

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ

**по инженерной и компьютерной графике
(раздел «Начертательная геометрия»)
для иностранных студентов технических специальностей**

Харьков 2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

**ХАРЬКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ

**по инженерной и компьютерной графике
(раздел «Начертательная геометрия»)
для иностранных студентов технических специальностей**

Утверждено методическим советом университета
протокол № от .11. 2014 г.

Харьков
ХНАДУ
2014

Составители: Ермакова Е.А.
 Архипов А.В.
 Бирина А.Д.

Кафедра инженерной и компьютерной графики

Изучение курса «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» начинается с раздела «Начертательная геометрия», цель которого – изучение пространственных форм объектов и их взаимодействия, знакомство с соответствующими закономерностями и применение их к решению практических задач. Основным методом начертательной геометрии является проекционный метод построения изображений. Эти изображения должны быть метрически определенными, т.е. по ним должны восстанавливаться геометрические свойства и действительные размеры объектов. Такие проекционные изображения называются чертежами. Начертательная геометрия является теоретической основой («грамматикой») чертежа. Учебный процесс изучения курса начертательной геометрии включает следующие формы обучения.

Установочные ЛЕКЦИИ (6 часов), на которых студенты знакомятся с базовыми теоретическими основами курса, методами решения типовых задач по начертательной геометрии, с новой для них терминологией.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ. Установочные (4 часа), где студенты получают пояснения к содержанию контрольной работы и рассматривают примеры решений типовых задач, и занятия во время зимней сессии перед экзаменом (4 часа), где продолжается процесс обучения и осуществляется защита контрольной работы.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА – основной вид заочной формы обучения, во время которого студенты должны углубить и закрепить теоретический материал с помощью «Конспекта лекций по начертательной геометрии» и учебников. В «Конспекте лекций по начертательной геометрии» в конце каждого раздела сокращенно изложены основные положения, которые должны его систематизировать и конкретизировать, а также приведены контрольные вопросы для лучшего усвоения и обращения внимания к более важным вопросам. В «Конспекте...» рассмотрены примеры решений наиболее типовых задач начертательной геометрии. И все же для расширения и углубления знаний этого учебного издания мало, следует пользоваться учебниками, список которых приведен ниже.

При изучении материала следует переходить к каждой из последующих тем только после изучения предыдущего материала. Все построения на чертежах следует мысленно представлять в

пространстве – это будет больше способствовать развитию пространственного воображения.

КОНСУЛЬТАЦИИ осуществляются в течение всего семестра (18 часов). Если возникают трудности в процессе решения конкретных задач, студенты имеют возможность обратиться к преподавателям кафедры.

Замечание! Графические работы по начертательной геометрии являются не столько трудными, сколько трудоемкими. Поэтому выполнение контрольной работы следует начать уже в первые дни после окончания установочной сессии.

ПЛАН САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Курс «Начертательная геометрия и инженерная графика» изучается на протяжении 2-х семестров. Первая и вторая контрольные работы выполняются соответственно в первом и втором семестрах. Первая контрольная работа (по начертательной геометрии) выполняется и подается на рецензию полным комплектом до 20 декабря. Подача частями не допускается.

В случае правильного выполнения работа остается на кафедре до экзаменационной сессии, а рецензия отсылается студенту. Для допуска к экзамену работу необходимо защитить, то есть при личной встрече с преподавателем-рецензентом (на консультации или на сессии) ответить на поставленные вопросы.

В случае неправильного выполнения контрольная работа вместе с рецензией возвращается студенту для исправления ошибок и доработки. На повторное рецензирование отсылают обе работы: не зачтенную (вместе с рецензией) и исправленную. Для удобства пересылки листы можно сложить до формата А4.

На экзамен необходимо принести зачтенную контрольную работу и зачетную книжку. Иметь при себе: лист бумаги формата А3, карандаш, два треугольника, циркуль, резинку, лекало.

Экзаменационный билет состоит из 4-х задач по темам курса:

- позиционные задачи;
- метрические задачи;
- пересечение поверхностей;
- аксонометрия.

ВНИМАНИЕ! Выполнять нужно тот вариант задания, который соответствует двум последним цифрам номера студенческого билета (до 30). Если получившееся число больше 30, то от него отнимается число, кратное 30. Например, если номер студенческого билета 194278, выполнять нужно 18 вариант ($78 - 60 = 18$).

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА» (РАЗДЕЛ «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»)

ТЕМА 1. Стандарты ЕСКД (Единая система конструкторской документации). Основные положения.

ТЕМА 2. Метод проекций: центральное, параллельное, ортогональное и аксонометрическое проецирование. Эпюр Монжа. Три закона проекционной связи. Основные свойства проецирования.

ТЕМА 3. Задание и проецирование прямых и плоскостей. Конкурирующие точки, взаимное расположение прямых, прямой и точки, закон принадлежности геометрических элементов. Следы прямой. Расположение прямой и плоскости относительно плоскостей проекций. Следы плоскости. Линии уровня. Принадлежность точки и линии плоскости.

ТЕМА 4. Взаимное расположение прямых и плоскостей. Пересечение прямой и плоскости. Пересечение плоскостей.

ТЕМА 5. Особенности проецирования прямого угла. Перпендикулярность прямых, прямой и плоскости. Перпендикулярность и параллельность плоскостей. Определение натуральной величины отрезка общего положения методом прямоугольного треугольника.

ТЕМА 6. Основные метрические задачи. Определение расстояний и углов между геометрическими объектами. Преобразование чертежа. Замена плоскостей проекций. Плоско-параллельное перемещение. Вращение вокруг проецирующих прямых и линий уровня.

ТЕМА 7. Кривые линии и поверхности. Способы их задания. Касательная и нормаль к поверхности. Развертки поверхностей. Пересечение поверхностей с прямой, с плоскостью и между собою.

ТЕМА 8. Аксонометрические проекции. Основные понятия. Коэффициенты искажения. Вторичные проекции. Обратимость аксонометрического чертежа. Виды аксонометрических проекций.

ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1

Цель контрольной работы № 1 – проверка изучения теоретического материала по начертательной геометрии и применение его к решению практических примеров, проверка усвоения графических приемов решения задач по начертательной геометрии, развития пространственного мышления.

Все задания выполняются на листах чертежной бумаги форматов А3 (420 х 297) карандашом в масштабе 1:1 (возможно использование другого масштаба, если это оговорено в задании отдельно). Всего листов – 5.

Все линии чертежей должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.303-68 – «Линии» из сборника стандартов ЕСКД. Все вспомогательные построения и линии связи выполнять сплошными тонкими линиями, условия заданий и полученный результат – сплошными толстыми.

Все надписи на чертежах должны выполняться стандартным шрифтом типа А или Б, размером 3.5 или 5 мм по ГОСТ 2.304-81 – «Шрифты чертежные».

Образец выполнения основной надписи представлен на рисунке 1. Графы «Разработал», «Проверил», фамилию, дату, наименование вуза заполняются шрифтом размером 5, группа, шифр – размером 3.5, другие – размером 7.

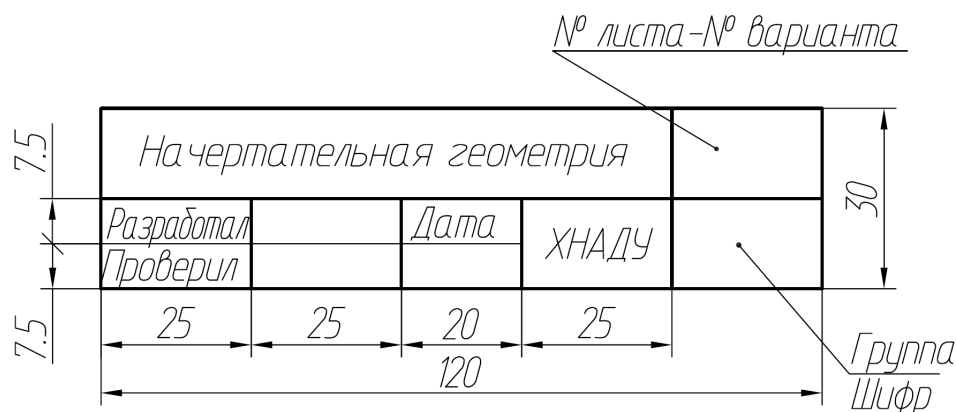


Рисунок 1 – Оформление основной надписи

Образец титульного листа приведен на рисунке 2.

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Харьковский национальный автомобильно-дорожный
университет
Кафедра инженерной и компьютерной графики

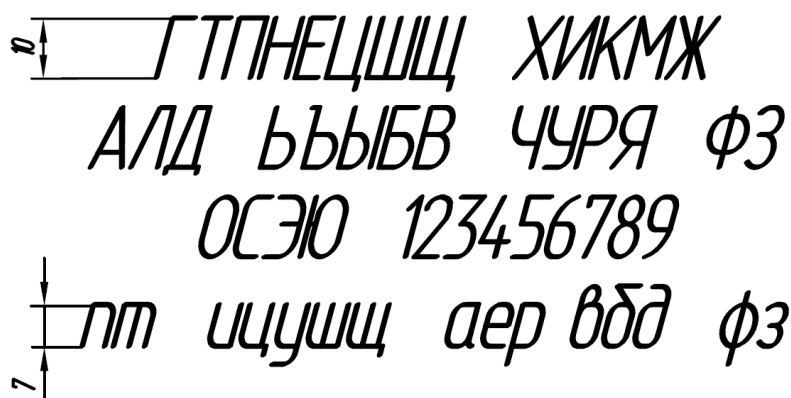
АЛБОМ
задач по начертательной геометрии
Контрольная работа 1

Выполнил: Петров О.Г., гр.Тз-11
Проверил:

Харьков 2012

Рисунок 2 – Образец титульного листа

Размер шрифта 10 по ГОСТ 2.304-81



Размер шрифта 5



Линии по ГОСТ 2.303-68

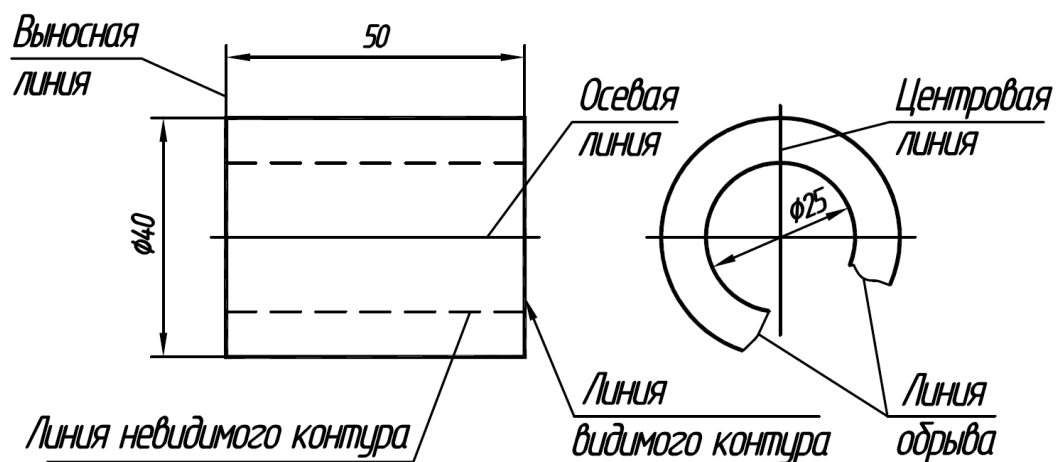
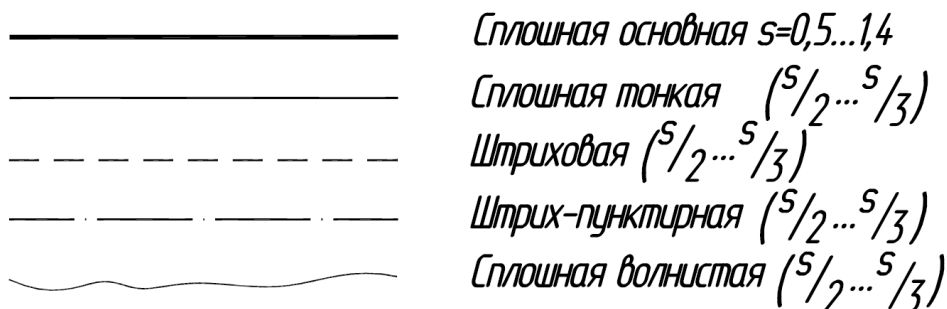
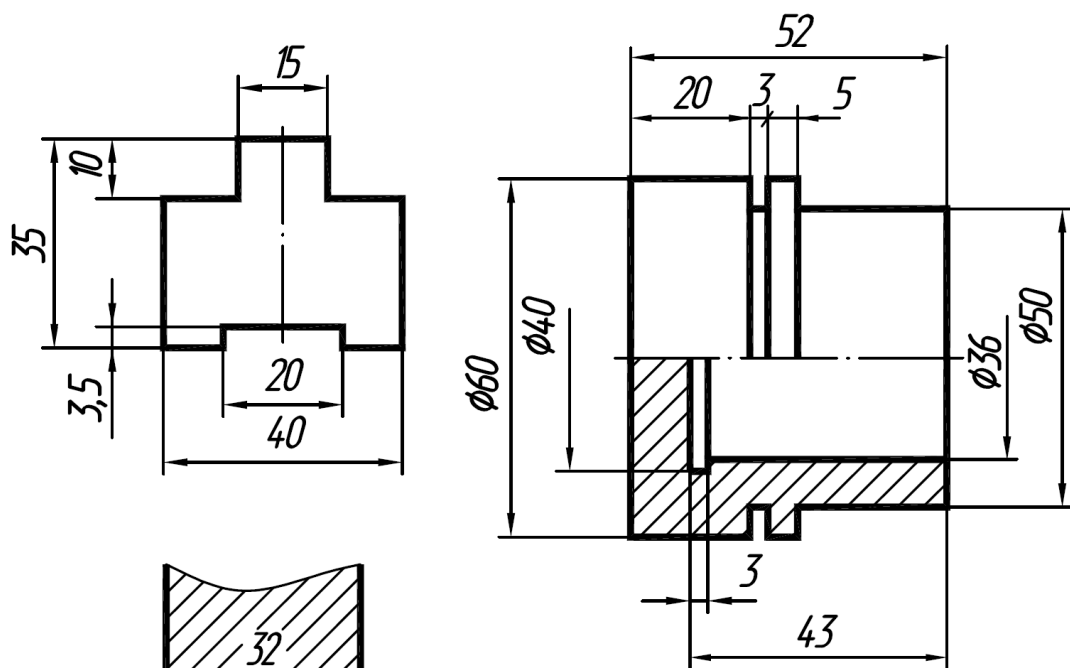
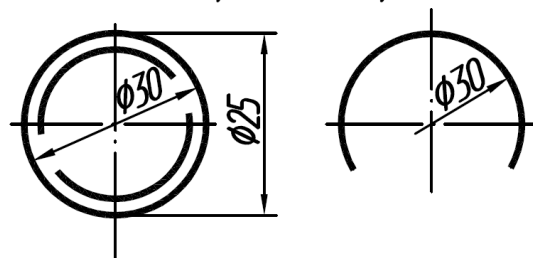


Рисунок 3 – Образец листа по теме «Шрифты»

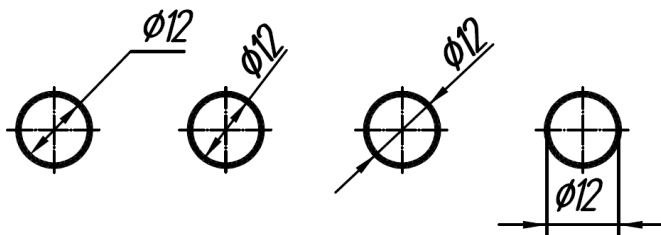
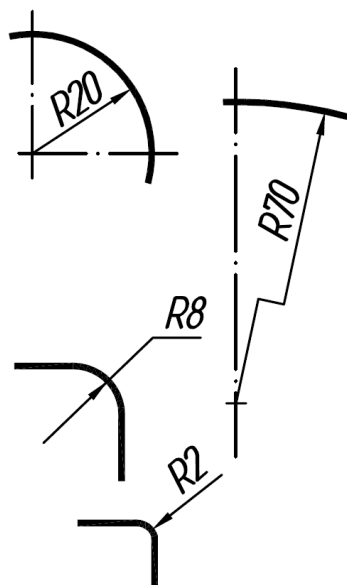
Нанесение размеров по ГОСТ 2.307-2011



Размеры диаметров



Размеры радиусов



На чертательная геометрия				1-07
Разработал	Петров О.С.	15.10.12	ХНАДУ	Тз11 193407
Проверил				

чертежные, линии чертежа, нанесение размеров»

СОДЕРЖАНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ № 1

Листы 1, 2. Тема «Шрифты чертежные, линии чертежа, нанесение размеров».

Цель задания – изучение ГОСТов: «Форматы» (ГОСТ 2.301-68), «Масштабы» (ГОСТ 2.302-68), «Линии» (ГОСТ 2.303-68), «Шрифты чертежные» (ГОСТ 2.304-81), «Нанесение размеров...» (ГОСТ 2.307-2011).

Содержание работы является общим для всех студентов. Образец выполнения задания представлен выше (см. рис. 2, 3).

Лист 3. Тема «Позиционные задачи».

Цель задания – закрепление знаний путем решения задач в ортогональных проекциях на взаимное расположение точек, прямых, плоскостей и поверхностей в пространстве, построение пересечений плоскостей и поверхностей на чертеже.

Содержание и указания к выполнению задачи № 1.

Задача № 1. Построить линию пересечения плоскостей, заданных треугольниками *ABC* и *DEF*, и определить их видимость относительно плоскостей проекций. (М 2:1).

Пересечением двух плоскостей является прямая линия. Для ее построения необходимо найти две принадлежащие ей точки.

На рисунке 4 показано построение линии пересечения *KL* двух треугольников – *ABC* и *DEF*. Построение может быть сведено к двукратному решению задачи нахождения точки пересечения прямой с плоскостью: точки *K* стороны *AB* треугольника *ABC* с плоскостью треугольника *DEF* и точки *L* стороны *EF* треугольника *DEF* с треугольником *ABC*. Соединяя одноименные проекции этих точек, получаем проекции линии пересечения – *K₁L₁* и *K₂L₂*.

Нахождение точек *K* и *L* выполняется при помощи вспомогательных горизонтально-проецирующих секущих плоскостей.

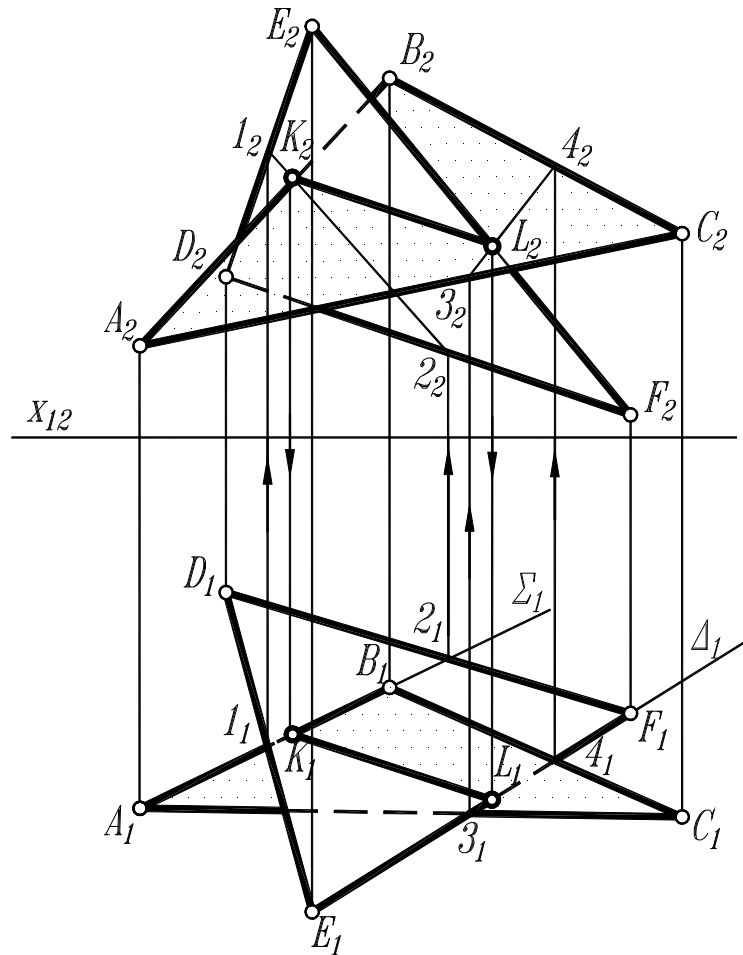


Рисунок 4 – Построение линии пересечения двух треугольников

Так, для нахождения точки **K** выполняем следующие геометрические построения:

1. Сторону **AB** треугольника **ABC** включаем в горизонтально-проецирующую плоскость Σ :

$$AB \subset \Sigma; \quad A_1B_1 \subset \Sigma_1.$$

2. Находим точки **1** и **2** пересечения плоскости Σ с плоскостью **DEF**:

$$\begin{aligned} (1-2) &= \Sigma \cap DEF: \\ (1_1-2_1) &= \Sigma_1 \cap D_1E_1F_1; \\ (1_2-2_2) &\subset D_2E_2F_2. \end{aligned}$$

3. Находим точку **K** пересечения стороны **AB** треугольника **ABC** с плоскостью **DEF**:

$$\begin{aligned} K &= AB \cap DEF: \\ K_2 &= A_2B_2 \cap 1_2-2_2; \end{aligned}$$

$$K_1 \subset A_1B_1.$$

Точку L находим аналогично:

$$EF \subset \Delta; \quad E_1F_1 \subset \Delta_1.$$

$$(3-4) = \Delta \cap ABC:$$

$$(3_1-4_1) = \Delta_1 \cap A_1B_1C_1;$$

$$(3_2-4_2) \subset A_2B_2C_2.$$

$$L = EF \cap ABC:$$

$$L_2 = E_2F_2 \cap 3_2-4_2;$$

$$L_1 \subset E_1F_1.$$

Видимость треугольников ABC и DEF определяется при помощи конкурирующих точек. Соответствующие геометрические построения приведены на рисунке 5.

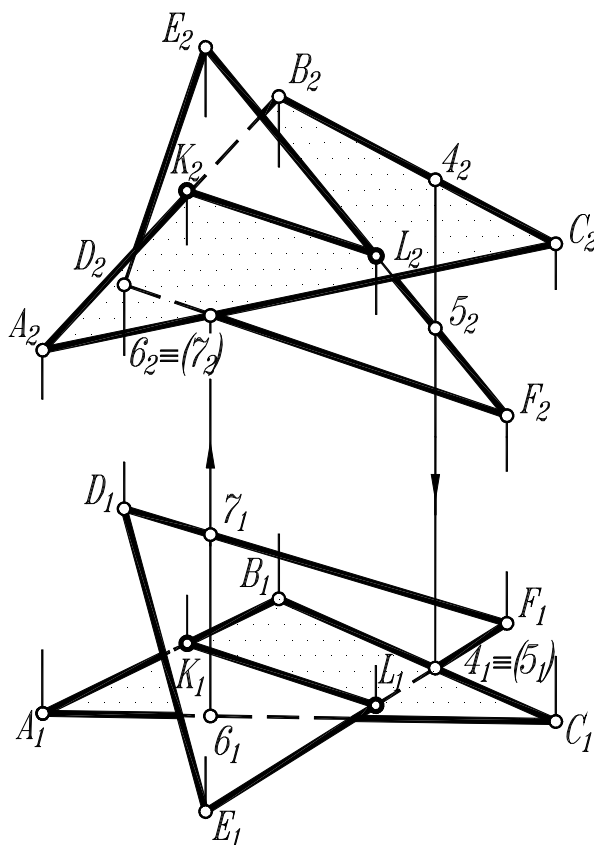


Рисунок 5 – Определение видимости треугольников

Видимость треугольников на горизонтальной плоскости проекций определяется при помощи точек 4 и 5 , которые находятся на одном горизонтально-проецирующем луче. Их фронтальные

проекции 4_2 и 5_2 дают возможность установить, что точка 4 (4_2) стороны BC ближе к наблюдателю, поскольку она находится выше, чем точка 5 (5_2), которая принадлежит стороне EF . Тогда, часть треугольника ABC по эту сторону линии пересечения KL будет видима, по другую – невидима на горизонтальной проекции. Видимость треугольника DEF будет противоположною.

Аналогично решается вопрос видимости на фронтальной плоскости проекций. Рассматриваются конкурирующие точки 6 и 7 ($6_2 \equiv 7_2$), которые принадлежат одному фронтально-проецирующему лучу и сторонам AC и DF треугольников соответственно. По их горизонтальным проекциям видим, что точка 6 (6_1) находится ближе к наблюдателю, чем точка 7 (7_1), поэтому на фронтальной проекции по эту сторону линии пересечения треугольник ABC закрывает часть треугольника DEF . По другую сторону – наоборот, треугольник DEF закрывает часть треугольника ABC .

Наглядное изображение двух пересекающихся треугольников и их ортогональных проекций показано на рисунке 6.

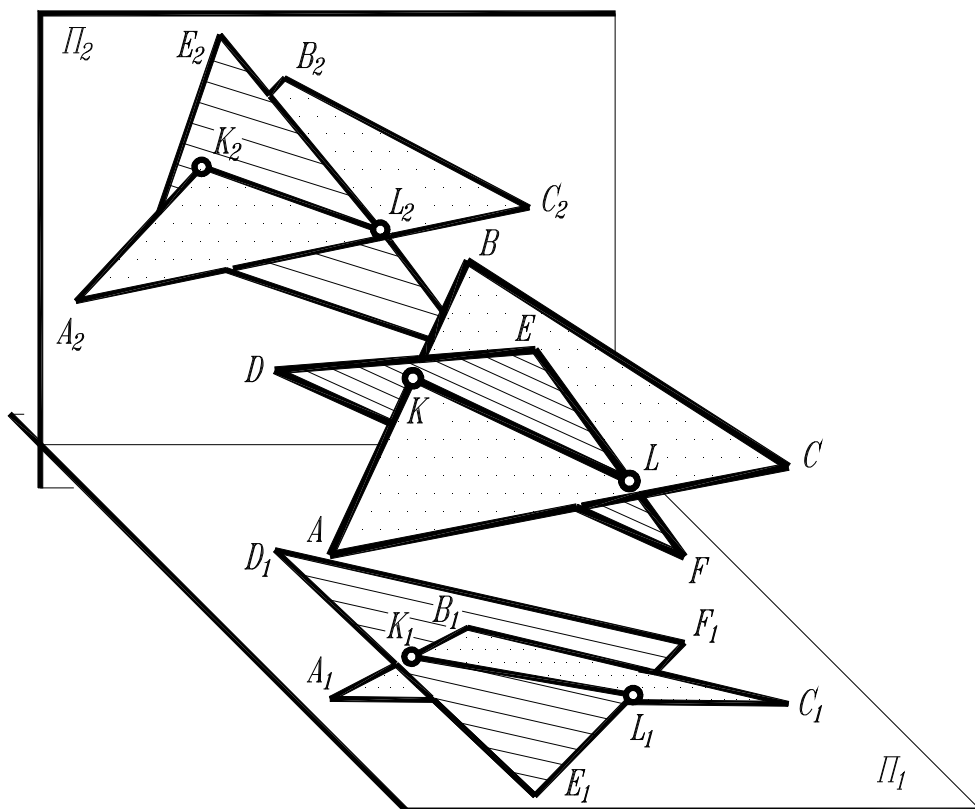


Рисунок 6 – Наглядное изображение пересекающихся треугольников

Координаты точек A, B, C, D, E, F для графических построений необходимо взять по своему номеру варианта из таблицы 1.

Таблица 1 – Координаты точек A, B, C, D, E, F для задач № 1, № 3

№ вар.	A			B			C			D			E			F		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
1	60	45	5	25	15	40	0	41	25	35	55	45	70	10	20	5	25	0
2	55	50	50	15	25	0	70	0	15	15	15	35	50	0	35	60	35	0
3	70	0	20	55	55	50	15	40	0	30	25	50	50	0	40	55	45	0
4	70	35	10	25	0	50	0	55	10	55	50	40	5	25	15	30	10	0
5	25	50	0	40	10	50	95	35	0	50	0	0	20	15	15	80	50	35
6	5	20	20	40	50	50	60	15	0	55	45	0	5	20	30	35	0	45
7	60	5	45	25	40	10	0	25	40	35	40	55	65	20	10	5	0	25
8	10	20	30	45	45	0	70	10	0	60	45	5	5	25	0	25	5	20
9	35	60	45	70	10	15	5	25	0	60	45	5	25	10	40	0	40	25
10	60	20	25	30	50	55	10	0	20	70	35	20	40	50	0	15	0	45
11	35	40	10	0	20	55	60	0	40	10	5	20	70	25	25	40	40	55
12	35	10	45	0	55	20	60	40	0	10	20	5	70	25	25	45	55	40
13	10	5	20	45	40	55	70	20	25	35	45	10	0	20	55	60	0	40
14	35	0	10	0	25	55	60	45	40	10	40	20	65	20	25	40	5	55
15	55	15	15	20	20	15	5	0	40	5	5	5	25	20	35	60	20	25
16	60	20	40	25	55	5	0	25	20	70	35	0	15	20	20	10	40	20
17	60	20	35	25	55	0	0	20	20	35	10	0	55	55	25	5	40	40
18	35	10	0	5	55	25	60	0	45	70	25	20	10	20	40	5	0	5
19	35	55	45	0	10	20	60	25	0	10	45	15	70	40	25	40	15	40
20	35	45	55	0	20	10	60	0	25	10	5	45	70	25	40	45	40	15
21	40	45	55	0	15	10	60	0	25	5	5	45	65	25	40	40	40	15
22	5	50	40	65	30	0	35	10	0	5	15	0	30	45	40	55	40	25
23	70	45	25	65	0	50	40	40	10	60	35	55	30	0	5	75	10	5
24	60	0	0	75	25	40	40	50	40	70	50	0	10	10	45	55	0	45
25	70	0	0	55	50	45	10	25	40	65	45	0	75	20	35	50	0	35
26	65	0	10	15	0	0	70	40	50	60	0	30	30	5	50	50	50	15
27	70	5	45	10	40	25	75	55	0	65	5	0	30	15	10	20	55	45
28	0	15	0	50	55	50	60	5	0	25	45	0	40	10	35	70	10	35
29	20	15	15	75	10	40	40	40	25	70	25	5	35	5	45	15	25	40
30	45	35	15	25	15	25	65	25	40	30	25	30	50	40	5	70	10	30

Содержание и указания к выполнению задачи № 2.

Задача № 2. Построить проекций линий взаимного пересечения двух криволинейных поверхностей. Данные взять из таблицы 2.

Наиболее универсальный метод построения линии пересечения поверхностей – метод секущих поверхностей (посредников). Алгоритм его применения следующий:

1. Заданные поверхности пересекают вспомогательной поверхностью, которая называется посредником.
2. Находят линии пересечения вспомогательной поверхности с каждой из заданных поверхностей.
3. Определяют точки пересечения полученных линий.
4. Построив несколько вспомогательных поверхностей, получают ряд точек, принадлежащих искомой линии пересечения.
5. Полученные точки соединяют плавной кривой при помощи лекала в соответствующей последовательности.

Вспомогательными посредниками могут быть плоскости либо сферы. Способ вспомогательных секущих плоскостей используется, когда вспомогательные параллельные плоскости могут давать в пересечении с каждой из заданных поверхностей простые линии: прямые либо окружности. Начинать построение линии пересечения всегда необходимо с определения ее опорных точек и точек перегиба, а уже затем – промежуточных.

Рассмотрим некоторые варианты построения линий пересечения поверхностей.

ПРИМЕР 1. Построим линию пересечения прямого кругового конуса с горизонтально-проецирующим цилиндром (рис. 7).

В данном случае боковая поверхность цилиндра является горизонтально-проецирующей, поэтому, горизонтальная проекция искомой линии известна. Она совпадает с проекцией боковой поверхности цилиндра. Рассмотрим построение фронтальных проекций точек искомой линии пересечения, исходя из того, что они лежат на поверхности конуса, т.е. принадлежат его прямолинейным образующим.

Сначала вводим горизонтальные проекции точек (см. рис. 7).

Точки $A (A_1)$ и $B (B_1)$ принадлежат основаниям и конуса и цилиндра. Их фронтальные проекции находятся по линиям связи.

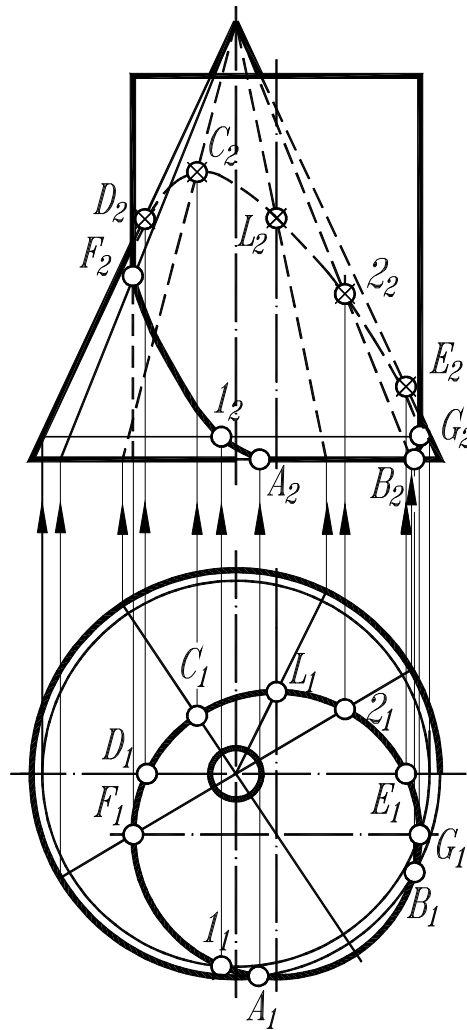


Рисунок 7 – Построение линии пересечения конуса с цилиндром

Точка C (C_1) является наивысшей, так как лежит в общей плоскости симметрии, проходящей через оси обеих поверхностей. Для построения фронтальной проекции этой точки через точку C_1 проводится горизонтальная проекция образующей конуса. Затем строится ее фронтальная проекция, на которой и находится точка C_2 .

Точки D_1 и E_1 являются проекциями точек D и E , которые принадлежат очерковым образующим конуса. Их фронтальные проекции находятся по линиям связи.

Точки F_1 и G_1 являются проекциями точек F и G , принадлежащим очерковым образующим цилиндра. Фронтальная проекция F_2 строится при помощи образующей конуса, а проекция G_2 – при помощи окружности, проведенной через G_1 , проецирующейся на Π_2 в горизонтальную прямую, которой и принадлежит точка G_2 . Этой окружности принадлежит и промежуточная точка I (I_1, I_2).

Поскольку ось цилиндра находится ближе к наблюдателю, чем ось конуса (это очевидно из горизонтальной проекции), то в точках F_2 и G_2 происходит смена видимости кривой.

Точка L (L_1) является самой удаленной от наблюдателя, ее фронтальная проекция находится при помощи образующей.

Построенные точки линии пересечения соединяются в той же последовательности, что и на горизонтальной проекции.

ПРИМЕР 2. Построим линию пересечения прямого кругового конуса с фронтально-проецирующим цилиндром (рис. 8)

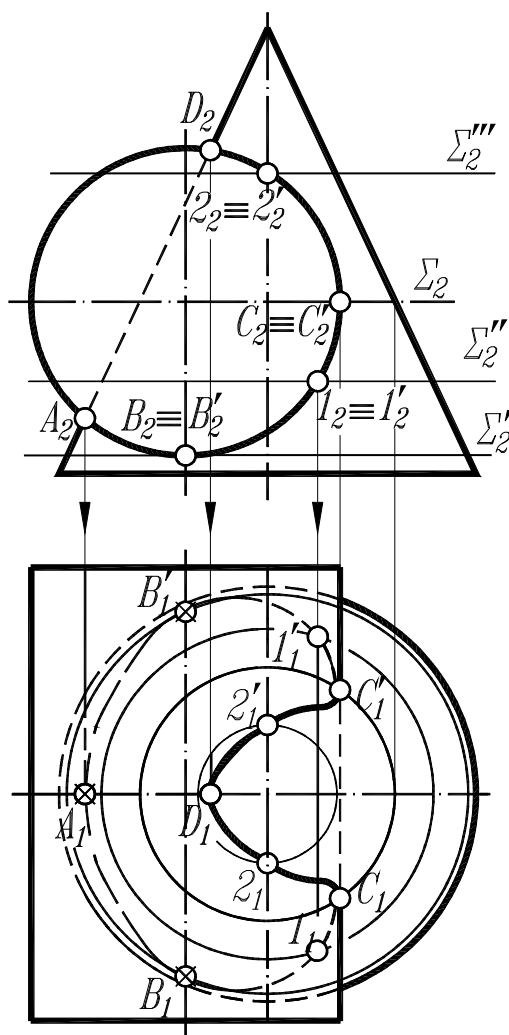


Рисунок 8 – Построение линии пересечения конуса с цилиндром

Боковая поверхность цилиндра является фронтально-проецирующей. Следовательно, фронтальная проекция линии пересечения совпадает с боковой поверхностью цилиндра. В данном случае, обе поверхности имеют общую фронтальную плоскость симметрии.

Опорными точками искомой линии пересечения являются:

– точки A и D , в которых пересекаются фронтальные проекции очерков (A_2, D_2). Точка D – одновременно и наивысшая. Горизонтальные проекции этих точек определяются по линиям связи;

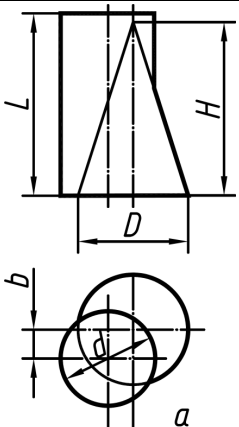
– точки C и C' – точки, горизонтальные проекции которых (C_1 и C_1') принадлежат очерку цилиндра. В них происходит изменение видимости кривой;

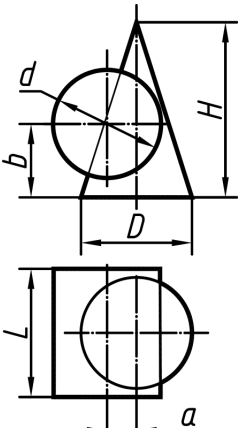
– точки B и B' – низшие точки линии пересечения.

Горизонтальные проекции точек C и C' находятся при помощи вспомогательной плоскости Σ (Σ_2), которая пересекает конус по окружности, а цилиндр – по образующей. Общие точки этих двух линий – искомые C_1 и C_1' .

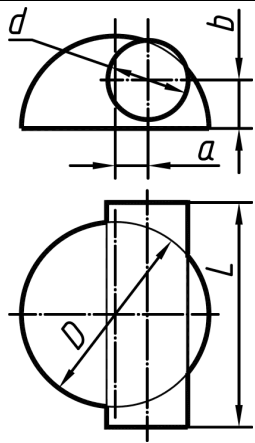
Горизонтальные проекции точек B и B' строятся при помощи плоскости Σ' (Σ_2') аналогичным образом. Таким же образом находятся проекции промежуточных точек $1, 1', 2, 2'$. Порядок соединения полученных точек такой же, как и на фронтальной проекции.

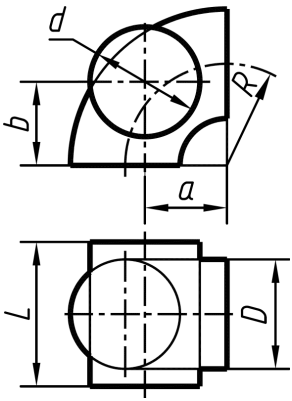
Таблица 2 – Индивидуальные варианты заданий к задаче № 2

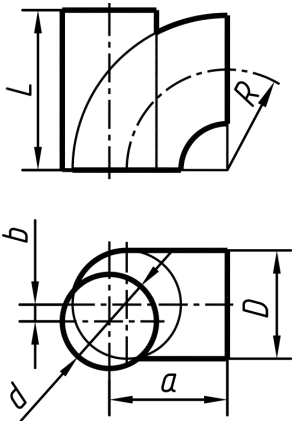
	Вар. №	D	H	L	d	a	b
	1	90	100	75	40	14	22
	2	80	90	100	52	8	13
	3	100	100	110	60	10	15
	4	100	100	105	50	15	10
	5	100	110	95	65	20	25
	6	95	100	105	60	15	15

	Вар. №	D	H	L	d	a	b
	7	100	100	105	70	10	40
	8	100	100	105	70	10	35
	9	100	80	90	70	15	35
	10	100	70	80	65	20	35
	11	70	85	115	70	15	40
	12	95	100	105	60	10	35

Продолжение таблицы 2

	Вар. №	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>d</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
	13	80	90	70	20	35
	14	90	100	80	22	42
	15	80	90	70	10	40
	16	90	100	80	10	43
	17	100	110	90	10	50
	18	95	102	80	10	40

	Вар. №	<i>D</i>	<i>R</i>	<i>d</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>
	19	80	60	72	52	52	90
	20	76	60	64	48	49	84
	21	80	60	68	45	46	90
	22	80	60	70	42	50	90
	23	74	60	76	50	55	84
	24	70	70	65	40	50	80

	Вар. №	<i>D</i>	<i>R</i>	<i>d</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L</i>
	25	80	90	50	95	15	130
	26	80	90	66	95	7	130
	27	80	90	60	98	10	130
	28	80	90	60	70	5	110
	29	80	90	60	65	10	110
	30	70	70	50	85	15	120

Пример оформления листа 3, который включает задачи № 1 и № 2 по теме «Позиционные задачи» представлен на рисунке 9. Напоминаем, что это и последующие задания выполняются по индивидуальному варианту, номер которого определяется по номеру зачетной книжки.

$A(5,27,5)$
 $B(25,5,45)$
 $C(65,45,35)$
 $D(16,44,47)$
 $E(0,34,8)$
 $F(59,8,24)$

1
 $M 2:1$

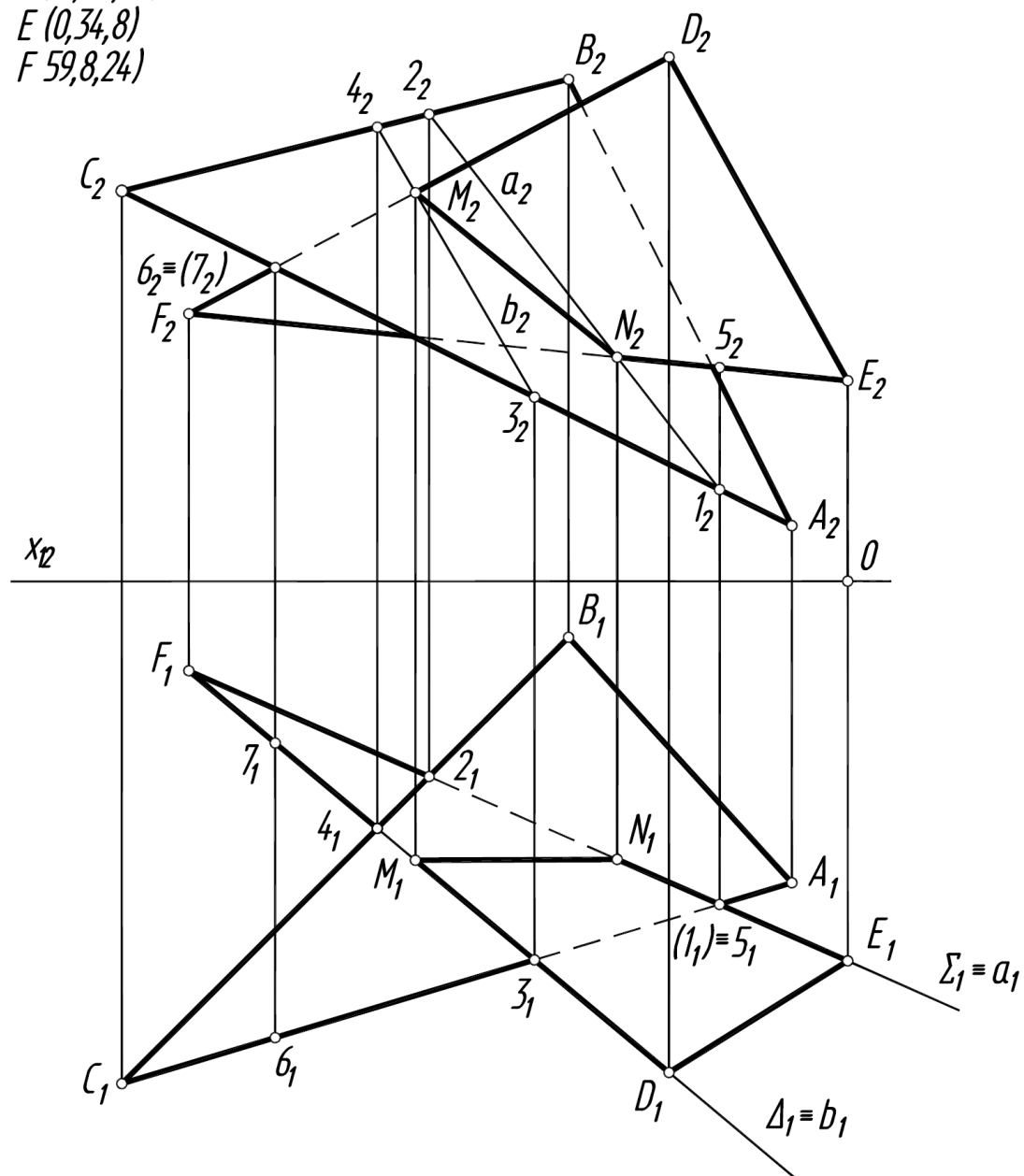
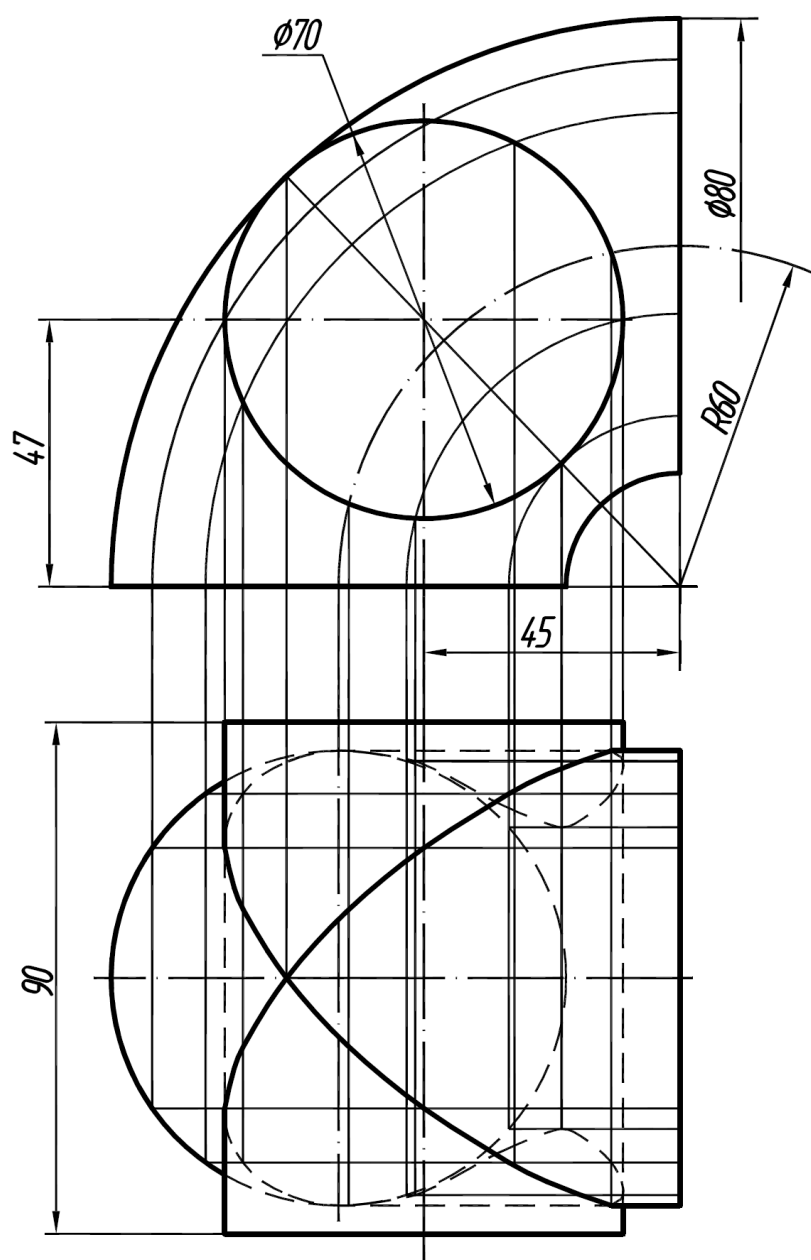


Рисунок 9 – Образец листа по теме

2



Начертательная геометрия				2-07
Разработал	Петров О.С.	15.10.12	ХНАДУ	Тз11 193407
Проверил				

«Позиционные задачи»

Лист 4. Тема «Метрические задачи».

Цель задания – применение знаний способов преобразования ортогональных проекций к решению метрических задач.

Содержание и указания к выполнению задачи № 3.

Задача № 3. Заданы координаты вершин пирамиды $ABCD$ (см. табл. 1). Определить методом замены плоскостей проекций:

1. Размер двугранного угла при ребре AB .
2. Кратчайшее расстояние между ребрами DA и BC .
3. Расстояние от вершины D до плоскости ABC .
4. Натуральный размер треугольника ABC .

Рассмотрим поэтапно необходимые построения на примерах.

ПРИМЕР 1. Определение натуральной величины двугранного угла между двумя пересекающимися плоскостями.

На рисунке 10 заданы плоскости в виде треугольников ABC и DBA , для которых сторона AB – общая, т.е. она является линией пересечения этих треугольников, или, другими словами, – ребром двугранного угла. Используя метод замены плоскостей проекций, добьемся, чтобы это ребро стало проецирующим. Поскольку AB – отрезок общего положения, необходимо выполнить две замены.

Сначала заменяем фронтальную плоскость проекций Π_2 на новую Π_4 таким образом, чтобы ребро AB было ей параллельно. Тогда на комплексном чертеже новая ось проекций x_{14} пройдет параллельно горизонтальной проекции A_1B_1 ребра AB . Проводя через A_1 , B_1 , C_1 , D_1 линии проекционной связи перпендикулярно оси x_{14} и откладывая на них отрезки, обозначенные рисками, находим новые проекции $A_4B_4C_4$ и $D_4B_4A_4$ заданных треугольников.

Следующим преобразованием заменяем горизонтальную плоскость проекций Π_4 на Π_5 так, чтобы последняя расположилась перпендикулярно прямой AB . На комплексном чертеже это эквивалентно проведению новой оси проекций x_{45} перпендикулярно A_4B_4 . Откладывая на соответствующих линиях проекционной связи отрезки, равные по величине расстояниям от точек A , B , C , D до плоскости Π_4 , получаем проекцию $A_5B_5C_5D_5$ двугранного угла. Как видим, на Π_5 ребро AB проецируется в точку $A_5 \equiv B_5$, а грани

ABC и DBA – в прямые линии $A_5B_5C_5$ и $D_5B_5A_5$. Угол φ между ними – искомая величина.

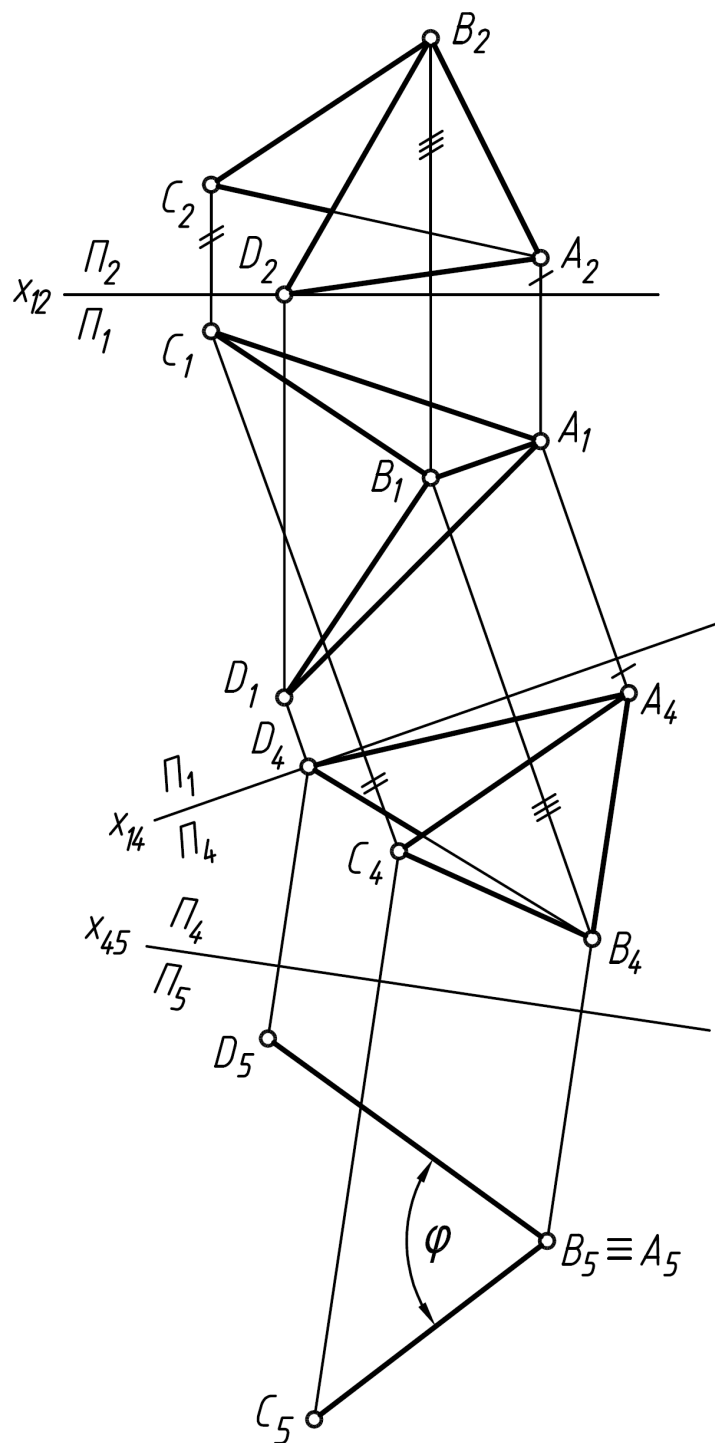


Рисунок 10 – Определение натуральной величины двугранного угла

ПРИМЕР 2. Определение кратчайшего расстояния между двумя скрещивающимися прямыми.

Определение расстояния между прямыми DA и BC методом замены плоскостей проекций представлено на рисунке 11.

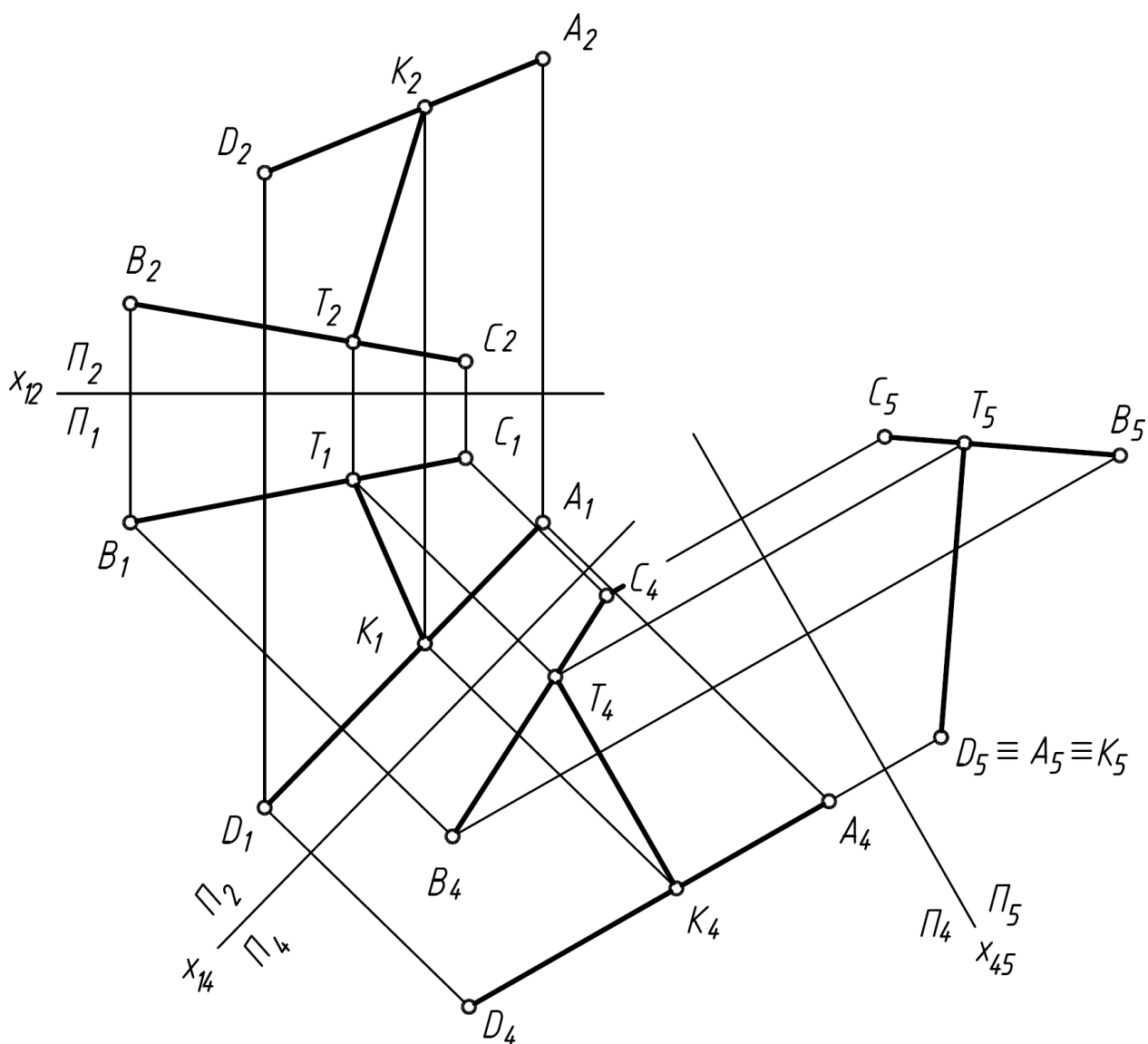


Рисунок 11 – Определение кратчайшего расстояния между двумя скрещивающимися прямыми **DA** и **BC**

Для решения одну из прямых, например, **DA**, преобразуем сначала в линию уровня, а затем в проецирующую прямую. Первую замену выполняем так, чтобы новая плоскость проекций Π_4 , была параллельна прямой **DA** и одновременно перпендикулярна Π_1 . На комплексном чертеже это эквивалентно появлению новой оси проекций x_{14} , которая параллельна горизонтальной проекции D_1A_1 прямой **DA** ($x_{14} = \Pi_1 \cap \Pi_4$, $x_{14} \parallel S_{1A_1}$). Строим проекции B_4C_4 и D_4A_4 (см. рис. 11). В новой системе плоскостей проекций Π_1 / Π_4 прямая **DA** занимает положение линии уровня. Для преобразования ее в проецирующую прямую необходимо заменить горизонтальную плоскость проекций Π_1 на Π_5 так, чтобы последняя была

расположена перпендикулярно плоскости Π_4 и прямой DA . На комплексном чертеже это эквивалентно проведению новой оси проекций x_{45} перпендикулярно D_4A_4 . Новые проекции B_5, C_5, D_5 и A_5 построены по изложенной ранее схеме. Натуральная величина искомого расстояния определяется длиной отрезка K_5T_5 перпендикуляра, опущенного из точки $A_5 \equiv D_5 \equiv K_5$ на B_5C_5 .

Горизонтальная (K_1T_1) и фронтальная (K_2T_2) проекции отрезка KT строятся при помощи обратного проецирования.

ПРИМЕР 3. Определение расстояния от точки до плоскости.

Определение расстояния от точки D до плоскости ABC методом замены плоскостей проекций представлено на рисунке 12. Решение заключается в том, что при неизменном положении плоскости ABC проводится замена одной из плоскостей проекций на новую таким образом, чтобы плоскость ABC общего положения стала проецирующей.

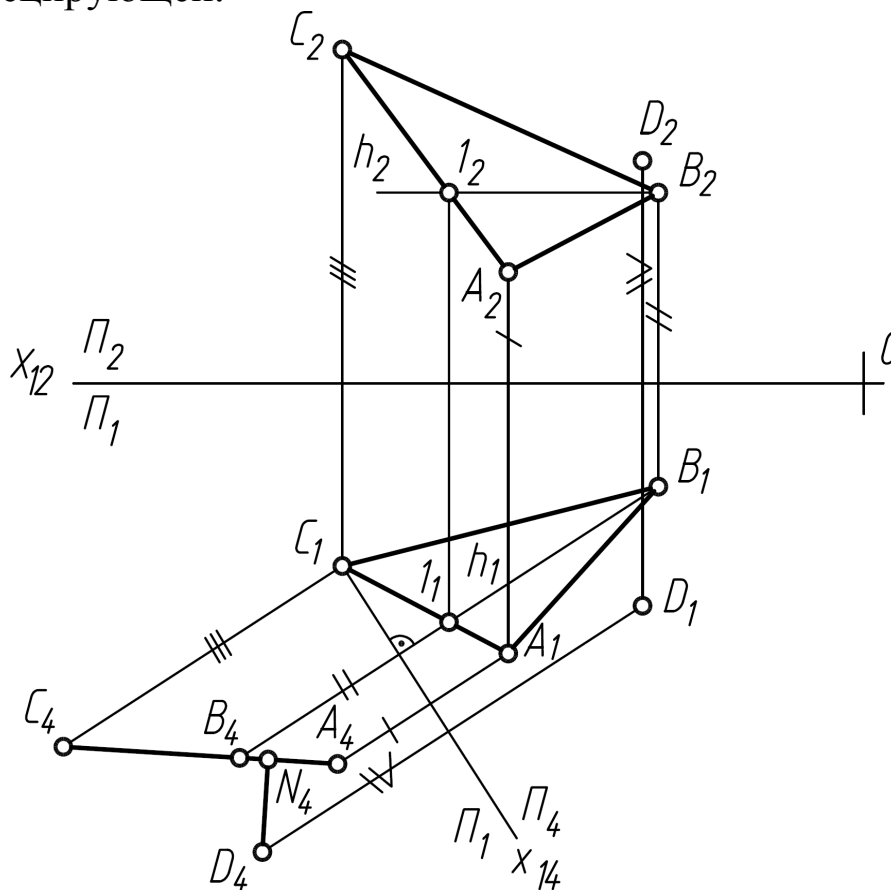


Рисунок 12 – Определение натуральной величины расстояния от точки D до плоскости ABC

В приведенном примере использовалась новая плоскость Π_4 , перпендикулярная плоскости треугольника ABC . Для построения

этого преобразования ось x_{14} проводится перпендикулярно горизонтальной проекции h_1 горизонтали h , лежащей в плоскости треугольника ABC . После выполнения геометрических построений видим, что плоскость треугольника становится проецирующей, то есть треугольник проецируется в одну линию. Тогда длина перпендикуляра, опущенного из проекции точки D_4 на проекцию $A_4B_4C_4$, будет равна натуральной величине расстояния от вершины D до плоскости ABC .

ПРИМЕР 4. Определение натуральной величины треугольника.

Нахождение натуральной величины треугольника ABC методом замены плоскостей проекций представлено на рисунке 13.

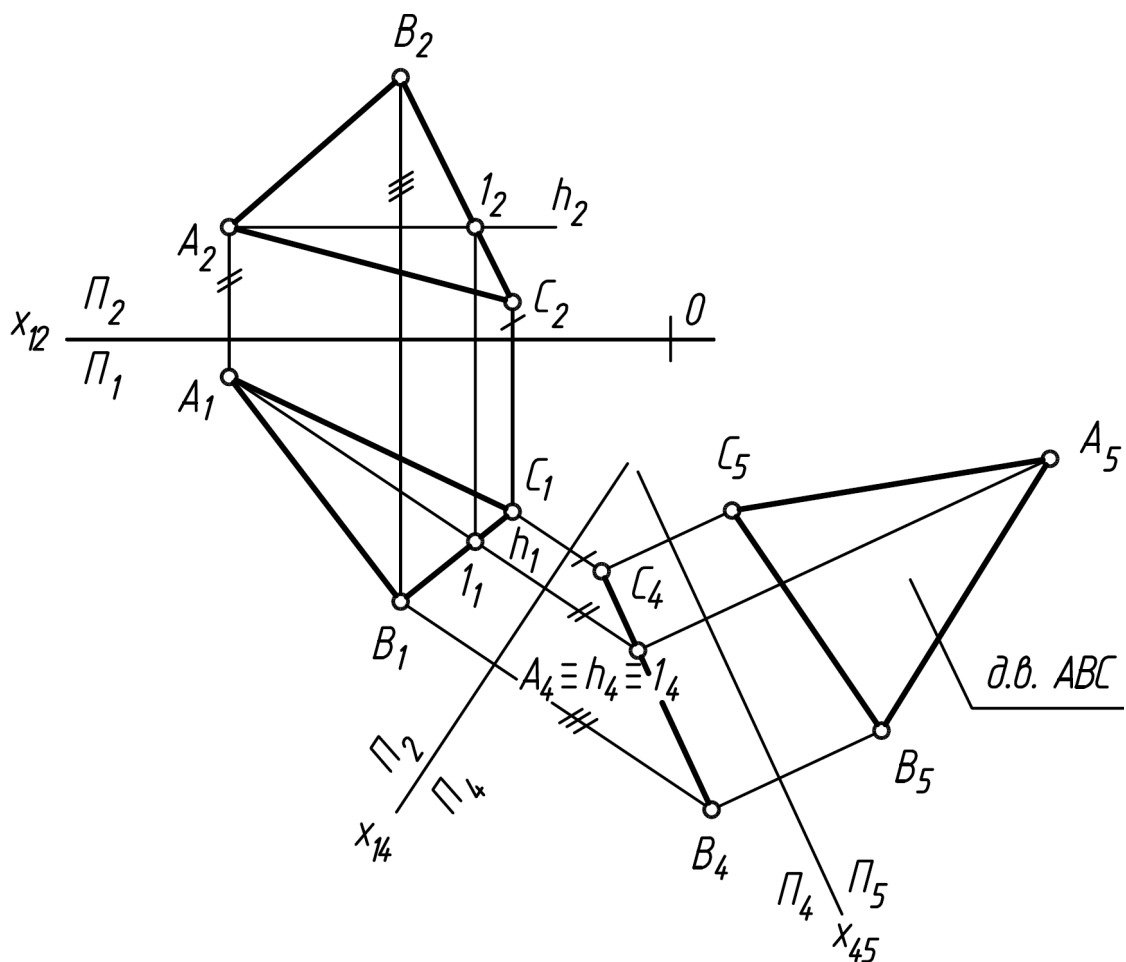


Рисунок 13 – Определение натуральной величины плоской фигуры

Для преобразования плоскости общего положения, каковой является плоскость треугольника ABC , в плоскость уровня, последовательно выполняются две замены плоскостей проекций. При помощи первой – заданная плоскость преобразуется в проецирующую. Для этого в плоскости треугольника проводится горизонталь

h (h_1, h_2) и фронтальная плоскость проекций Π_2 заменяется на новую Π_4 , перпендикулярную горизонтали. На комплексном чертеже такая замена эквивалентна проведению новой оси x_{14} перпендикулярно к h_1 . Новая проекция $A_4B_4C_4$ строится по правилам метода замены плоскостей проекций.

Введением новой оси проекций x_{45} , параллельной проекции ABC на Π_4 , выполняется замена горизонтальной плоскости Π_1 на Π_5 таким образом, что плоскость треугольника становится параллельной новой плоскости Π_5 . Проекция $A_5B_5C_5$ является искомой натуральной величиной треугольника ABC .

На рисунке 14 представлен образец выполненного листа 4 по теме «Метрические задачи».

Лист 5. Тема «Аксонометрия».

Цель задания – применение знаний по начертательной геометрии для построения ортогональных и аксонометрических проекций.

Содержание и указания к выполнению задачи № 4.

Задача №4. Построить три ортогональные и аксонометрическую проекции прямого кругового конуса, срезанного двумя плоскостями. Исходные данные взять по варианту из таблицы 3.

Рисунок 15 иллюстрирует построение на комплексном чертеже трех проекций прямого кругового конуса.

Конус пересекается двумя плоскостями:

1. Плоскостью, которая пересекает все образующие конуса (в сечении получается эллипс).
2. Плоскостью, которая параллельна оси конуса (в сечении получается гипербола).

В результате пересечения конуса с наклонной плоскостью имеем эллипс, фронтальная проекция которого уже определена.

Для построения горизонтальной проекции эллипса сначала находим проекции опорных точек. Нижняя A и верхняя B точки линии пересечения находятся на пересечении фронтального следа плоскости с очерком конуса и определяют большую ось эллипса.

D (70,4,8)
 A (12,10,10)
 B (54,12,50)
 C (64,40,0)

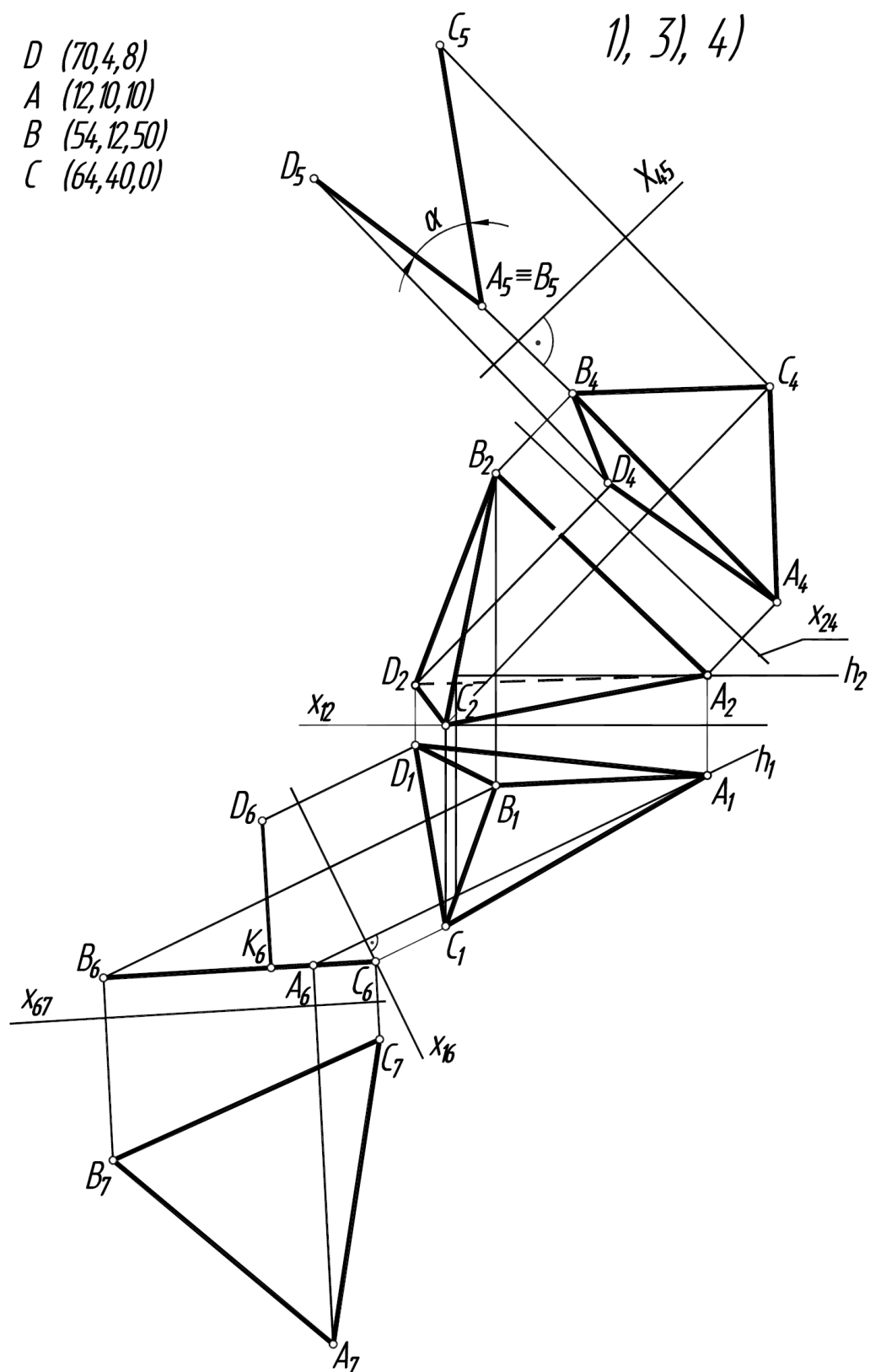
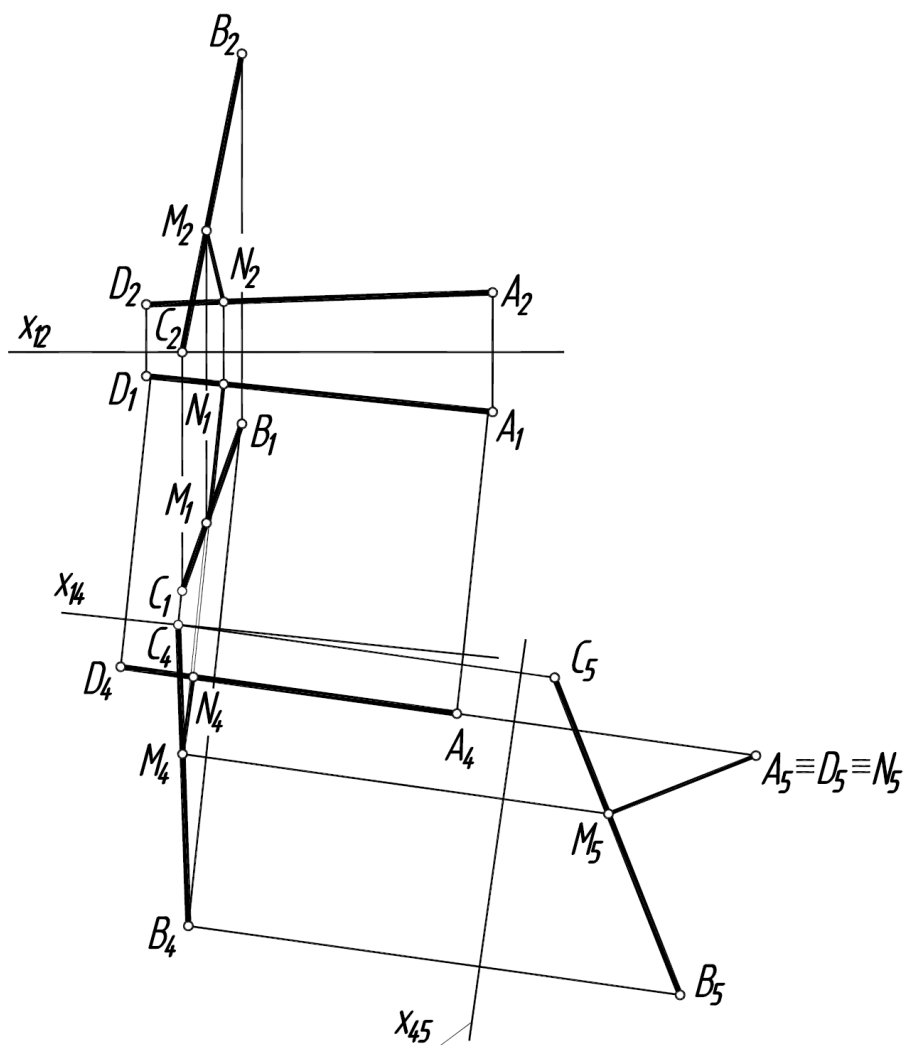


Рисунок 14 – Образец листа по теме

2)

3



Начертательная геометрия				3-07
Разработал	Петров О.С.	15.10.12	ХНАДУ	Тз11 193407
Проверил				

«Метрические задачи»

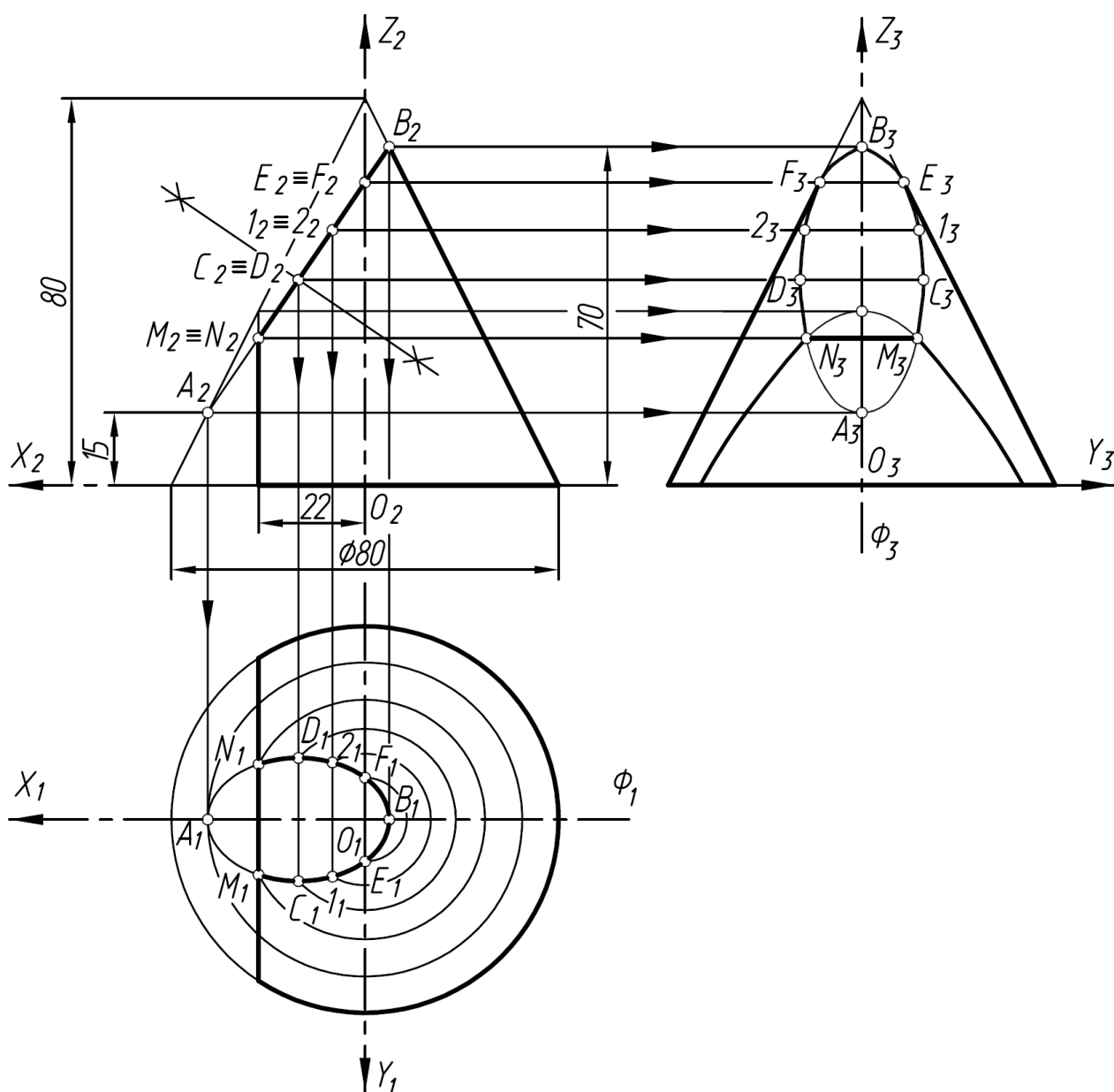


Рисунок 15 – Пример построения трех проекций конуса

Точки **C** и **D**, фронтальные проекции которых находятся на середине отрезка A_2B_2 , определяют на горизонтальной проекции малую ось эллипса. Их проекции C_1 и D_1 строятся при помощи окружности, возникающей при пересечении конуса плоскостью горизонтального уровня. Точки **E** и **F** находятся по линиям связи как принадлежащие профильному очерку конуса.

Точки **M** и **N** являются точками пересечения двух линий пересечения. Они отделяют часть эллипса, принадлежащую линии пересечения. Определяются эти точки аналогично предыдущим.

Конус и пересекающие его плоскости имеют общую фронтальную плоскость симметрии Φ (Φ_1 , Φ_3), проходящую через ось

конуса, следовательно, и проекции фигур сечений будут также симметричны относительно этой плоскости.

Профильные проекции точек $C (C_3)$ и $D (D_3)$ строятся на линиях связи с учетом их расстояния до плоскости $\Phi (\Phi_3)$, которое измеряется на горизонтальной проекции.

Горизонтальные проекции точек $E (E_1)$ и $F (F_1)$ строятся методом секущих плоскостей, либо с учетом их расстояния до плоскости $\Phi (\Phi_1)$, которое измеряется на профильной проекции.

После построения трех проекций конуса, срезанного двумя плоскостями, необходимо выполнить на свободном месте листа аксонометрическую проекцию (прямоугольную изометрию) полученной геометрической модели.

На рисунке 16 приведен пример выполненного листа 5 по теме «Аксонометрия».

Процесс построения аксонометрической проекции (изометрии) предлагаемой модели можно условно поделить на такие этапы:

1. Изображаем на чертеже аксонометрические проекции координатных осей x', y', z' под равными углами 120° одна к другой.

2. Строим основание конуса – окружность в виде эллипса, лежащего в плоскости $O'x'y'$. Большая ось такого эллипса перпендикулярна z' . При использовании приведенных коэффициентов искажения, равных 1, большая ось такого эллипса равняется 1,22, а меньшая – 0,71 диаметра основания (построение эллипса при помощи сопряженных окружностей не допускается).

3. В положительном направлении оси z' из начала координат O' откладываем высоту конуса H (в соответствии с вариантом).

4. Из полученной точки, по касательным к основанию конуса, проводим аксонометрические очерковые образующие конуса.

5. По точкам, перенесенным с построенного ранее комплексного чертежа, с использованием лекала, строим линии среза конуса двумя заданными плоскостями.

ВНИМАНИЕ! Приведенные указания к выполнению контрольной работы не достаточны для изучения курса начертательной геометрии и качественного самостоятельного выполнения контрольной работы. Они направлены на разъяснение заданий и оказания помощи тем, кто уже получил необходимые теоретические знания по начертательной геометрии.

Таблица 3 – Исходные данные к задаче № 3

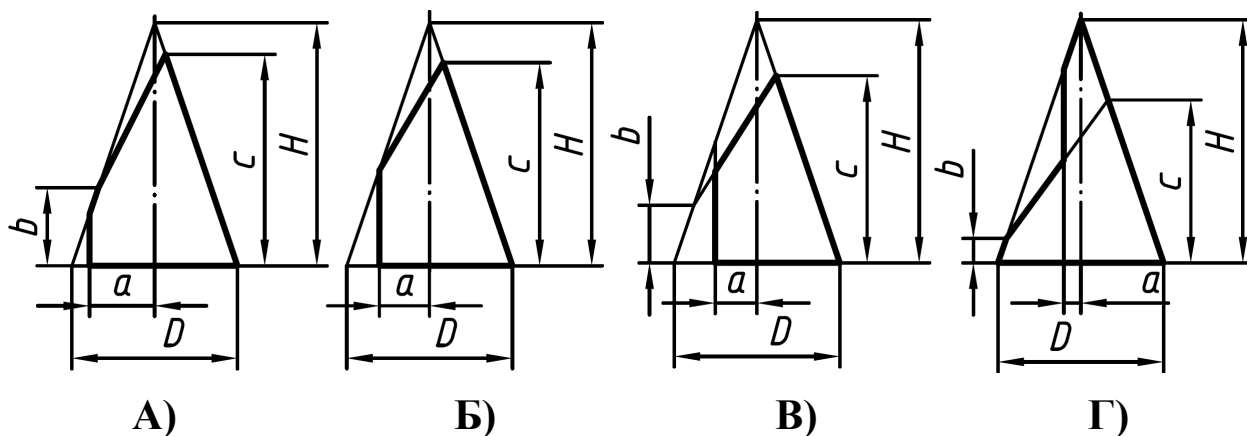


Рис.	Вар. №	D	H	a	b	c
А	1	55	60	20	20	55
	2	60	65	20	27	60
	3	55	65	17	28	60
	4	50	60	17	25	55
	5	50	70	19	22	60
	6	60	70	22	25	65
	7	60	70	24	20	65
	8	60	65	21	25	60

Рис.	Вар. №	D	H	a	b	c
В	16	75	80	22	15	75
	17	75	75	25	15	70
	18	75	80	20	30	75
	19	75	75	20	25	65
	20	70	70	15	20	65
	21	80	75	25	25	70
	22	80	80	22	30	75
	23	80	85	23	25	70

Рис.	Вар. №	D	H	a	b	c
Б	9	70	70	25	—	65
	10	70	75	23	—	65
	11	75	75	25	—	70
	12	80	80	25	—	75
	13	80	80	30	—	70
	14	85	85	31	—	75
	15	80	85	27	—	75

Рис.	Вар. №	D	H	a	b	c
Г	24	80	80	5	10	65
	25	85	80	10	5	60
	26	75	75	5	15	55
	27	75	75	5	7	60
	28	85	85	10	5	75
	29	75	70	7	5	55
	30	70	70	5	8	50

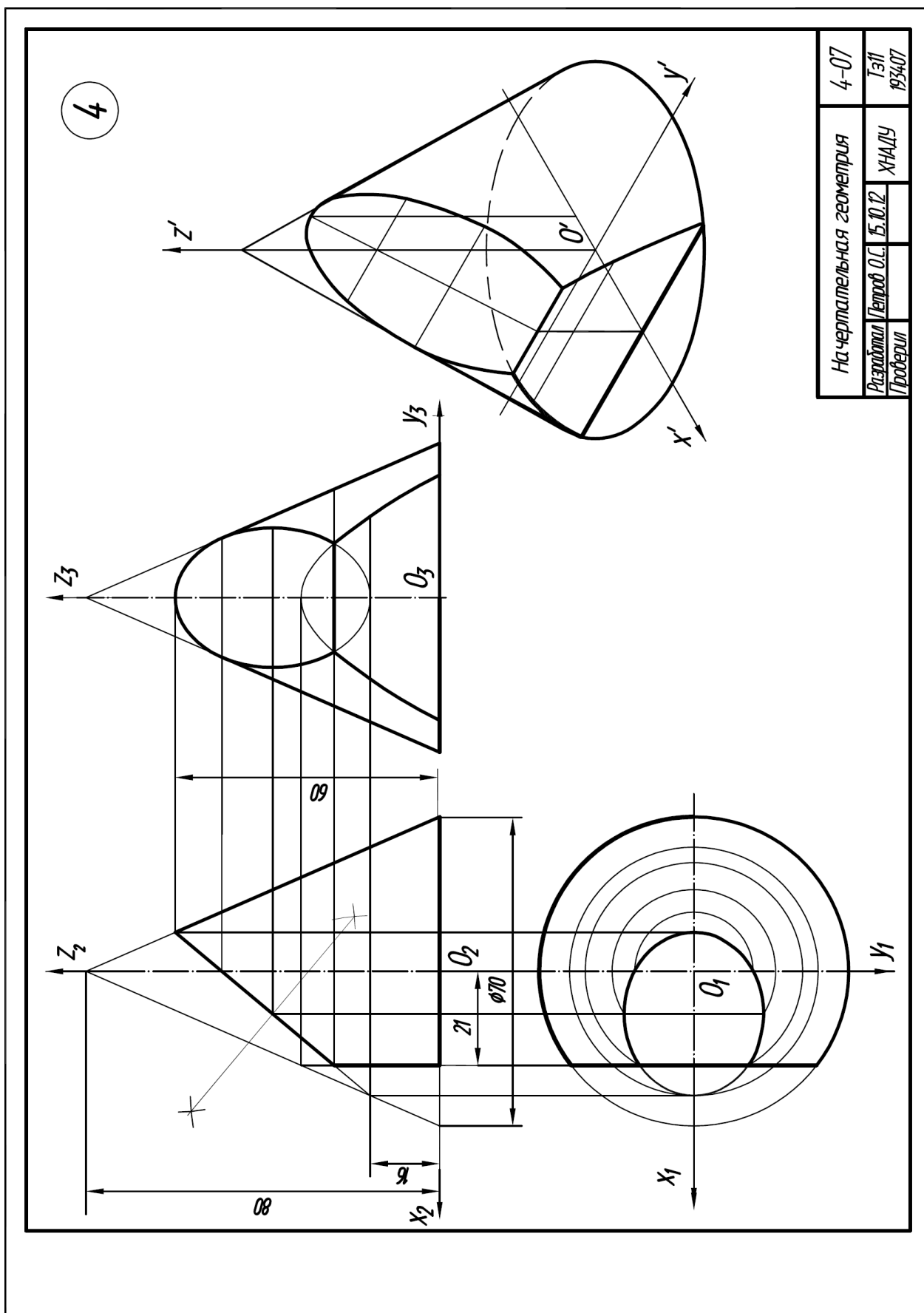


Рисунок 16 – Образец листа по теме «Аксонометрия»

Рекомендованная литература

1. Єдина система конструкторської документації. Основні положення. Довідник: – Укр. та рос. мовами / За заг. ред. В.Л. Іванова. – Львів: НТЦ «Леонорм-стандарт», 2001. – 272 с. – (Серія «Нормативна база підприємства»).
2. Ванін В.В. Інженерна графіка / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкернична, Г.Г. Власюк. – К.: Видавнича група ВНУ, 2009. – 400 с.
3. Бубенников А.В. Начертательная геометрия: учеб для студентов вузов / А.В. Бубенников. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 288 с.
4. Михайленко В.Є. Нарисна геометрія: підруч. для студ. вузів / В.Є. Михайленко, М.Ф. Євстіфєєв, С.М. Ковальов, О.В. Кащенко. – К.: Вища школа, 2005. – 342 с.
5. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скідан; за ред. В.Є. Михайленка. – Вид. 3-є, перероб і допов. – К: Видавничий Дім «Слово», 2011, – 352 с.: іл.
6. Фролов С.А. Начертательная геометрия. / С.А. Фролов. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.
7. Сердюк В.М., Біріна А.Д. Нарисна геометрія. Конспект лекцій. – Харків: ХДАДТУ, 2000. – 74 с.
8. Методические указания к самостоятельной работе по инженерной графике (тема «Проекционное черчение»). – Бирина А.Д., Губарева Г.Г. – Харьков: ХНАДУ. – 2009. – 40 с.

Для заметок

Учебное издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ЗАДАНИЯ

по инженерной и компьютерной графике
(раздел «Начертательная геометрия»)
для иностранных студентов технических специальностей

Составители: Ермакова Елена Анатольевна
Архипов Александр Владимирович
Бирина Алина Дмитриевна

Ответственный за выпуск *А.В. Черников*

Компьютерная верстка *А.В. Архипова*

План 2014, поз. ____

Подписано к печати . . .

Формат 60x84 1/16. Бумага газетная. Гарнитура Nimes New Roman.

Печать RISO. Усл. п. л. 2,4. Уч.-изд. л. 2,9.

Заказ № / . Тираж 100 экз. Цена договорная.

Издательство ХНАДУ, 61002, г. Харьков - МСП, ул. Петровского, 25.

Свидетельство Государственного комитета информационной политики,
телевидения и радиовещания Украины о внесении субъекта издательской деятельности
в Государственный реестр издателей, изготовителей и распространителей издательской
продукции, серия ДК № 897 от 17.04.2002 р.