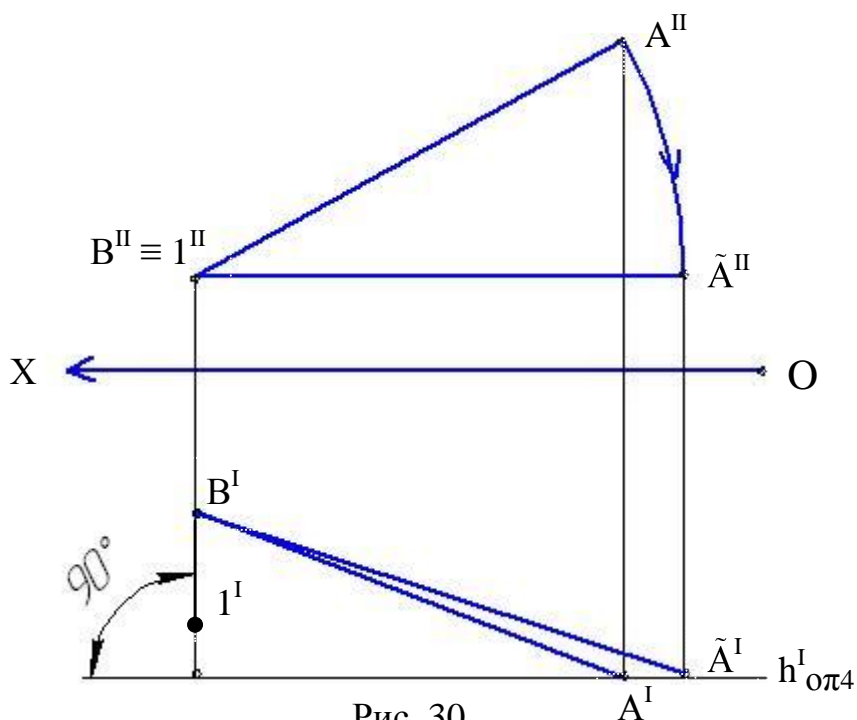


Рис. 30

3 Определим новое положение прямой (\tilde{AB}), вращая её вокруг оси $B1$, при котором она будет располагаться параллельно плоскости π_1 , тогда на π_1 прямая проецируется в натуральную величину, то есть $AB = \tilde{A}^I B^I$.

Так как точка B лежит на оси вращения, то её проекции не изменяют своего положения. Следовательно задача сводится к вращению точки A вокруг оси $B1$. При этом A^II перемещается по окружности радиусом равным $A^II B^II$, а A^I перемещается по прямой ($h^I_{оп4}$), проходящей через A^I перпендикулярно B^I1^I .

Определим новое положение \tilde{A}^II таким образом, чтобы $\tilde{A}^II B^II$ располагалась параллельно оси X . Через \tilde{A}^II проведем вертикальную линию связи до пересечения с $h^I_{оп4}$, в месте пересечения находится \tilde{A}^I . Далее строим новую горизонтальную проекцию прямой ($\tilde{A}^I B^I$).

4 ТЕНИ

Цель работы: приобрести навыки построения теней

.Индивидуальные задания

Исходные данные для решения задачи принимаются из табл. 5

Таблица 5

№	А			В			С			S		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	120	20	0	90	90	0	20	40	0	70	50	90
2	120	30	0	90	90	0	20	30	0	70	50	85
3	120	40	0	90	90	0	20	20	0	70	50	80
4	120	20	0	90	70	0	20	40	0	70	50	90
5	120	30	0	90	70	0	20	30	0	70	50	85
6	120	40	0	90	70	0	20	20	0	70	50	80
7	120	20	0	90	50	0	20	40	0	70	50	90
8	120	30	0	90	50	0	20	30	0	70	50	85
9	120	40	0	90	50	0	20	20	0	70	50	80
10	120	40	0	90	50	0	20	20	0	70	50	90
11	120	30	0	90	50	0	20	30	0	70	50	85
12	120	20	0	90	50	0	20	40	0	70	50	80
13	120	40	0	90	70	0	20	20	0	70	50	90
14	120	30	0	90	70	0	20	30	0	70	50	85
15	120	20	0	90	70	0	20	40	0	70	50	80
16	120	40	0	90	90	0	20	20	0	70	50	90
17	120	30	0	90	90	0	20	30	0	70	50	85
18	120	20	0	90	90	0	20	40	0	70	50	80
19	120	20	0	90	70	0	20	40	0	70	50	90
20	120	30	0	90	50	0	20	30	0	70	50	85

Задача. Построить тени пирамиды.

Решение задачи:

Построение тени пирамиды (рис. 31):

1 Определить грани находящиеся в собственной тени пирамиды. Пирамида располагается на горизонтальной плоскости проекций (π_1) следовательно, тень от грани ABC ($A^*B^*C^*$) совпадает с горизонтальной проекцией этой грани ($A^1B^1C^1$). В собственной тени находятся грани SAC и SBC. Границами неосвещенных граней являются ребра SA и SB.

2 Для построения падающей тени пирамиды необходимо построить падающие тени ребер SA и SB: для этого построим действительную и мнимую тени вершины S и найдем точки излома тени ребер SA и SB – M, K.

3 Окончательно строят контур падающей тени пирамиды ($A^1MS^*KB^1$).

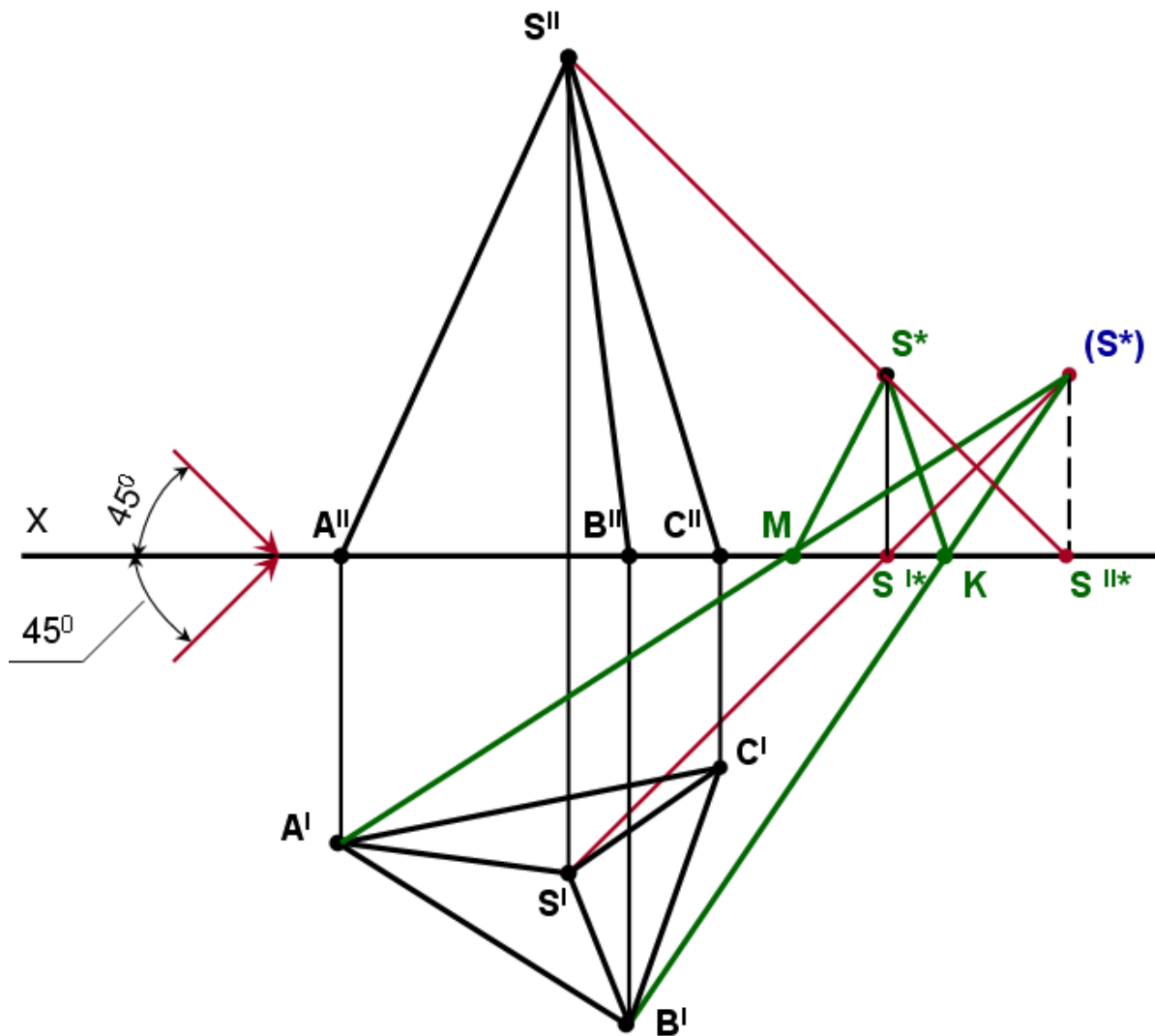


Рис. 31

5 ПЕРСПЕКТИВА

Цель работы: приобрести навыки построения перспективных проекций.

Индивидуальные задания

Исходные данные принимаются из табл. 6. Схема сооружения рис. 32 (ко-
нек располагается по середине крыши).

Таблица 6

№	α , град	H	L	№	α , град	H	L
1	25	15	100	11	25	20	100
2	30			12	30		
3	35			13	35		
4	40			14	40		
5	45			15	45		
6	25	20	80	16	25	15	80
7	30			17	30		
8	35			18	35		
9	40			19	40		
10	45			20	45		

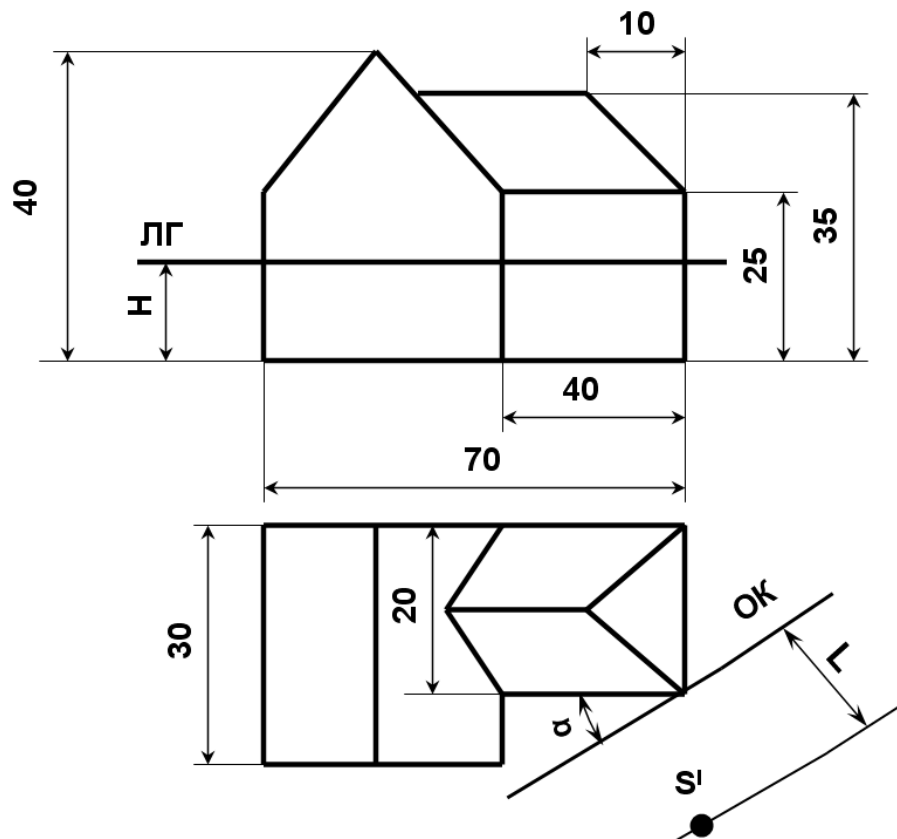


Рис. 32

Задача. Построение перспективы сооружения

Решение задачи:

- 1 Построить ортогональные проекции сооружения (вид спереди и сверху).
- 2 Определить аппарат перспективы (рис. 33), построив: основание картины (ОК) через один из углов сооружения под углом α к фасаду здания; линию горизонта (ЛГ) на высоте H от основания сооружения; точку стояния (S^I) на дистанции L от основания картины, при этом при выборе положения точки стояния необходимо учитывать чтобы угол зрения (угол между крайними лучами зрения) был в пределах $28-37^\circ$. Главный луч зрения делит картину примерно пополам.
- 3 Перспектива сооружения складывается из перспективы отдельных точек, таким образом, построение сводится к определению проекций точек сооружения на картинную плоскость лучами, идущими из точки зрения к каждой точке сооружения. Исходя из этого, задать точки сооружения $1, 2, \dots, 13$ и построить их горизонтальные и фронтальные проекции.
- 4 Построить точки схода f_0 и f_{10} (f_0 – точка схода для всех ребер сооружения параллельных горизонтальной линии $S^I f_0$; f_{10} – точка схода для всех ребер сооружения параллельных вертикальной линии $S^I f_{10}$). При этом все вертикальные ребра сооружения в перспективе отображаются вертикальными линиями.
- 5 Найти точки ($1_0, \dots, 9_0$) пересечения лучей зрения проведенных из точки стояния (S^I) к точкам сооружения с основанием картины (ОК). Для построения конька 8 13 определить точку m_0 (вместе пересечения линии 8 13 с ОК), а для построения конька 5 6 определить точку n_0 (вместе пересечения линии 6 5 с ОК)
- 6 Перейти к выполнению самой перспективы сооружения (рис. 34), предварительно построив основание картины (зафиксировав на ней точки $1_0, \dots, 9_0$; f_0 и f_{10} ; m_0 и n_0) и линию горизонта (определив на ней точки F и F_1).
- 7 Построить ребро $1_K 2_K$, так как картинная плоскость проведена через ребро сооружения 12, оно проецируется в натуральную величину ($1_K 2_K = 1^{II} 2^{II} = 12$), далее точки 1_K и 2_K соединить с точками схода F и F_1 и, восстановив перпендикуляры из точек 4_0 и 9_0 найти точки 9_K , 11_K и 4_K и 10_K . Аналогично строят все ребра и стороны сооружения, последовательно определив точки 7_K , 3_K и 12_K .
- 8 Определить точки M_K и N_K (отрезки $m_0 M_K$ и $N_K n_0$ соответственно равны высоте от земли до каждого конька), далее в местах пересечения линий $N_K F$ и $M_K F_1$ с вертикальными линиями построенными из точек 5_0 , 6_0 и 8_0 найти точки 5_K , 6_K и 8_K ; и затем завершить построение контура кровли сооружения.

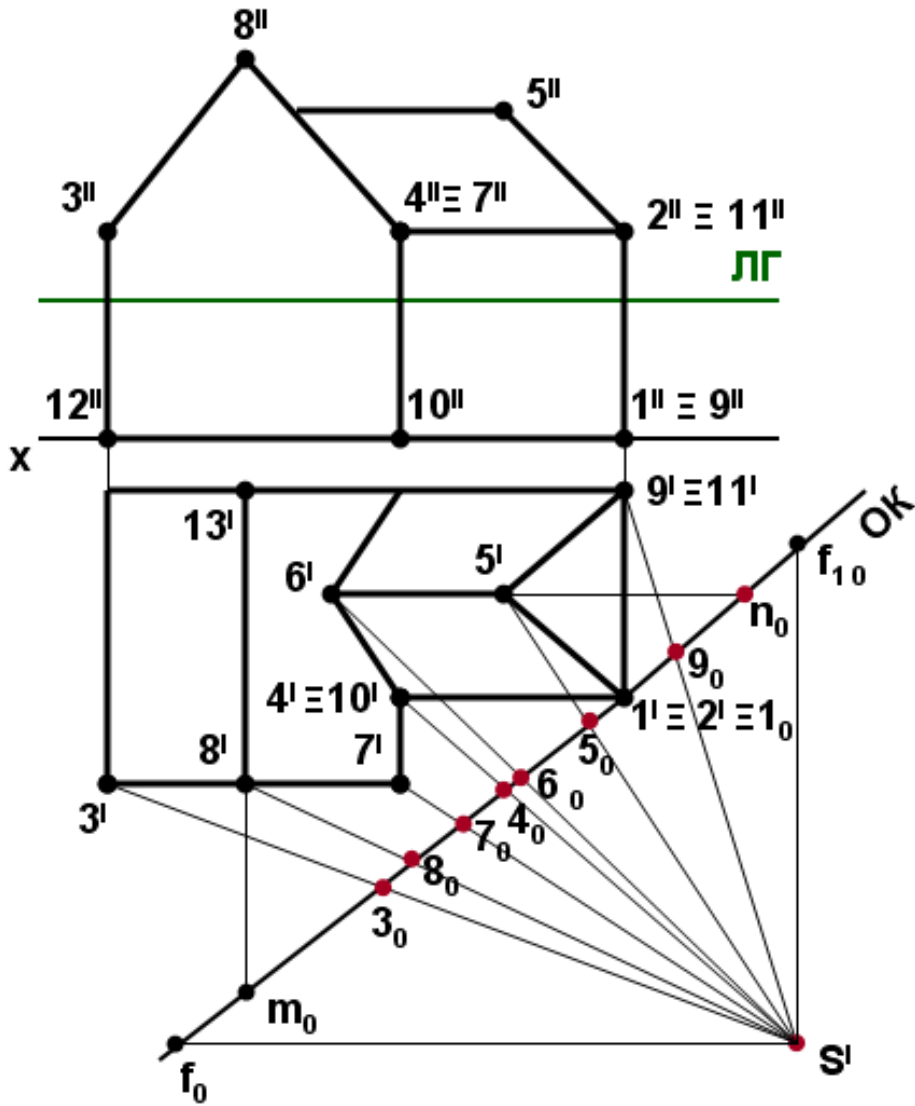


Рис. 33

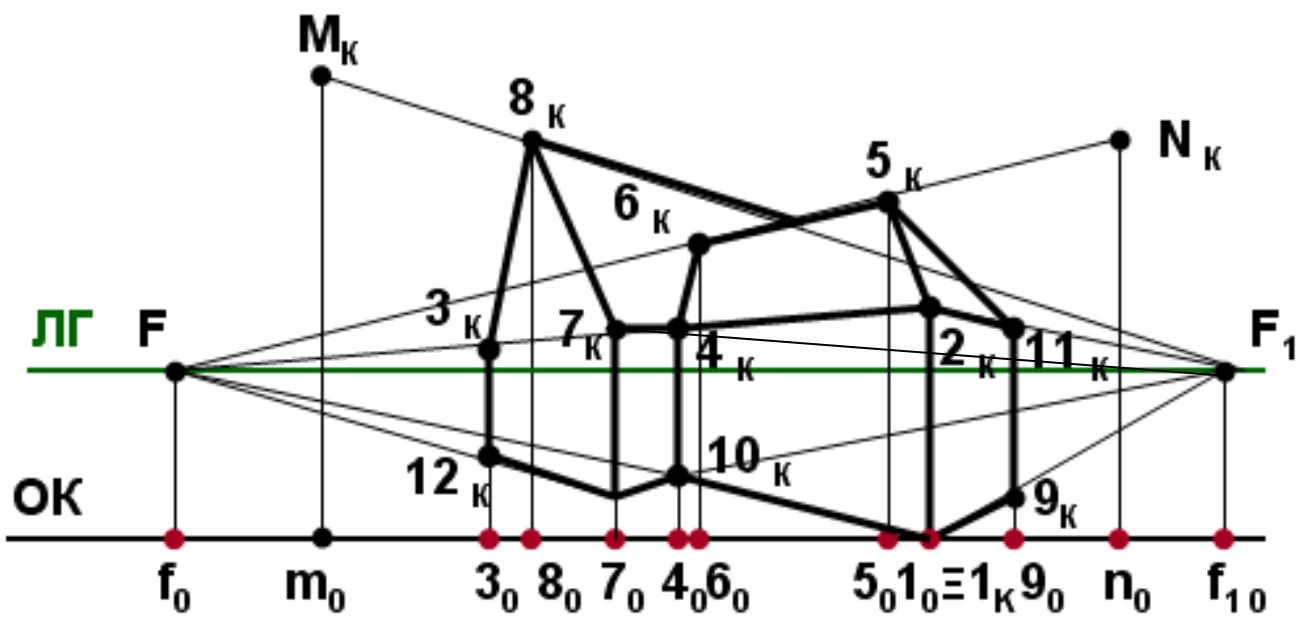


Рис. 34

6 ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

Цель работы: приобрести навыки построения проекций с числовыми отметками.

Индивидуальные задания

Исходные данные для построений принимаются из табл. 7.

Исходные построения для первой задачи выполняются согласно рис. 35.

Таблица 7

№ вар-та	Отметки точек, м			l_{δ} , мм	α , град	β , град	i
	a	b	e				
1	4	10	5	12	45	50	1:2
2	5	11	6				2:3
3	5	10	5	8			4:5
4	6	11	6				4:9
5	4	10	5	8	50	45	4:9
6	5	11	6				4:5
7	5	10	5	12			2:3
8	6	11	6				1:2
9	4	10	5	12	50	45	4:9
10	5	11	6				4:5
11	5	10	5	8			2:3
12	6	11	6				1:1
13	4	10	5	8	45	50	1:1
14	5	11	6				1:2
15	5	10	5	12			2:3
16	6	11	6				4:5
17	4	10	5	12	50	45	4:5
18	5	11	6				1:2
19	5	10	5	8			2:3
20	6	11	6				4:9

Построения выполняются в масштабе 1:100.

α ; β – углы наклона вспомогательных линий к вертикали;

l_{δ} – интервал масштаба уклона на чертеже;

i – уклон прямой.

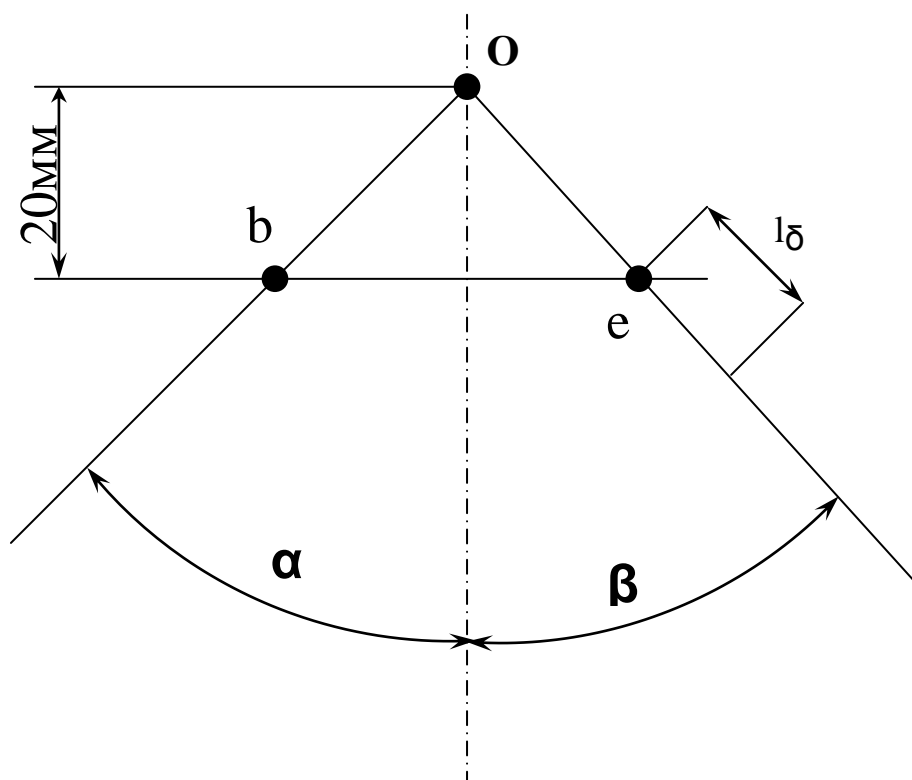


Рис. 46

Задача . Через т.В провести прямую с уклоном i параллельную плоскости δ .

Решение задачи:

1 Выполнить исходные построения чертежа точки и плоскости δ в проекциях с числовыми отметками согласно рис. 46

2 В плоскости δ построить отрезок прямой SC с заданным уклоном i .

Для этого в плоскости (рис. 47) строим горизонталь (например, с отметкой 7), в произвольном месте этой горизонтали выбираем положение точки S_7 .

Определиться с отметкой точки C отрезка SC (принимается произвольное значение отметки). Пусть точка C имеет отметку 10.

Рассчитать натуральное заложение (L_H) отрезка SC по формуле:

$$h_C = h_S + iL_H, \text{ где } h_C, h_S - \text{соответственно отметки точек } C \text{ и } S.$$

Пусть в рассматриваемом примере задан уклон $i = 1:2$, тогда: $L_H = (h_C - h_S)/i = 6$ м.

Исходя из масштаба (M) чертежа $1:100$, определяем заложение (L) отрезка SC на чертеже: $L = L_H * M = 6000 \text{ мм} / 100 = 60 \text{ мм}$.

Найти положение точки C_{10} (в месте пересечения горизонтали плоскости с отметкой 10 и дуги окружности с центром в точке S_7 и радиусом R равным величине заложения L).

3 Через точку b построить прямую (например, BK) параллельную прямой SC , зная, что у параллельных прямых должны быть параллельны проекции, равны интервалы ($l_{SC} = l_{BK}$), а отметки возрастают в одном направлении. Интервал прямой SC (l_{SC}) определяем на чертеже, построив горизонталь с отметкой 8.

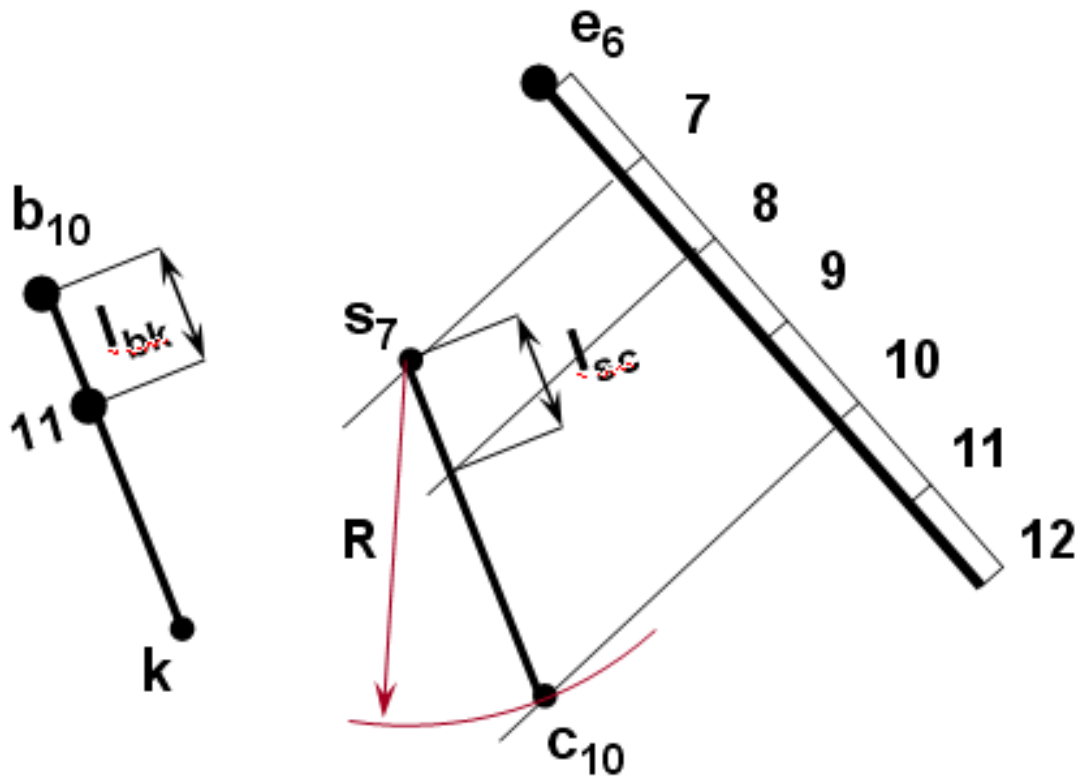


Рис. 47

Библиографический список

Основная литература

1. Бударин, О. С. Начертательная геометрия. Краткий курс [Текст]: учебное пособие / О. С. Бударин. – СПб.: Изд-во «Лань», 2008. – 386 с.

Дополнительная литература

1. Лукина И. К. Архитектурная графика и основы композиции [Текст]: тексты лекций / И. К. Лукина; Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО «ВГЛТА», 2007 – 92 с.

Оглавление

Основные положения.....	3
Принятые обозначения.....	4
1 АКСОНОМЕТРИЯ.....	5
Задача 1. Построение аксонометрической проекции геометрического тела (с вырезом четвертой части).....	7
Задача 2. Построение аксонометрической проекции окружности, лежащей в заданной плоскости.....	12
2 ОРТОГОНАЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ.....	14
Задача 1. Построение следов плоскости.....	15
Задача 2. Определение угла наклона плоскости к горизонтальной плоскости проекций.....	19
Задача 3. Определение точки пересечения плоскости и прямой, перпендикулярной данной плоскости.....	21
3 ПОВЕРХНОСТИ. СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА.....	24
Задача 1. Определение натуральной величины сечения конуса фронтально-проецирующей плоскостью.....	25
Задача 2. Определение натуральной величины прямой способом вращения вокруг оси.....	28
4 ТЕНИ.....	31
Задача. Построить тени пирамиды.....	32
5 ПЕРСПЕКТИВА.....	33
Задача. Построение перспективы сооружения.....	34
6 ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ.....	36
Задача. Через точку В провести прямую с уклоном i параллельную плоскости δ	37
Библиографический список.....	38

Сергей Викторович **Зимарин**
Николай Александрович **Бородин**

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Методические указания к выполнению контрольных работ
для студентов заочной формы обучения
по направлению подготовки 250700 – Ландшафтная архитектура

Редактор Е. А. Попова

Подписано в печать 11.04.2012 Формат 60×90/16 Объем 2,5 п.л.
Усл.печ.л. 2,5 Уч.-изд. л. 2,52 Тираж 40 экз. Заказ № 168
ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»
РИО ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». 394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8
Отпечатано в УОП ФГБОУ ВПО «ВГЛТА»
394087, г.Воронеж, ул.Докучаева, 10