

Министерство науки и образования Российской Федерации
Вологодский государственный университет

Кафедра начертательной геометрии и графики

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

*Методические указания и задания к выполнению
контрольной работы № 1 для студентов заочной формы обучения*

Факультеты: заочного и дистанционного обучения;
инженерно-строительный

Направление подготовки 270800.62 «Строительство»

Профили: «Промышленное и гражданское строительство»
«Городское строительство и хозяйство»

Вологда
2014

УДК 744.621(076)

Инженерная графика: методические указания и задания к выполнению контрольной работы №1 для студентов заочной формы обучения. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 28 с.

Методические указания рекомендованы для студентов направления «Строительство», профилей подготовки «Промышленное и гражданское строительство», «Городское строительство и хозяйство». Приведены задания, даны подробные рекомендации по выполнению чертежей, указана литература.

Могут быть использованы студентами других направлений и профилей подготовки.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составитель С.Г. Резико ст. преподаватель,

Рецензент Е.А. Ильичев, канд. техн. наук, доцент каф. сопротивления

ВВЕДЕНИЕ

“Инженерная графика” относится к циклу математических и естественнонаучных дисциплин ОПП ВПО и является одной из основных общетехнических дисциплин в системе подготовки кадров высшей квалификации. Студенты приобретают знания, необходимые для изучения других общенаучных и специальных дисциплин.

После изучения дисциплины студент должен:

- приобрести навыки выполнения и чтения чертежей;
- получить знания геометрического моделирования и формообразования сложных форм поверхностей, отвечающих требованиям, предъявляемым к архитектурно-строительным объектам, с учетом технической эстетики, эргономики, художественной выразительности;
- овладеть методами изображения пространственных форм на плоскости и уметь использовать их в профессиональной деятельности;
- уметь принимать эффективные решения при разработке различного рода инженерно-геометрических задач.

Студенты приступают к выполнению контрольной работы **после** проработки теоретического материала по учебной литературе и нормативной литературе [1-3], по Интернет-ресурсам [4,5] .

В случае возникновения трудностей при изучении курса: в понимании теоретического материала, решении задач по темам, выполнении эшюров, студент может получить консультации на кафедре НГ и Г, организуемым в соответствии с графиком. Студенты информируются о консультациях во время установочной сессии, при необходимости индивидуальных консультаций их время должно быть согласовано с ведущим преподавателем: телефон 72-35-64 - добавочный 1-71 (кафедра НГ и Г).

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Контрольные работы по инженерной графике выполняются каждым студентом по индивидуальному варианту, который соответствует последней цифре номера зачетной книжки, на листах чертежной бумаги формата А3 карандашом. При выполнении работ необходимо помнить, что правильное решение может быть получено только при точном выполнении всех графических построений.

При выполнении контрольных работ студенты должны строго соблюдать требования ГОСТов ЕСКД (единой системы конструкторской документации) [4]. В частности, в соответствии с требованиями ГОСТ 2.303-68* основные линии выполняют толщиной 0,6-0,8 мм, тонкие 0,3-0,4 мм. Выбранная толщина линии должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одном масштабе.

При выполнении штриховых линий длина штрихов должна быть одинаковой, расстояние между штрихами делают в два-четыре раза меньше длины штриха.

Штрих пунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами, а не точками. Центр окружности следует отмечать пересечением штрихов. Штрих пунктирные линии, применяемые в качестве центровых или осевых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности, а также размеры других геометрических фигур в изображении 12 мм и менее.

Надписи и буквенно-цифровые обозначения на листах и в основной надписи выполняются стандартным чертежным шрифтом (ГОСТ 2.304-81) в таблице 1 представлены его основные параметры, на рис.1 приведены цифры и русский алфавит (кириллица).

Таблица 1

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Номер шрифта							
			1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Высота прописных букв	h	$h=10d$	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0
Высота строчных букв	c	$7/10h=7d$	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0
Расстояние между буквами	a	$2/10h=2d$	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$17/10h=17d$	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0
Минимальное расстояние между словами	e	$6/10h=6d$	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0
Толщина линий шрифта	d	$1/10h=d$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0

Размер шрифта определяется высотой прописных (заглавных) букв и цифр. Высота строчных букв определяется отношением их высоты к номеру шрифта и соответствует предыдущему номеру шрифта. Высота буквы измеряется перпендикулярно к основанию строки. Нижние элементы букв **Д, Ц, Щ** и верхний элемент буквы **Й** выполняются за счет расстояний между строками.

Ширина большинства прописных букв равна $0,6h$ или $6d$, что примерно соответствует размеру h ближайшего наименьшего номера шрифта.

Исключение составляют буквы **А, Д, М, Х, Ц, Ы, Ю**, ширина которых равна $7d$, ширина букв **Ж, Ф, Щ, Ш, Ъ** принимается за $8d$, ширина букв **Г, З, С** составляет $5d$.

Верхние и нижние элементы строчных букв выполняются за счет расстояний между строками и выходят на величину $3d$.

Ширина большинства строчных букв равна $5d$. Ширина букв **а, м, ц, ь** равна $6d$, букв **ж, т, ф, ш, щ, ы, ю** — $7d$, букв **з, с** — $4d$. Ширина большинства цифр $5d$, цифры **4** — $6d$, цифры **1-3** — d .

Рекомендуется буквенно-цифровые обозначения и надписи на эпюрах выполнять шрифтом 5 или 3,5; цифровые индексы — шрифтом 1,8 или 2,5.

В табл.2 приведены обозначения, применяемые при оформлении чертежей.

На чертежах должны быть **сохранены** все построения, обозначены все точки, прямые, плоскости и поверхности, отсутствие таких обозначений на некоторых примерах связано с невозможностью обеспечить хорошее зрительное восприятие материала при незначительных размерах изображений. Примеры, представленные в методических указаниях, не являются образцами, они иллюстрируют компоновку чертежа, при выполнении контрольной работы студент может изменить предложенную компоновку.

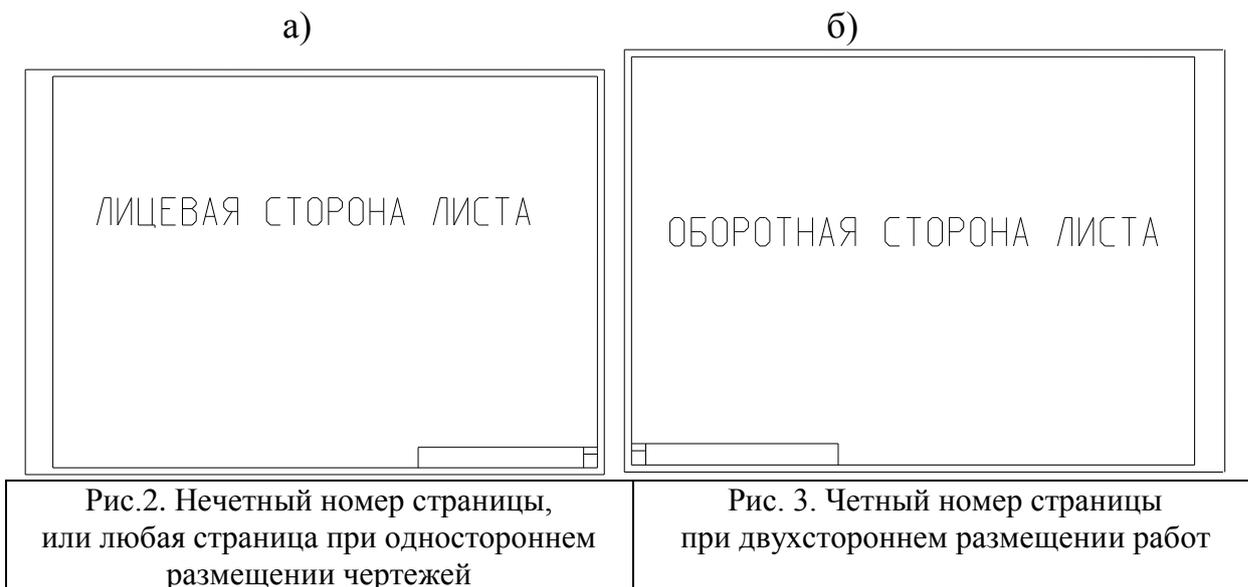
На каждом листе текстового и графического документа выполняется рамка, на всех листах, кроме титульного, вычерчивается и заполняется основная надпись. Текстовые и графические работы можно оформлять как с двух сторон листа, так и каждую работу на отдельном формате. На рис. 2, 3 представлены схемы размещения рамки и основной надписи:



Рис. 1. Шрифт типа Б с наклоном

Таблица 2

Значение	Символ
Плоскости проекций	Π_1 – горизонтальная; Π_2 – фронтальная; Π_3 – профильная
Оси проекций	x, y, z
Точки, расположенные в пространстве	прописные буквы латинского алфавита A, B, C, \dots или арабские цифры $1, 2, 3, \dots$
Следы прямых	M – горизонтальный след N – фронтальный след
Прямые и кривые линии, произвольно расположенные в пространстве по отношению к плоскостям проекций	строчные буквы латинского алфавита a, b, c, \dots
Линии уровня	горизонтальная прямая (горизонталь)- h ; фронтальная прямая (фронталь)- f ; профильная прямая - w .
Прямая, например, проходящая через точки А и В	(AB)
Отрезок прямой, например, ограниченной точками А и В	$[AB]$
Плоскости	строчные буквы греческого алфавита $\alpha, \beta, \gamma, \dots$
Поверхности: прописными буквами греческого алфавита	$A, B, \Delta \dots$
Углы, например, угол ABC с вершиной в точке В	$\angle ABC$;
Угол между прямой и плоскостью, например, прямой, проходящей через точки АВ и плоскостью γ	$\angle(AB) \hat{\gamma}$.
Расстояние между точками, например, А и В	$ AB $
Расстояние точки до плоскости, например, от А до α	$ A\alpha $
расстояние между прямыми, например, между «а» и «b»	$ ab $
Проекции геометрических форм обозначаются теми же буквами (цифрами), что и оригинал, с добавлением индекса плоскости проекций, на которой они получены: горизонтальные проекции фронтальные проекции профильные проекции	$A_1, B_1, 1_1, 2_1, a_1, b_1, \alpha_1, \beta_1, \gamma_1, A_1, B_1, \Delta_1$; $A_2, B_2, 1_2, 2_2, \alpha_2, \beta_2, \gamma_2, A_2, B_2, \Delta_2$; $A_3, B_3, 1_3, 2_3, a_3, b_3, \alpha_3, \beta_3, \gamma_3, A_3, B_3, \Delta_3$.
Совпадают, равны	\equiv
Подобны	\sim
Перпендикулярны	\perp
Скрещиваются	$\underline{\bullet}$
Параллельны	\parallel
Принадлежит, является элементом множества	\in
Включает, содержит	\subset
Пересечение множеств	\cap
Логическое следствие	\Rightarrow



На рис.4 приведен пример рекомендуемой основной надписи

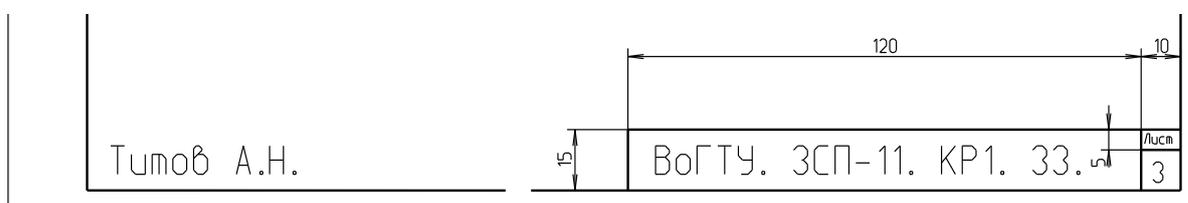


Рис.4. Лицевая сторона листа



Рис.5. Обратная сторона листа

Контрольные работы **в сброшюрованном виде** должны быть представлены на кафедру в сроки, строго соответствующие графику выполнения работ, установленному деканатом. Каждая контрольная работа должна включать все листы, предусмотренные содержанием. При неверном выполнении чертежей преподаватель делает замечания, которые должны быть исправлены там же или, если указано, переделаны на новых листах. Замечания, сделанные при рецензировании, удалять с листа нельзя. К выполнению второй контрольной работы необходимо приступать, не дожидаясь ответа на первую.

Защита контрольных работ проводится при устном собеседовании на практических занятиях во время сессии. Преподаватель вправе аннулировать представленную контрольную работу, если убеждается, что она выполнена не самостоятельно или скопирована.

К экзамену допускаются студенты, у которых зачтены предусмотренные программой контрольные работы и выполнены аудиторные работы.

СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

1. Титульный лист и содержание.
2. Перпендикуляр к плоскости. Взаимное положение прямой и плоскости, многогранника, поверхности вращения.
3. Метрические и позиционные задачи.
4. Пересечение многогранников.
5. Пересечение поверхностей плоскостью. Аксонометрические проекции.

Перед выполнением листов 2 - 4 студенту необходимо изучить следующие темы [1-3]:

- Метод ортогонального проецирования.
- Точка на эюре Монжа, задание линии и плоскости на комплексном чертеже Монжа.
- Взаимное положение геометрических форм.
- Методы преобразования чертежа.

Для того чтобы успешно решить задачи, студент должен знать ответы на вопросы:

1. В чем заключается сущность метода ортогонального проецирования?
2. Какими координатами определяются проекции точки на Π_1 , Π_2 , Π_3 ?
3. Как расположены по отношению к плоскостям проекций прямые общего положения? Линии уровня? Проецирующие прямые?
4. Каковы особенности эпюр прямых общего положения? Линий уровня? Проецирующих прямых?
5. Какие существуют взаимные положения прямых в пространстве? Как на эюре определить взаимное положение прямых?
6. Каковы условия проецирования прямого угла в истинную величину?
7. Какими способами задают плоскость в пространстве?
8. Какие плоскости называют плоскостями общего положения; проецирующими; плоскостями уровня?
9. Каковы свойства эпюр плоскостей общего положения; частного положения?
10. Каковы условия инцидентности точки и прямой к плоскости?
11. Как прямая может быть расположена по отношению к плоскости? Как расположены проекции прямой перпендикулярной к плоскости общего положения?
12. Сформулируйте алгоритмы определения взаимного положения прямой и плоскости общего положения.
13. Конкурирующие точки и их использование для определения видимости. Как устанавливается относительная видимость прямой и плоской фигуры?

ЛИСТ 1: Титульный лист и содержание

Перед выполнением этого листа студенту необходимо ознакомиться с ГОСТами 2.304-81*, 2.105-79*, 2.104-2006 [4]. На рис. 6 представлен пример выполнения этого листа. Работа выполняется на двух листах формата А4, рекомендуется выделить эти форматы на листе А3, не разрезая его.

Титульный лист выполняется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к текстовым документам ГОСТ 2.105-79*, к чертежным шрифтам ГОСТ 2.304-81 [4].

Министерство науки и образования Российской Федерации Вологодский государственный университет Факультет заочного и дистанционного обучения Кафедра начертательной геометрии и графики								
<h1 style="margin: 0;">КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ 1, 2</h1> <p style="margin: 5px 0 0 0;">инженерная графика</p> <p style="margin: 5px 0 0 0;">ЗДСП-11 вариант 33</p> <p style="margin: 20px 0 0 0;">Студент Титов А.Н.</p> <p style="margin: 5px 0 0 0;">Домашний адрес: г.Череповец, ул. Металлургов, дом 9 кв.27</p> <p style="margin: 20px 0 0 0;">Вологда 2014</p>								
Содержание Контрольная работа 1								
<ol style="list-style-type: none"> 1. Титульный лист и содержание. 2. Перпендикуляр к плоскости. Взаимное положение прямой и плоскости, многогранника, поверхности вращения. 3. Метрические и позиционные задачи. 4. Пересечение многогранников. 5. Пересечение поверхностей плоскостью. АксонOMETрические проекции. 								
Контрольная работа 2								
<ol style="list-style-type: none"> 1-3. Взаимное положение геометрических форм 4. Метрические задачи 								
ВоГУ. ЗДСП-11. 33.								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Инженерная графика	Литера	Лист	Листов
Разраб.	Титов А.Н.					У	1	9
Провер.	Тюкин Н.Н.							
Н.контр.								
Утв.								
Кафедра НГ и Г								

Рис.6. Титульный лист и содержание

Рекомендуется следующая последовательность выполнения надписей стандартным шрифтом:

1- размещают текст на листе. Для этого определяют суммарную длину строки текста, при выбранном размере шрифта. Если размер строки получается больше, чем место, предназначенное для надписи, меняют размер шрифта или разбивают текст на большее количество строк. Затем определяют положение начала строки, исходя из требуемой компоновки листа;

2- выполняют вспомогательную сетку в виде тонких линий, ограничивающих строку по высоте, каждую букву по ширине, определяющую положение наклонных и горизонтальных элементов шрифта. Перед разбивкой сетки определяют случаи изменения расстояния между буквами в тексте. Если в слове, написанном прописными буквами, встречаются сочетания Г и А, Г и Д, Г и Л, Т и А, Т и Л, Ь и Т, Р и А, Р и Д уменьшают вдвое промежуток ними, так же поступают и в том случае, если буква А стоит в середине слова. Наличие тире в тексте требует увеличения расстояния между словами. Если слова в тексте разделены знаком препинания, то минимальное расстояние между словами измеряется от знака до следующего за ним слова. Для разбивки текста можно использовать шаблон из бумаги, на котором заранее определяют ширину букв и зазоры между ними и словами. Сетку для шрифта выполняют твердым карандашом без нажима, накалывать сетку измерительным инструментом нельзя;

3- заполняют сетку. Буквы и цифры выполняют, допуская движение руки только в двух направлениях - сверху вниз и слева направо. Для всего текста, выполненного одним размером шрифта, толщина линий обводки должна быть одинакова для прописных и строчных букв. При этом рекомендуется следить, чтобы грифель карандаша имел симметричную форму и давал линии одной толщины.

Наличие навыка выполнения надписей стандартным шрифтом может позволить отказаться от выполнения подробной вспомогательной сетки и ограничиться выполнением двух параллельных горизонтальных линий, с расстоянием между ними, равным высоте букв, а также наклонных линий в начале, конце и середине строки, для контроля наклона.

Основная надпись на первом листе текстовых документов, в нашем случае, на листе «Содержание», выполняется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104-2006 «Основные надписи» (рис. 7).

Пример заполнения основной надписи к контрольной работе приведен на рис.6, подписи, дата сдачи работы выполняются ручкой.

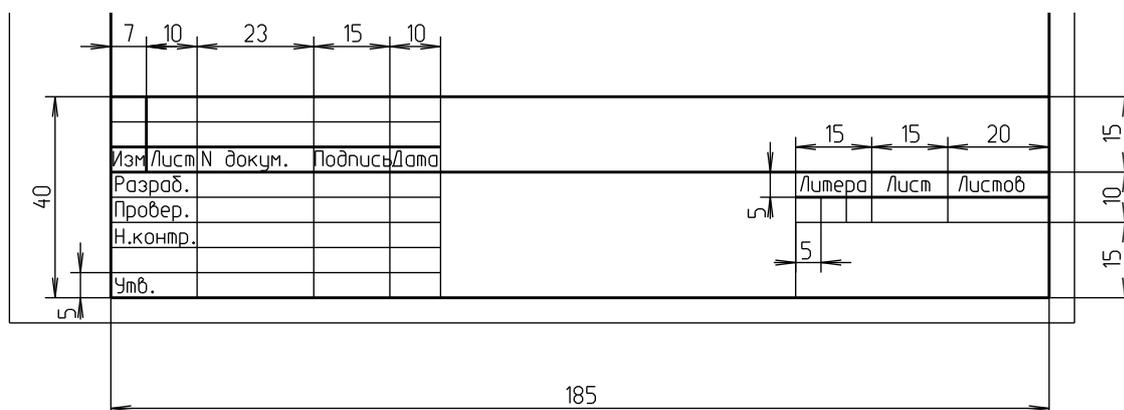


Рис.7. Основная надпись для первого листа текстовых документов

ЛИСТ 2: Задачи 1, 2, 3

Перпендикуляр к плоскости. Взаимное положение прямой с плоскостью, многогранником, поверхностью вращения

На рис. 8 приведен пример компоновки листа 2. При оформлении эпюра должны быть сохранены все промежуточные построения тонкими линиями толщиной 0,1-0,2 мм; линии видимого контура выполняют сплошными толстыми линиями толщиной 0,6-0,8 мм; невидимый контур показывают штриховыми линиями толщиной 0,3-0,4 мм. Нумерация задач в кружках диаметром 10 мм шрифтом №5. Проекция всех точек, линий и плоскостей необходимо подписать, вспомогательные секущие плоскости обозначить разомкнутой линией.

Задача 1: Определить расстояние от точки D до плоскости ABC.

По исходным данным, приведенным в таблице 3, строят горизонтальную и фронтальную проекции точки D и плоскости ABC.

Таблица 3

Вариант	Координаты точек											
	А			В			С			D		
	x	y	z	x	y	z	x	y	z	x	y	z
0	110	25	20	85	10	70	45	40	30	120	50	60
1	85	20	15	60	0	80	20	45	45	85	65	65
2	74	50	32	110	8	75	155	25	10	150	65	55
3	10	65	30	55	10	80	120	10	0	100	60	80
4	60	55	35	105	8	80	130	25	15	140	60	65
5	130	30	70	120	0	0	80	55	70	100	20	90
6	150	0	70	120	40	35	80	30	70	140	65	20
7	130	28	15	105	8	80	60	55	37	140	65	65
8	100	25	20	75	10	70	35	40	30	110	50	60
9	140	50	20	60	14	70	90	14	30	100	50	70

Рекомендации по решению задачи №1

Так как расстояние от точки до плоскости равно длине перпендикуляра, опущенного из этой точки на плоскость, решение задачи разбивается на 4 этапа:

1 этап – из точки D нужно опустить перпендикуляр b на плоскость ABC.

Известно, что если прямая (например, b) перпендикулярна к плоскости, то ее горизонтальная проекция (b_1) перпендикулярна горизонтальной проекции горизонтали (h_1), фронтальная проекция прямой (b_2) перпендикулярна фронтальной проекции фронтальной проекции (f_2), т.е. $b_1 \perp h_1$, $b_2 \perp f_2$. Поэтому, чтобы построить прямую b, **сначала необходимо построить любую горизонталь h и фронталь f, принадлежащие плоскости ABC.**

Фронталь и горизонталь (линии уровня) - это прямые, параллельные соответственно фронтальной и горизонтальной плоскости проекций и наклонные к остальным. Эти прямые проецируются в истинную величину на плоскость, к которой они параллельны, а на другие – в виде линий параллельных осям, разделяющим эти плоскости. Так как $h_2 \parallel x_{12}$; $f_1 \parallel x_{12}$, **построение горизонтали начинают с фронтальной проекции, а фронталь – с горизонтальной проекции.** В случае если одна из сторон плоскости является линией уровня, дополнительно построения такой линии не требуется, ее нужно только обозначить на эпюре.

На примере (рис.8) фронталь построили через точку А, горизонталь - через С. Использование этих точек, при заданных условиях, позволяет уменьшить количество построений: т.к. любая прямая строится через 2 точки, то рационально использовать уже имеющиеся на чертеже точки плоскости.

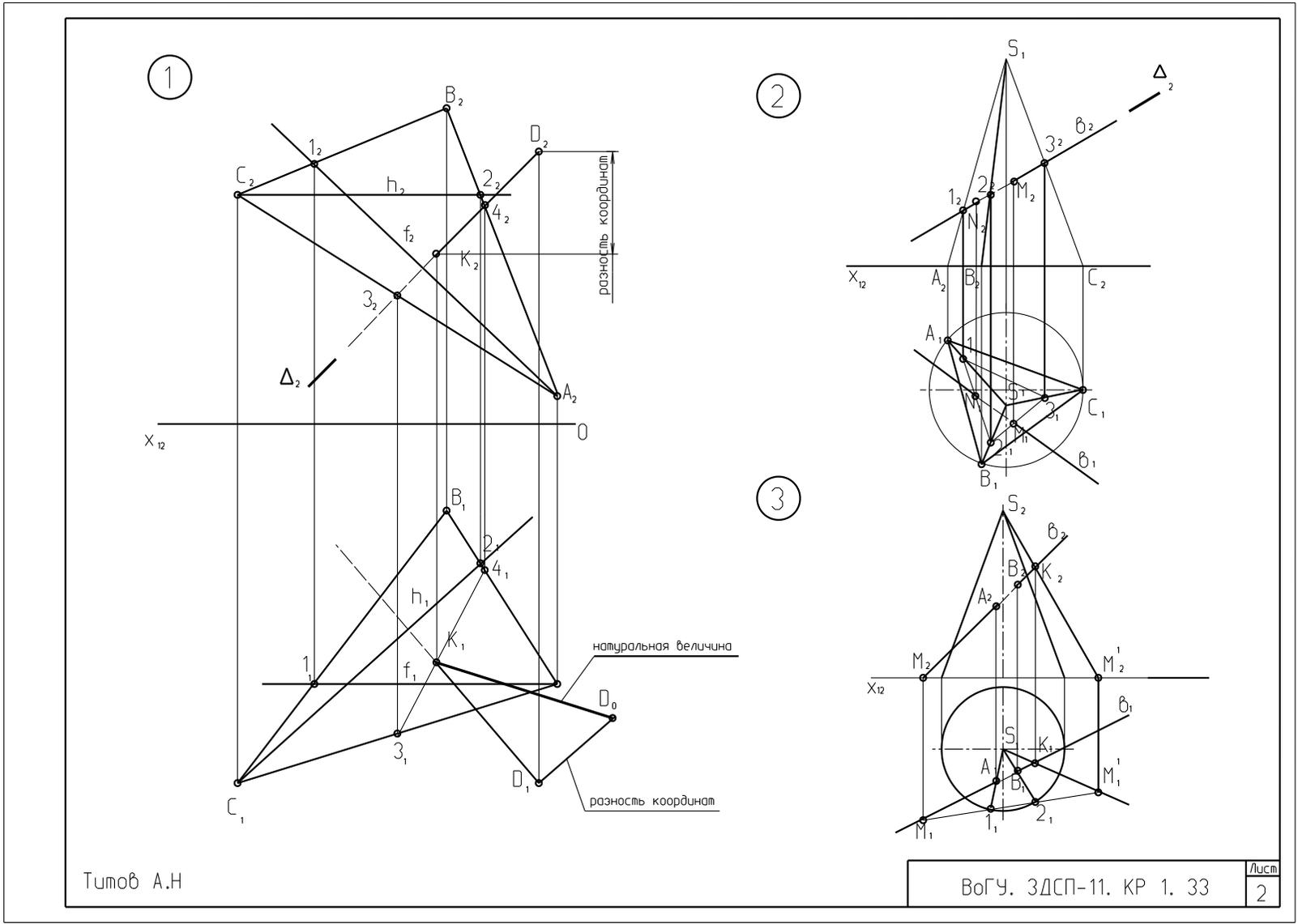


Рис. 8. Задачи 1, 2, 3

2 этап – необходимо определить точку пересечения перпендикуляра (b) с плоскостью ABC.

Прямую (b) заключают во вспомогательную, обычно проецирующую плоскость, строят линию пересечения заданной и вспомогательной плоскостей. Использование в качестве вспомогательной именно проецирующей плоскости, (перпендикулярной к одной из плоскостей проекций), связано с тем, что проекции плоскости и прямой, помещенной в эту плоскость, совпадут (при использовании горизонтально-проецирующей плоскости – горизонтальные, фронтально-проецирующей плоскости – фронтальные). Строят проекции линии пересечения заданной и вспомогательной плоскостей на другой плоскости проекций. Затем, рассматривая взаимное положение построенной проекции линии пересечения плоскостей и заданной прямой, делают вывод о положении прямой относительно заданной плоскости.

На рис.8 рассмотрен пример использования фронтально-проецирующей плоскости Δ . Строят линию пересечения заданной плоскости ABC и вспомогательной Δ , на рис.8 это отрезок 3,4. Определяют взаимное положение проекций b и 3,4, на рассматриваемом примере это b_1 и 3_14_1 . Так как проекции этих линий пересекаются, в данном случае, в K_1 , делаем вывод - прямая b пересекается с плоскостью ABC в точке K.

3 этап - методом конкурирующих точек определяют видимость проекций перпендикуляра.

Выбирают конкурирующую точку – точку мнимого пересечения скрещивающихся прямых, строят проекции этих двух точек на другой плоскости проекций и сравнивают их координаты. Точка, имеющая бóльшую координату, принадлежит видимой линии. Если определяют видимость на горизонтальной плоскости, то сравнивают значение координаты Z, для определения видимости на фронтальной плоскости – Y.

На рис.8 для определения видимости прямой на фронтальной плоскости используют конкурирующую точку между перпендикуляром DK и стороной плоскости AC, на горизонтальной – между DK и CB.

4 этап – определяют натуральную величину отрезка.

Анализируя положение проекций этого отрезка на плоскостях проекций, делаем вывод о его положении в пространстве. Если он является прямой общего положения, необходимы дополнительные преобразования, т.к. ни одна проекция не является истинной величиной.

В частности, можно использовать способ прямоугольного треугольника. На любой плоскости проекций строим прямоугольный треугольник, один его катет это проекция отрезка, другой - разность координат концов отрезка - ΔZ или ΔY , измеренная на другой плоскости проекций. Гипотенуза этого прямоугольного треугольника – натуральная величина отрезка.

В примере (рис.8) длину отрезка определили, построив на горизонтальной плоскости прямоугольный треугольник $K_1D_1D_0$, где D_1D_0 – разность координат ΔZ (проекций K_2 и D_2), K_1D_0 – расстояние от точки D до плоскости ABC.

Задача 2.

Определить взаимное положение прямой и трехгранной пирамиды

Положение прямой (восходящая или нисходящая) студент выбирает самостоятельно, учитывая характеристику прямой по таблице 4. Трехгранная пирамида для всех вариантов имеет высоту 70 мм, ее основание произвольно вписывается в окружность диаметром 60, контуры пирамиды и положение прямой **не должны быть копией** рассмотренного на рис.8 примера.

Таблица 4

Вариант	Характеристика прямой к задаче 2	Характеристика прямой к задаче 3
0	Общего положения	Фронталь под углом 60° к π_1
1	Фронталь под углом 45° к π_1	Общего положения
2	Горизонталь под углом 60° к π_2	Общего положения
3	Общего положения	Фронталь под углом 45° к π_1
4	Фронталь под углом 30° к π_1	Общего положения
5	Горизонталь под углом 45° к π_2	Фронталь под углом 60° к π_1
6	Общего положения	Фронталь под углом 45° к π_1
7	Фронталь под углом 60° к π_1	Фронталь под углом 30° к π_1
8	Горизонталь под углом 30° к π_2	Общего положения
9	Общего положения	Фронталь под углом 30° к π_1

Рекомендации по решению задачи 2

Как и определение взаимного положения прямой и плоскости, так и установление расположения в системе прямая – многогранник выполняется заключением прямой в дополнительную, чаще всего, проецирующую плоскость. В рассмотренном на рис. 8 примере использована фронтально проецирующая плоскость Δ . Затем строят линию сечения многогранника этой вспомогательной плоскостью по точкам пересечения с ребрами (на рис.8 – точки 1, 2, 3).

При рассмотрении взаимного положения проекций прямой и сечения делается вывод о взаимном положении пирамиды и прямой. В примере горизонтальная проекция прямой (b_1) пересекается с проекцией сечения ($1_1 2_1 3_1$) в N_1 и M_1 , т.е. точки M , N одновременно принадлежат прямой b и поверхности пирамиды, и являются точками пересечения прямой и многогранника. Затем методом конкурирующих точек определяют видимость проекций прямой.

Задача 3.

Определить взаимное положение прямой и прямого кругового конуса

Во всех вариантах решают задачу для прямого кругового конуса высотой 65мм и диаметром основания 60мм, прямую задают в соответствии с характеристикой, указанной в таблице 4.

Задача решается на основе того же алгоритма, что и две предыдущих, при этом выбирать вспомогательную секущую плоскость нужно так, чтобы получить в сечении конуса окружность или треугольник – наиболее простые для построения формы.

В рассмотренном на рис.8 примере задана линия общего положения, в отличие от задачи 1 и 2 использование проецирующей плоскости не даст простого решения, в сечении получатся плоские фигуры, ограниченные кривыми 2-го порядка.

Чтобы получить в сечении треугольник, используется вспомогательная плоскость общего положения. Плоскость общего положения задают пересекающимися прямыми – заданной линией (b) и произвольной прямой, проходящей через вершину конуса. Точку пересечения линий выбирают произвольно на прямой b (в примере - это точка K). Выбранная вспомогательная плоскость отсекает от конуса треугольник, проходящий через точки S , 1, 2. При рассмотрении взаимного положения проекций треугольника сечения ($S_1 1_1 2_1$) и прямой (b_1) получаем, что прямая пересекает коническую поверхность в точках A и B .

На эюре необходимо определить видимость проекций прямой.

ЛИСТ 3: Метрические и позиционные задачи Задачи 4, 5

Метрическими задачами называют задачи связанные с определением или построением натуральных размеров, углов наклона отрезков и плоских фигур, позиционными – с определением взаимного положения геометрических форм. Пример компоновки - на рис. 9, на листе решаются две задачи:

задача 4: построить плоскость, параллельную заданной на расстоянии 35мм;

задача 5: определить натуральную величину плоскости методом замены плоскостей проекций.

Рекомендации по решению задачи 4

Расстояние между параллельными плоскостями измеряется по перпендикуляру, опущенному или восстановленному из произвольной точки одной плоскости на вторую плоскость. Для решения задачи необходимо построить перпендикуляр к заданной плоскости и найти на нем требуемое расстояние. Через точку, расположенную на перпендикуляре на расстоянии 35мм от АВС, будет проходить плоскость параллельная заданной.

По заданным координатам (табл.2) необходимо построить плоскость АВС. Алгоритм решения будет включать в себя первых 2 этапа, рассмотренных при решении задачи 1 на листе 2. Сначала необходимо построить любую горизонталь h и фронталь f , принадлежащие плоскости АВС, а затем прямую $n \perp АВС$. В случае, если одна из сторон плоскости задана линией уровня, дополнительного построения такой линии не требуется.

Прямую (b) можно восстановить из любой точки, принадлежащей плоскости, на рис.9 построения ведут из точки С. Так как построенная прямая (b) занимает общее положение, для того чтобы определить на ней точку на заданном расстоянии требуется сначала определить ее размер. Для этого на прямой выбирают произвольную точку (на рис.9 это точка Р) и определяют длину отрезка СР, в примере применяется уже использовавшийся при решении задачи 1 (этап 4) способ прямоугольного треугольника. На отрезке СР находим точку Т, расположенную на заданном по условию расстоянии 35мм от плоскости АВС. Через эту точку строят плоскость параллельную заданной, из условий параллельности:

- две плоскости параллельны, если две пересекающиеся прямые одной плоскости параллельны двум пересекающимся прямым другой плоскости;
- если прямые параллельны, то все их проекции параллельны (в частном случае – совпадают).

Рекомендации по решению задачи 5

Определить величину плоской фигуры на эпюре можно, если она является плоскостью уровня, то есть параллельна одной из плоскостей проекций и перпендикулярна к остальным. При этом на ту плоскость проекций, к которой фигура параллельна она проецируется без искажений, а на другие в виде прямой параллельной к оси, разделяющей эти плоскости.

Рассмотренная на рис.9 плоскость АВС на π_1 и π_2 проецируется в виде треугольников, то есть является **плоскостью общего положения** – она не параллельна и не перпендикулярна ни одной из плоскостей проекций и на все плоскости проекций проецируется с искажением. Для ее преобразования в плоскость уровня при любом способе решения задачи сначала производят ее преобразование в **проецирующую плоскость** - перпендикулярную к одной из плоскостей проекций и не параллельную к остальным.

Такая плоскость проецируется на ту плоскость проекций, к которой она перпендикулярна в виде наклонной ко всем осям прямой, а на другие плоскости проекций с ис-

кажением. Затем плоскость преобразуют в **плоскость уровня** – параллельную к одной из плоскостей проекций и перпендикулярную к остальным.

В примере (рис.9) используется **метод замены плоскостей** проекций, при его применении должны соблюдаться два условия:

- **новая плоскость проекций должна быть перпендикулярна к оставшейся плоскости проекций;**

- **геометрическая форма должна занять по отношению к новой плоскости проекций частное положение**, то есть быть к ней параллельна, или перпендикулярна.

В этом случае, для построения новой проекции любой точки от новой оси, разделяющей плоскости проекций, по линии связи откладывают координату точки с той плоскости проекций, которую заменяют.

Алгоритм преобразования плоскости общего положения в плоскость уровня:

1 - в плоскости строят одну из главных линий плоскости - горизонталь или фронталь ей принадлежащую, так как обе эти линии построены при решении задачи 4, в данном случае дополнительных построений не требуется;

2 - преобразуют плоскость общего положения в проецирующуюся: вводят новую плоскость проекций, в примере на рис.9 $\pi_4 \perp \pi_1$, $ABC \perp \pi_4$. При этом ось $x_{14} \perp h_1$. Для построения проекции, вырождающейся в прямую наклонную к оси x_{14} , от новой оси по линиям связи откладывают координаты точек с той плоскости, которую заменяют – координаты Z_A, Z_B, Z_C измеряемые от A_2, B_2, C_2 до оси x_{12} .

3 - преобразуют проецирующуюся плоскость уровня: вводят новую плоскость $\pi_5 \perp \pi_4$, $ABC \parallel \pi_5$. При этом новая ось x_{45} параллельна проекции $A_4B_4C_4$.

ЛИСТ 4: Пересечение плоскостей и многогранников

На рис.10 представлен пример компоновки листа при решении двух задач:

задача 6 - построить плоскость перпендикулярную ABC и определить линию пересечения их пересечения;

задача 7 – построить линии пересечения многогранников.

Рекомендации по решению задачи 6

По данным таблицы 2 строят эпюр плоскости ABC и точки D, по таблице 5 эпюр точки E.

Таблица 5

Координаты точки E	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x	35	0	65	20	45	70	50	45	25	10
y	20	15	20	25	15	10	10	15	20	14
z	55	65	35	45	65	80	60	65	55	60

По условию необходимо провести плоскость перпендикулярную заданной, новой плоскости принадлежит отрезок DE; построить линию пересечения плоскостей.

По условию необходимо провести плоскость перпендикулярную заданной, новой плоскости принадлежит отрезок DE; построить линию пересечения плоскостей.

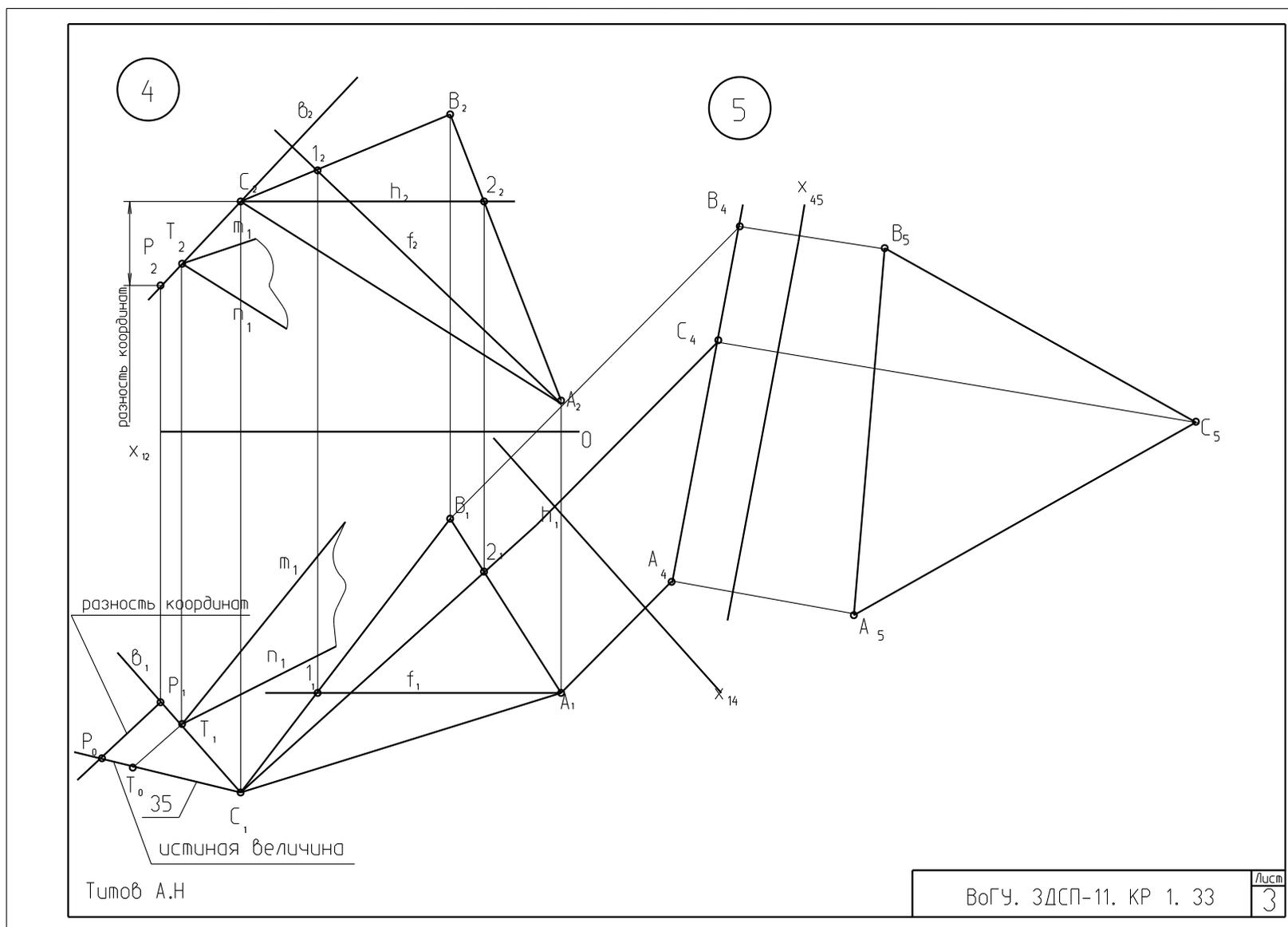


Рис. 9. Задачи 4, 5

Плоскости перпендикулярны, если одна из них содержит перпендикуляр к другой плоскости. Таким образом, для того чтобы построить плоскость перпендикулярную к заданной, нужно из точки принадлежащей второй плоскости, например D, построить перпендикуляр к ABC.

Эти построения были выполнены при решении задачи 1 на листе 2, необходимо повторить 3 этапа решения построить перпендикуляр и найти точку его пересечения с плоскостью ABC. Точка K является точкой пересечения перпендикуляра b с плоскостью ABC, она принадлежит линии пересечения взаимно перпендикулярных плоскостей.

Для того чтобы достроить эту линию, необходимо определить еще одну точку, ей принадлежащую. Выбирают одну из прямых любой плоскости (кроме прямой b) и определяют точку пересечения этой линии с другой плоскостью. Задача решается тем же методом, что и определение точки пересечения прямой b и плоскости ABC.

В примере (рис. 9) рассматривают отрезок DE и плоскость ABC. Прямую помещают в дополнительную проецирующую плоскость, в данном случае, горизонтально проецирующую, строят линию пересечения вспомогательной и заданной плоскостей – 5, 6. Фронтальные проекции линии пересечения 5_2b_2 и прямой D_2E_2 пересекаются в M_2 , значит, точка M является точкой пересечения прямой и плоскости. Проекция точек MK определяют положение линии пересечения взаимно перпендикулярных плоскостей ABC и $DE \cap b$. Методом конкурирующих точек определяют видимость проекций плоскостей.

Эта же задача может быть решена введением двух дополнительных плоскостей частного положения, так чтобы каждая из них одновременно пересекала бы взаимно перпендикулярные плоскости, или преобразованием одной из перпендикулярных плоскостей в проецирующую. Студент может решить задачу любым способом.

Рекомендации по решению задачи 7

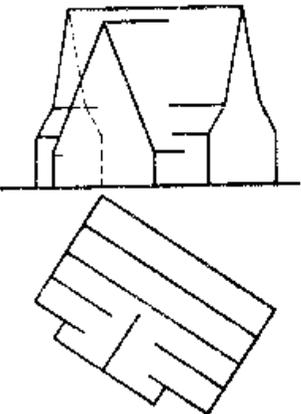
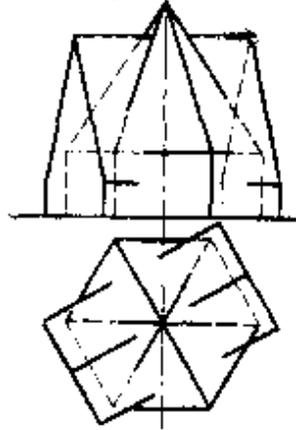
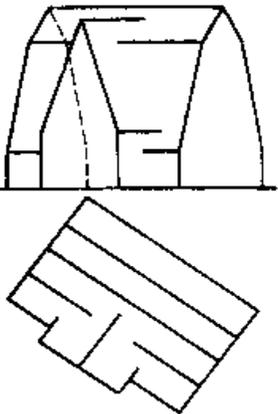
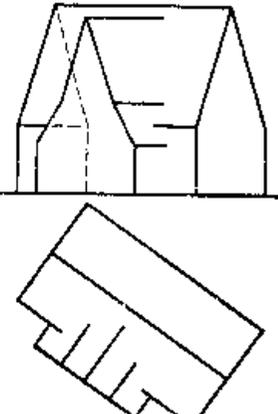
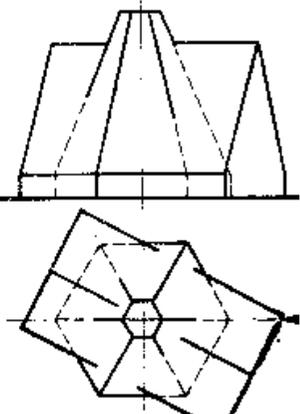
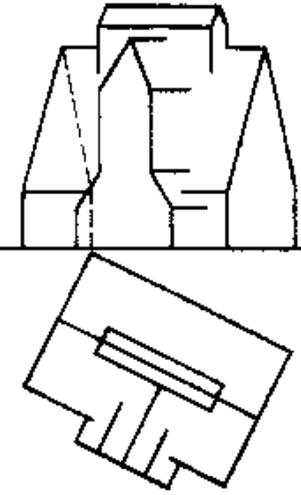
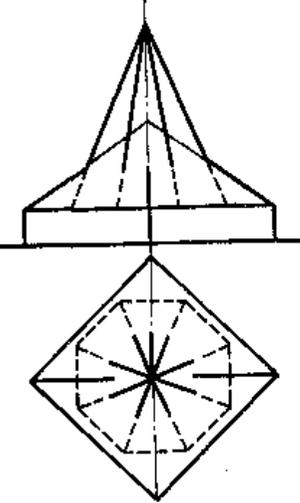
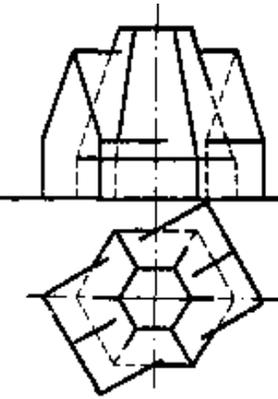
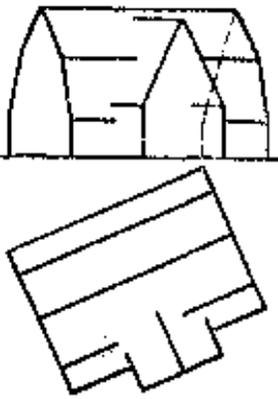
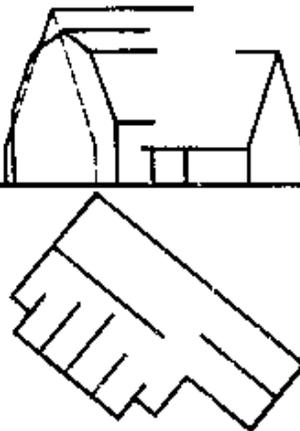
Задание (табл. 6) представляет собой проекции схематизированных зданий и пристроек к ним, все они имеют скатные кровли. В правой части формата в тонких линиях перечерчивают **СНАЧАЛА горизонтальную**, а затем фронтальную проекцию объекта, размеры увеличивают **минимум** в 4 раза, угол поворота фигур относительно фронтальной плоскости 30° , вариант 7 - 45° .

Незавершенные линии карнизов, коньков и стен вычерчивают тонкими линиями, необходимо найти точки их пересечения со скатами или стенами. После определения точек, видимые участки этих линий, а также ломаной линии пересечения многогранников, построенной через эти точки, обводят основными линиями.

Линия пересечения многогранников определяется точками пересечения ребер одного из них с гранями другого или построением линий пересечения граней многогранников друг с другом, т.е. решается либо задача на определение взаимного положения прямой (ребра) с плоскостью (гранью), либо на построение линий пересечения плоскостей (граней). Задачу второго типа наиболее удобно решать, когда одна или обе плоскости проецирующие. Подробно алгоритмы таких решений были рассмотрены при решении задачи 1 на листе 2, также при решении задачи 6 на выполняемом эюре.

На рис.10 точки, определяющие линию пересечения многогранников, находим в основном при пересечении ребер одного многогранника с гранью другого. При решении использовались дополнительные горизонтально проецирующие плоскости. После построения линий пересечения необходимо определить видимость проекций методом конкурирующих точек и обвести видимые участки основной линией, невидимые - штриховой.

Таблица 6

<p>Вариант 1</p> 	<p>Вариант 2</p> 	<p>Вариант 3</p> 	<p>Вариант 4</p> 	<p>Вариант 5</p> 
<p>Вариант 6</p> 	<p>Вариант 7</p> 	<p>Вариант 8</p> 	<p>Вариант 9</p> 	<p>Вариант 10</p> 

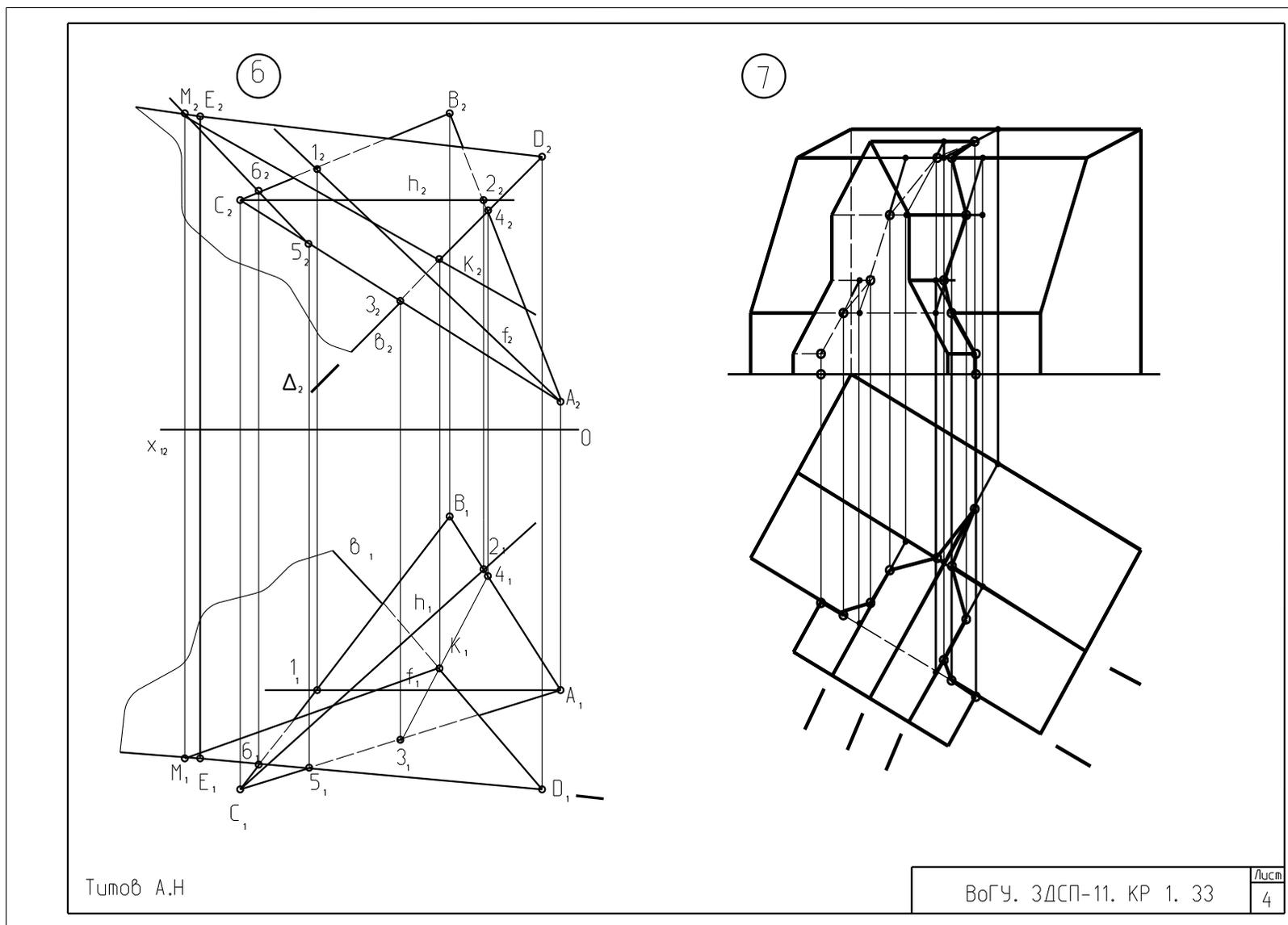


Рис. 10. Задачи 6, 7

**ЛИСТ 5: Пересечение поверхностей плоскостью.
Аксонетрические проекции. Задачи 8, 9**

На этом листе решаются две задачи (пример рис.11):

задача 8 - построить три проекции линии пересечения сложной комбинированной поверхности с фронтально проецирующей плоскостью и определить натуральную величину сечения;

задача 9 - построить аксонометрическую проекцию комбинированной поверхности вместе с контуром сечения ее плоскостью.

Рекомендации по решению задачи 8

В таблице 7 указаны тип, размеры поверхностей и примерное положение секущей плоскости. В левой половине листа строят три проекции поверхности, определяют линию ее пересечения заданной фронтально проецирующей плоскостью. Построение проекций сечения выполняют по точкам, расположенных на образующих или направляющих линиях комбинированной поверхности.

Для построения натуральной величины плоскости предлагается воспользоваться методом замены плоскостей проекций. Для преобразования проецирующей плоскости в плоскость уровня вводят новую плоскость проекций π_4 . Она должна быть перпендикулярна одной из имеющихся плоскостей проекций, и плоскость Δ должна быть к ней параллельна. Для того чтобы избежать наложения изображений, ось размещают на свободном поле чертежа параллельно следу фронтально проецирующей плоскости, линии связи не сохраняют.

Таблица 7

<p align="center">Вариант 1</p>	<p align="center">Вариант 2</p>	<p align="center">Вариант 3</p>	<p align="center">Вариант 4</p>	<p align="center">Вариант 5</p>
<p align="center">Вариант 6</p>	<p align="center">Вариант 7</p>	<p align="center">Вариант 8</p>	<p align="center">Вариант 9</p>	<p align="center">Вариант 10</p>

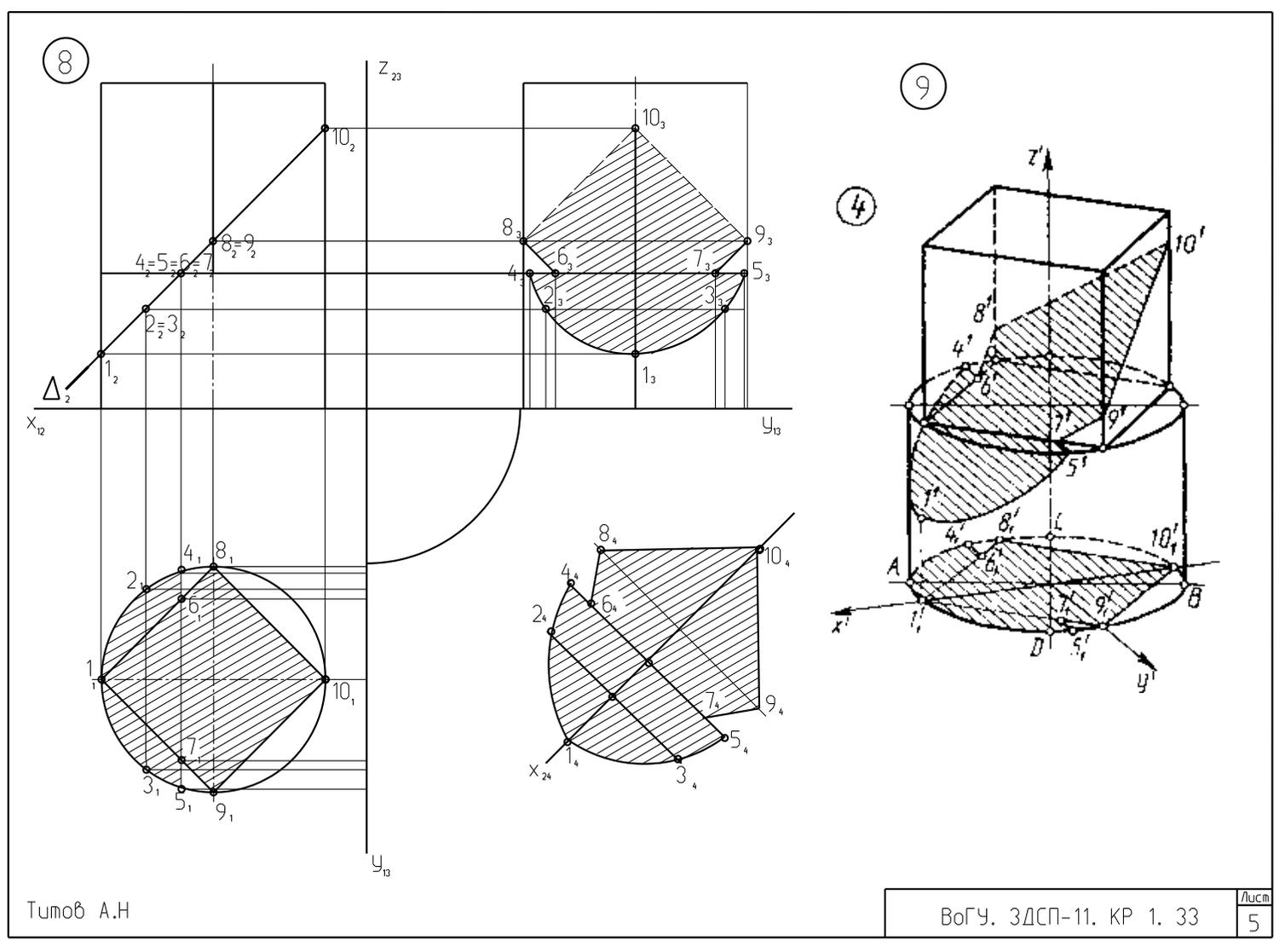


Рис. 11. Задачи 8, 9

Рекомендации по решению задачи 9

Из всего разнообразия аксонометрических проекций, получаемых путем проецирования предмета вместе с ортогональными осями на картинную плоскость, ГОСТ 2.317-69[4] рекомендует применять следующие виды аксонометрии:

- прямоугольную изометрию (рис.12);
- прямоугольную диметрию (рис.13);
- косоугольную фронтальную изометрию;
- косоугольную горизонтальную изометрию;
- косоугольную фронтальную диметрию.

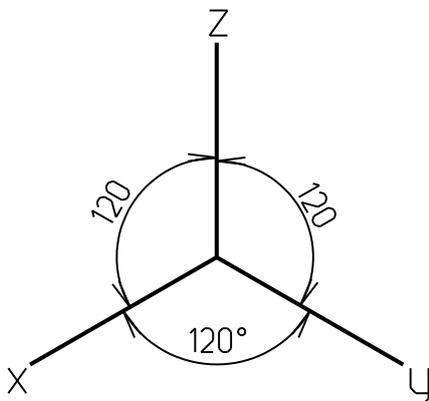


Рис. 12

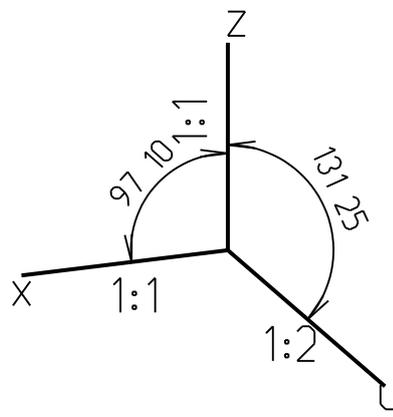


Рис. 13

Вид аксонометрии студент определяет сам в зависимости от вида и положения поверхности, ограничивающих деталь, так чтобы получить достаточно наглядное изображение.

Построения обычно начинают с выполнения вторичной проекции, за которую чаще всего принимают горизонтальную проекцию в аксонометрии. Затем из каждой точки проводят вертикальные прямые, на них откладывают координату Z этих точек.

Окружность в аксонометрической проекции представляет собой эллипс, построение которого требует специальных лекал и навыков в работе с ними, поэтому на практике эллипсы заменяют овалами.

Построение овалов может быть выполнено разными способами, общая для прямоугольной изометрии и диметрии последовательность построения циркульных кривых аксонометрической проекции окружностей может включать следующие этапы:

- определяем положение центра окружности в аксонометрии;
- строим через выбранную точку оси данной плоскости;
- вычерчиваем взаимно перпендикулярные оси эллипса, причем, малая ось эллипса параллельна отсутствующей в данной плоскости оси;
- вычерчиваем окружность заданного радиуса через выбранный центр;
- определяем положение центров дуг.

Для построения изометрии окружности дуги большого радиуса выполняются из точек пересечения окружности и малой оси эллипса, дуги малого радиуса – из точек на пересечении большой оси с прямой соединяющей с противолежащими точками пересечения окружности и осей данной плоскости.

Для диметрии в горизонтальной и профильной плоскости из точек пересечения малой оси и окружности откладываем по этой оси R – это центры дуг большого радиуса. Центры малых дуг лежат на большой оси эллипса на пересечении прямой, соединяющей с точками пересечения окружности и оси данной плоскости, на которой искажение равно 1. Для определения центров дуг на фронтальной плоскости проводим горизонтальные линии из точек пересечения окружности и оси X, на малой оси эллипса получаем центры дуг большого радиуса, на большой – центры дуг малого радиуса.

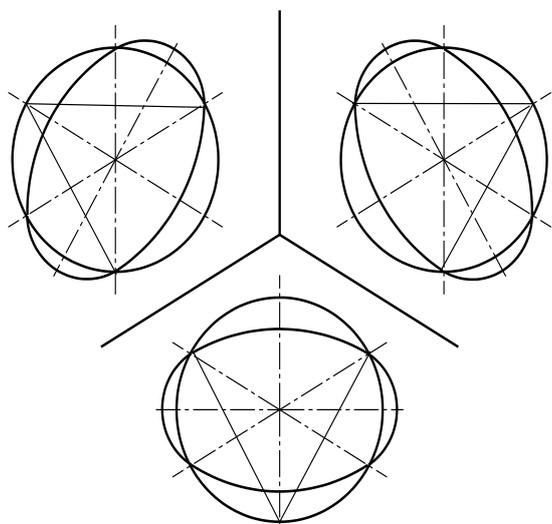


Рис. 14. Изометрия окружности

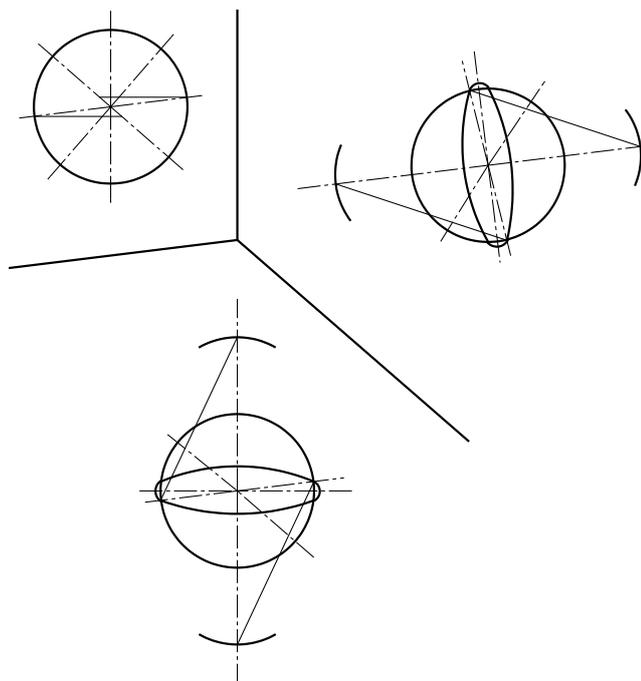


Рис. 15. Диметрия окружности

Библиографический список

1. Гордон, В.О. Курс начертательной геометрии: учеб. пособие для втузов/В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский; под ред. В. О. Гордона. – М.: Высш. шк., 2009.- 270 с.
2. Гордон, В. О. Сборник задач по курсу начертательной геометрии: учеб. пособие для втузов/В. О. Гордон, Ю. Б. Иванов, Т. Е. Солнцева; под. ред. Ю. Б. Иванова. – М.: Высш. шк., 2007.-319 с.
3. Начертательная геометрия: учебник для строит. специальностей вузов/под ред. Н. Н. Крылова. – М.: Высш. шк., 2006.- 223 с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

4. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Каталог национальных стандартов.- Режим доступа: <http://www.gost.ru/wps/portal/pages.CatalogOfStandarts>
5. bCAD: сайт компании «ПроПроГруппа» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.propro.ru/>

Подписано в печать 06.03.2014. Усл. печ. л. . Тираж .

Печать офсетная. Бумага офисная. Заказ № _____

Отпечатано: РИО ВоГУ, г. Вологда, ул. Ленина, 15