МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

А.И.Айбазов

Начертательная геометрия. Инженерная графика

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ:

35.03.06 Агроинженерия

Черкесск - 2026

УДК 000000
ББК 00000
И00

Рассмотрено на заседании кафедры «Общеинженерных и естественнонаучных дисциплин».

Протокол № 12 от «26 » 10. 2023 г.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СевКавГА.

Протокол № 15 от «30» 10. 2023 г.

Рецензент: Боташев А.Ю. –д.т.н., профессор кафедры «Технологические машины и переработка материалов»

И00 **Айбазов А.И.** Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика» для обучающихся направления подготовки: 35.03.06 Агроинженерия / А.И. Айбазов. – Черкесск: БИЦ СевКавГА, 2023

. – 66 с.

Методические указания содержат 2 контрольные работ по вариантам. Представлена методика выбора варианта и порядок выполнения работ.

Содержание методических указаний изложено в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС) по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

УДК 000000
ББК 00000

© Айбазов А.И., 2023
© ФГБОУ ВПО СевКавГА, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Начертательная геометрия……..……..... 3
Методические указания к изучению курса «Начертательная геометрия» ……... 3
Контрольная работа 1……. 8
Вопросы для самопроверки…… 20
2 Инженерная графика ……... 23
Методические указания к изучению курса «Инженерная графика»….. 23
Контрольная работа 2…….. 25
Вопросы для самопроверки……..... 45
Список рекомендуемой литературы……. 46..

1. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

При изучении начертательной геометрии предусматривается: лекционное изложение курса, работа с учебником и учебными пособиями, практические занятия, выполнение домашних заданий и расчетно-графических работ, консультация по курсу. Завершающим этапом является собеседование по домашним заданиям, расчетно-графическим и контрольным работам (выявляется самостоятельность их выполнения). Знания, умения, навыки и способности к представлению пространственных форм проверяются на экзамене.

На лекциях рассматриваются принципиальные вопросы, формулируются и доказываются основополагающие положения, рассматриваются типовые геометрические задачи, поясняется алгоритм их решения и графические построения.

Рассмотрение частных случаев, вариантов построения, а также детализации предмета относятся к практическим занятиям и выполнению домашних заданий. Методика практических занятий основывается на активной форме усвоения материала, обеспечивающей максимальную самостоятельность каждого обучающегося в решении задач. В упражнениях и задачах отражается специфика будущей специальности обучающегося. При изложении курса допустимы изменения последовательности изучения тем, указанных в программе.

На практических занятиях учебные группы делятся на подгруппы не более 10 - 12 человек.

Обучающиеся выполняют ряд комплексных домашних заданий (расчетно-графических работ - РГР) с решением позиционных и метрических задач по основным разделам курса. Содержание заданий и характер их оформления определяются рабочими программами. Домашние работы обучающийся -заочник высылает на кафедру для рецензирования с последующей защитой их перед экзаменом.

По курсу «Начертательная геометрия» предусматривается одна или две контрольные работы. К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие все практические и домашние работы и прошедшие собеседование.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА «НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ»

Начертательную геометрию обучающиеся изучают на первом курсе обучения. Перед изучением курса необходимо, прежде всего, ознакомиться с программой, приобрести учебную литературу и тщательно продумать календарный рабочий план самостоятельной учебной работы, согласуя его с учебным графиком и планами по другим учебным дисциплинам первого курса. Наряду с изучением теории необходимо ознакомиться с решением типовых задач каждой темы курса и выполнить контрольные работы.

Надо учитывать уровень своей математической подготовки, уметь достаточно точно и аккуратно выполнять графические построения при решении конкретных геометрических задач. Правильно построенные самостоятельные занятия по начертательной геометрии разрешат трудности в изучении этой дисциплины и научат обучающегося уметь представлять всевозможные сочетания геометрических форм в пространстве. Начертательная геометрия способствует развитию пространственного воображения (мышления), умению «читать» чертежи, с помощью чертежа передавать свои мысли и правильно понимать мысли другого, что крайне необходимо инженеру.

При изучении начертательной геометрии следует придерживаться следующих общих указаний:

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

2. Прочитанный в учебной литературе материал должен быть глубоко усвоен. В начертательной геометрии следует избегать механического запоминания теорем, отдельных формулировок и решений задач. Такое запоминание непрочно. Обучающийся должен разобраться в теоретическом материале и уметь применить его как общую схему к решению конкретных задач.

При изучении того или иного материала курса не исключено возникновение у обучающегося ложного впечатления, что все прочитанное им хорошо понято, что материал прост и можно не задерживаться на нем. Свои знания надо проверить ответами на поставленные в конце каждой темы учебника вопросы и решением задач.

3. Очень большую помощь в изучении курса оказывает хороший конспект учебника или аудиторных лекций, где записывают основные положения изучаемой темы и краткие пояснения графических построений в решении геометрических задач. Такой конспект поможет глубже понять и запомнить изучаемый материл. Он служит также справочником, к которому приходится прибегать, сопоставляя темы в единой взаимосвязи.

Каждую тему курса по учебнику желательно прочитать дважды. При первом чтении учебника глубоко и последовательно изучают весь материал темы. При повторном изучении темы рекомендуется вести конспект, записывая в нем основные положения теории, теоремы курса и порядок решения типовых задач. В конспекте надо указать ту часть пояснительного материала, которая плохо запоминается и нуждается в частом повторении. При подготовке к экзамену конспект не может заменить учебник.

4. В курсе начертательной геометрии решению задач должно быть уделено особое внимание. Решение задач является наилучшим средством более глубокого и всестороннего постижения основных положений теории.

Прежде чем приступить к решению той или иной геометрической задачи надо понять ее условие и четко представить себе схему решения, т.е. установить последовательность выполнения операций. Надо представить себе в пространстве заданные геометрические образы.

5. В начальной стадии изучения курса начертательной геометрии полезно прибегать к моделированию изучаемых геометрических форм и их сочетаний. Значительную помощь оказывают зарисовки воображаемых моделей, а также их простейшие макеты. В дальнейшем надо привыкать выполнять всякие операции с геометрическими формами в пространстве на проекционных изображениях, не прибегая уже к помощи моделей и зарисовок. Основательная проверка знаний обучающегося может быть проведена им же самим в процессе выполнения контрольных работ. Здесь обучающийся должен поставить себя в такие условия, какие бывают на экзамене.

6. Если в процессе изучения курса начертательной геометрии у обучающегося возникли трудности, то он должен обратиться за письменной консультацией на кафедру ВУЗа или за устной консультацией в учебно-консультативный пункт (филиал) по месту своего прикрепления. Обучающийся -заочник должен поддерживать самую тесную связь с преподавателем-рецензентом по всем вопросам, связанным с изучением учебной дисциплины.

7. Выполнив все контрольные работы по курсу начертательной геометрии и, имея рецензии на них с отметкой «Зачтено», обучающийся имеет право сдавать экзамен. На экзамен представляются зачтенные контрольные работы по каждой теме курса; по ним производится предварительный опрос-собеседование. Преподаватель вправе аннулировать представленное контрольное задание, сообщив об этом на кафедру и на факультет, если при собеседовании убедится, что обучающийся выполнил контрольные работы не самостоятельно.

На экзамене обучающемуся предлагается решить две-три задачи и ответить на Один-два теоретических вопроса. Решение задач выполняется на листе чертежной бумаги (ватман) формата А3 (297 × 420) с помощью чертежных инструментов в карандаше. На экзамен необходимо принести с собой лист чертежной бумаги (ватман) формата А3, два треугольника, карандаши (жесткий и мягкий), циркуль-измеритель, резинку.

Контрольные работы. Контрольные работы по начертательной геометрии представляют собой эпюры (чертежи), которые выполняются по мере последовательности прохождения курса. Каждый контрольный эпюр сопровождается планом его решения, т. е. кратким описанием хода решения задачи.

Задания на контрольные работы индивидуальные. Они представлены в вариантах. Обучающийся выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует сумме двух последних цифр его кода. Если, например, учебный код студента 08346, то он во всех контрольных работах выполняет десятый вариант задания.

Каждая контрольная работа представляется на рецензию в полном объеме (необходимое число эпюров с объяснительными записками к ним). Представление контрольных работ по частям (отдельным эпюрам) не разрешается. На каждую контрольную работу преподаватель кафедры составляет рецензию, в которой кратко отмечает достоинства и недостатки

работы. Контрольную работу вместе с рецензией возвращают обучающемуся, и она хранится у него до экзамена. Пометки преподавателя должны быть приняты обучающимся к исполнению. Если работа не зачтена, преподаватель в рецензии указывает, какую часть контрольной работы надо переделать или же выполнить всю контрольную работу вновь. На повторную рецензию следует высылать всю контрольную работу полностью. К выполнению следующей контрольной работы приступить, не ожидая ответа на предыдущую.

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

Эпюры контрольных работ выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297 × 420 мм). На расстоянии 5 мм от линии обреза листа проводится рамка поля чертежа. С левой стороны линия рамки проводится от линии обреза листа на расстоянии 20 мм. В правом нижнем углу формата вплотную к рамке помещается основная надпись. Ее размеры и текст в ней показаны на рисунке 1 и чертежах-образцах настоящего пособия.

Задания к эпюрам берутся в соответствии с вариантами из таблиц. Чертежи заданий вычерчиваются в заданном масштабе и размещаются с учетом наиболее равномерного размещения всего эпюра в пределах формата листа.

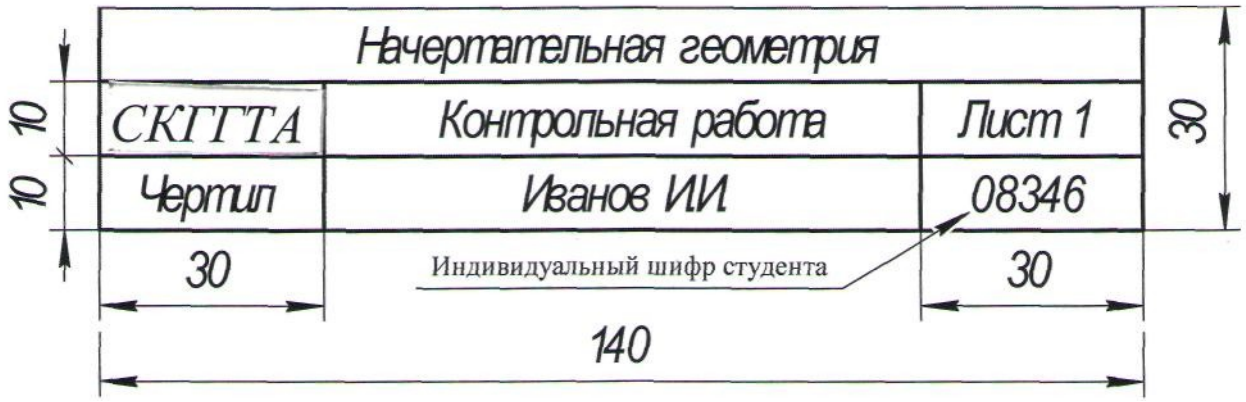


Рисунок 1 – Размеры рамки основной надписи

Все надписи, как и отдельные обозначения, в виде букв и цифр на эпюре, должны быть выполнены стандартным шрифтом размером 3,5 и 5 в соответствии с ГОСТ 2.304 - 81. Эпюры выполняются с помощью чертежных инструментов: вначале карандашом с последующей обводкой всех основных построений пастой шариковой ручки. На тщательность построений должно быть обращено серьезное внимание. Небрежно выполненные построения не только снижают качество чертежа, но и приводят к неправильным результатам.

При обводке пастой характер и толщина линий берутся в соответствии с ГОСТ 2.303 - 68. Все видимые основные линии - сплошные толщиной $S = 0,8...1,0$ мм. Линии центров и осевые - штрихпунктирной линией толщиной от $S/2$ до $S/3$ мм. Линии построений и линии связи должны быть сплошными и наиболее тонкими. Линии невидимых контуров показывают штриховыми

линиями. На это следует обратить внимание при выполнении всех контрольных работ, имея при этом в виду, что заданные плоскости и поверхности непрозрачны.

Желательно при обводке пользоваться цветной пастой. При этом все данные линии обводятся черной пастой, искомые линии красной пастой, линии построений - синей или зеленой (пастой). Все основные вспомогательные построения должны быть сохранены.

Точки на чертеже желательно вычерчивать в виде окружности диаметром 1,5...2 мм с помощью циркуля - «балеринки» (см. чертежи-образцы в учебниках). Рекомендуется отдельные видимые элементы геометрических тел и поверхностей покрывать бледными тонами красок, используя акварель, разведенную в воде тушь, чай или цветные карандаши. Всегда, однако, следует помнить о том, чтобы тона были очень бледными и не затемняли линий построений, надписей и обозначений.

Каждый эпюр сопровождается пояснительной запиской, в которой на одном листе писчей бумаги формата А4 (297 × 210 мм) кратко излагаются план решения задач и последовательность графических построений. Этот лист писчей бумаги приклеивается с левой стороны чертежного листа на полосе между краем листа и рамкой. Листы выполненной контрольной работы складывают до формата А4, вкладывают в конверт и высылают на рецензию в институт. Первая страница контрольных работ должна быть оформлена по образцу, приведенному на рисунке 2.

(наименование учебного заведения)

(кафедра)

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № _____

(группа студента, код студента)

(фамилия и инициалы студента)

Рисунок 2 - Оформление первой страницы обложки контрольной работы

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 1

Лист 1

Задача 1. Построить линию пересечения треугольников *ABC* и *EDK* и показать видимость их в проекциях. Определить натуральную величину треугольника *ABC.* Данные для своего варианта взять из таблицы 1. Пример выполнения листа 1 приведен на рисунке 3.

Таблица 1 - **Данные к задаче 1** (размеры и координаты, мм)

№ варианта	X_A	Y_A	Z_A	X_B	Y_B	Z_B	X_C	Y_C	Z_C	X_D	Y_D	Z_D	X_E	Y_E	Z_E	X_K	Y_K	Z_K
1	**11**	**90**	**9**	**52**	**25**	**79**	**0**	**83**	**48**	**68**	**11**	**85**	**13**	**19**	**36**	**14**	**52**	**0**
2	**7**	**90**	**10**	**50**	**25**	**80**	**0**	**85**	**50**	**70**	**0**	**85**	**5**	**20**	**35**	**15**	**50**	**0**
3	**12**	**90**	**10**	**52**	**25**	**80**	**0**	**80**	**45**	**64**	**11**	**80**	**13**	**18**	**35**	**12**	**50**	**0**
4	**0**	**92**	**10**	**50**	**20**	**75**	**0**	**80**	**46**	**70**	**0**	**85**	**5**	**20**	**32**	**10**	**50**	**0**
5	**11**	**9**	**90**	**52**	**79**	**25**	**0**	**48**	**83**	**68**	**10**	**11**	**13**	**36**	**19**	**14**	**0**	**52**
6	**5**	**7**	**85**	**50**	**80**	**25**	**0**	**50**	**85**	**70**	**5**	**0**	**0**	**20**	**20**	**15**	**0**	**50**
7	**12**	**10**	**90**	**48**	**82**	**20**	**0**	**52**	**82**	**65**	**11**	**11**	**13**	**38**	**20**	**15**	**0**	**52**
8	**0**	**8**	**88**	**50**	**78**	**25**	**0**	**46**	**80**	**70**	**5**	**0**	**5**	**36**	**20**	**15**	**0**	**52**
9	**11**	**10**	**92**	**50**	**80**	**25**	**0**	**50**	**85**	**70**	**85**	**11**	**13**	**35**	**20**	**15**	**0**	**50**
10	**7**	**10**	**90**	**83**	**79**	**25**	**13**	**48**	**82**	**67**	**85**	**0**	**5**	**36**	**19**	**12**	**0**	**52**
11	**11**	**12**	**92**	**85**	**89**	**25**	**5**	**50**	**85**	**70**	**80**	**10**	**13**	**35**	**20**	**1**	**0**	**52**
12	**5**	**10**	**85**	**80**	**80**	**20**	**13**	**50**	**80**	**70**	**85**	**8**	**5**	**35**	**20**	**12**	**0**	**50**
13	**12**	**12**	**88**	**85**	**80**	**25**	**5**	**50**	**80**	**75**	**85**	**11**	**13**	**30**	**15**	**0**	**0**	**50**
14	**0**	**12**	**85**	**85**	**80**	**25**	**13**	**50**	**80**	**70**	**85**	**0**	**0**	**35**	**20**	**12**	**0**	**50**
15	**11**	**90**	**10**	**83**	**25**	**79**	**0**	**83**	**48**	**67**	**85**	**11**	**13**	**19**	**36**	**0**	**52**	**0**
16	**6**	**40**	**75**	**83**	**11**	**6**	**13**	**47**	**38**	**67**	**80**	**0**	**5**	**11**	**48**	**12**	**78**	**86**
17	**11**	**75**	**40**	**83**	**7**	**10**	**0**	**38**	**47**	**67**	**85**	**11**	**13**	**1**	**11**	**0**	**86**	**78**
18	**5**	**75**	**40**	**52**	**6**	**7**	**13**	**38**	**47**	**13**	**85**	**0**	**5**	**48**	**1**	**12**	**68**	**78**
	18				**6**	**10**	**5**			**5**	**11**	**10**	**0**	**48**	**11**	**0**		

	20 15 16 18 18 18 18 11 7					**7**	**13 5 13 5 13 5 0**				**0 20 0 0**	**8 11 0 11 0 85 0 20 20**	**0 0 0 0 0 0 0 86**		**1**	**12 1 12 1 12 1 15**		

Указания к решению задачи 1. В левой половине листа формата А3 (297 × 420 мм) намечаются оси координат и из таблицы 1 согласно своему варианту берутся координаты точек *A, B, C, D, E, K* вершин треугольников (рис. 3). Стороны треугольников и другие вспомогательные прямые проводятся вначале тонкими сплошными линиями. Линии пересечения треугольников строятся по точкам пересечения сторон одного треугольника с другим или по точкам пересечения каждой из сторон одного треугольника с другим порознь. Такую линию можно построить, используя вспомогательные секущие проецирующие плоскости.

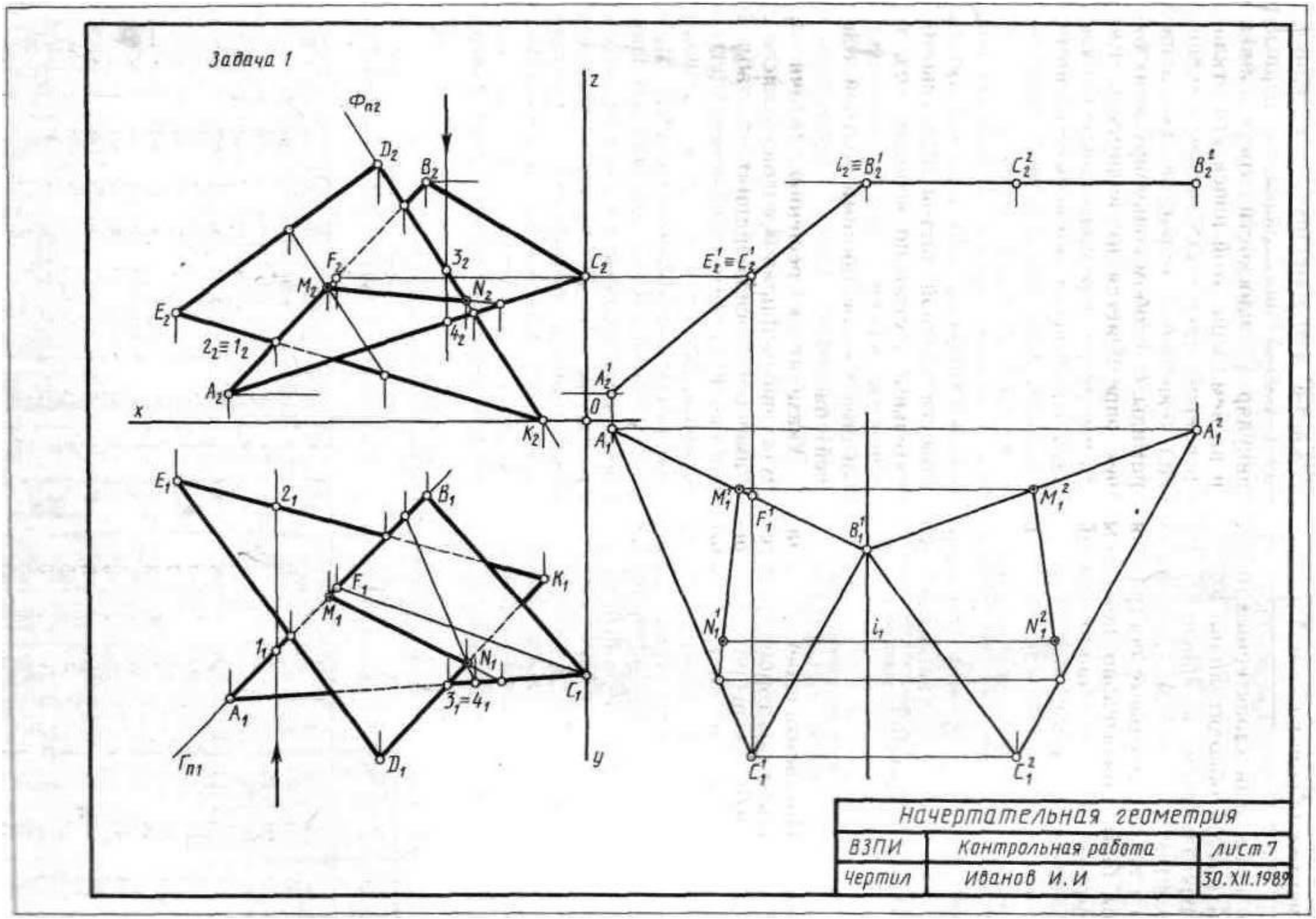


Рисунок 3 - Пример выполнения листа 1 контрольной работы 1

Видимость сторон треугольника определяется способом конкурирующих точек. Видимые отрезки сторон треугольников выделяют сплошными основными линиями, невидимые следует показать штриховыми линиями. Определяется натуральная величина треугольника *ABC*.

Плоскопараллельным перемещением треугольник *ABC* приводится в положение проецирующей плоскости и далее вращением вокруг проецирующей прямой в положение, когда он будет параллелен одной из плоскостей проекций.

В треугольнике *ABC* следует показать и линию *MN* пересечения его с треугольником *EDK*.

Выполнив все построения в карандаше, чертеж обводят цветной пастой. Вначале, используя «балеринку», помечают кружками характерные точки. Черной пастой обводят линии заданных треугольников, а красной пастой - линию пересечения треугольников. Все вспомогательные построения должны быть обязательно показаны на чертеже в виде тонких линий синей (зеленой) пастой.

Видимые части треугольников в проекциях можно покрыть очень бледными тонами красок или цветных карандашей. Все буквенные или цифровые обозначения, а также надписи обводят черной пастой.

Лист 2

Задача 2. Построить проекции пирамиды, основанием которой является треугольник *ABC,* а ребро *SA* определяет высоту *h* пирамиды. Данные для своего варианта взять из таблицы 2. Пример выполнения листа 2 приведен на рисунке 4.

Таблица 2 - **Данные к задаче 2** (координаты и размеры, мм)

№ варианта	X_A	Y_A	Z_A	X_B	Y_B	Z_B	X_C	Y_C	Z_C	h
1	**117**	**90**	**9**	**52**	**25**	**79**	**0**	**83**	**48**	**85**
2	**120**	**90**	**10**	**50**	**25**	**80**	**0**	**85**	**50**	**85**
3	**115**	**90**	**10**	**52**	**25**	**80**	**0**	**80**	**45**	**85**
4	**120**	**92**	**10**	**50**	**20**	**75**	**0**	**80**	**46**	**85**
5	**117**	**9**	**90**	**52**	**79**	**25**	**0**	**48**	**83**	**85**
6	**115**	**7**	**85**	**50**	**80**	**25**	**0**	**50**	**85**	**85**
7	**120**	**10**	**90**	**48**	**82**	**20**	**0**	**52**	**82**	**85**
8	**116**	**8**	**88**	**50**	**78**	**25**	**0**	**46**	**80**	**85**
9	**115**	**10**	**92**	**50**	**80**	**25**	**0**	**50**	**85**	**85**
10	**18**	**10**	**90**	**83**	**79**	**25**	**135**	**48**	**82**	**85**
11	**20**	**12**	**92**	**85**	**80**	**25**	**135**	**50**	**85**	**85**
12	**15**	**10**	**85**	**80**	**80**	**20**	**130**	**50**	**80**	**85**
13	**16**	**12**	**88**	**85**	**80**	**25**	**130**	**50**	**80**	**80**
14	**18**	**12**	**85**	**85**	**80**	**25**	**135**	**50**	**80**	**80**
15	**18**	**90**	**10**	**83**	**25**	**79**	**135**	**83**	**48**	**80**
16	**18**	**40**	**75**	**83**	**117**	**6**	**135**	**47**	**38**	**80**
17	**18**	**75**	**40**	**83**	**6**	**107**	**135**	**38**	**47**	**80**
18	**117**	**75**	**40**	**52**	**6**	**107**	**0**	**38**	**47**	**80**

Указания к решению задачи 2. В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и из таблицы 2 согласно своему варианту берутся координаты точек *A, B* и *C* вершин треугольника *ABC*. По координатам строится треугольник в проекциях. В точке *A* восставляется перпендикуляр к плоскости треугольника и на нем выше этой плоскости откладывается отрезок *AS,* равный заданной величине *h*. Строятся ребра пирамиды. Способом конкурирующих точек определяется их видимость.

Видимые ребра пирамиды следует показать сплошными основными линиями, невидимые - штриховыми линиями. Стороны треугольника *ABC* (основание пирамиды) следует обвести черной пастой; ребра *SA, SB,* и *SC* пирамиды обвести красной пастой. Все вспомогательные построения необходимо сохранить на эпюре и показать их тонкими сплошными линиями зеленой (синей) пастой.

Задача 3. Построить линию пересечения пирамиды с прямой призмой. Данные для своего варианта взять из таблицы 3. Пример решения задачи 3 приведен на рисунке 4.

Таблица 3 - **Данные к задаче 3** (координаты и размеры, мм)

Показатели	№ варианта																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
X_A	141	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	14	14	14	14	135	145	145
Y_A	75	70	80	68	75	82	85	90	85	1	1	1	1	1	1	5	5	5
Z_A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	80	68	82	85	90	75	75	95
X_B	12	20	20	20	20	20	20	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y_B	2	9	19	7	14	21	24	29	30	12	12	12	12	12	12	11	12	12
Z_B	14	77	77	77	77	77	77	77	80	2	2	2	2	2	2	6	6	0
X_C	77	53	53	53	53	53	53	53	55	9	19	7	21	24	29	14	14	34
Y_C	87	95	11	93	10	11	11	12	12	77	77	77	77	77	77	77	77	77
Z_C	10	40	0	40	0	2	5	0	0	87	87	87	87	87	87	81	91	87
X_D	0	14	40	14	40	40	40	40	40	95	11	93	11	11	12	10	10	12
Y_D	40	1	14	1	14	14	14	14	14	40	0	40	2	5	0	0	0	0
Z_D	0	45	1	43	1	1	1	1	1	0	40	0	40	40	40	40	40	40
X_E	50	40	55	40	50	57	60	65	60	45	0	43	0	0	0	0	0	0
Y_E	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	55	40	57	60	65	50	50	70
Z_E	10	50	40	50	40	40	40	40	40	10	40	10	40	40	40	40	40	60
X_K	0	0	50	0	50	50	50	50	50	0	10	0	10	13	10	10	10	10
Y_K	50	67	0	67	0	0	0	0	0	50	0	50	0	0	0	0	0	0
Z_K	0	20	67	20	67	67	67	67	67	0	50	0	50	50	50	50	50	50
X_G	74	0	20	0	20	20	20	20	20	74	0	74	0	0	0	0	0	0
Y_G	20	12	0	12	0	0	0	0	0	20	74	20	74	70	74	74	74	74
Z_G	0	5	12	5	12	12	12	12	12	0	20	0	20	20	20	20	20	20
X_U	16	20	5	20	5	5	5	5	5	16	0	16	0	0	0	0	0	0
Y_U	20	0	20	0	20	20	20	20	20	20	16	20	16	16	16	16	16	16
Z_U	0	86	0	86	0	0	0	0	0	0	20	0	20	20	20	20	20	20
h	55	95	86	95	86	86	86	86	86	55	0	55	0	0	0	0	0	0
	95	0	95	0	95	95	95	95	95	95	55	95	55	55	55	55	55	55
	0	85	0	85	0	0	0	0	0	0	90	0	95	95	95	95	95	95
			85		85	85	85	85	86	85	0	85	0	0	0	0	0	0

	85										**85**		**85**	**85**	**85**	**85**	**85**	**85**

Указания к решению задачи 3. В оставшейся правой половине листа 2 намечаются оси координат и из таблицы 3 согласно своему варианту берутся координаты точек *A, B, C* и *D* вершин пирамиды и координаты точек *E, K, G* и *U* вершин многоугольника нижнего основания призмы, а также высота *h* призмы. По этим данным строятся проекции многогранников (пирамида и призма). Призма своим основанием стоит на плоскости уровня, горизонтальные проекции ее вертикальных ребер преобразуются в точки. Грани боковой поверхности призмы представляют собой отсеки горизонтально проецирующих плоскостей.

Линии пересечения многогранников определяются по точкам пересечения ребер каждого из них с гранями другого многогранника или построением линии пересечения граней многогранника. Соединяя каждые пары таких точек одних и тех же граней отрезками прямых, получаем линию пересечения многогранников.

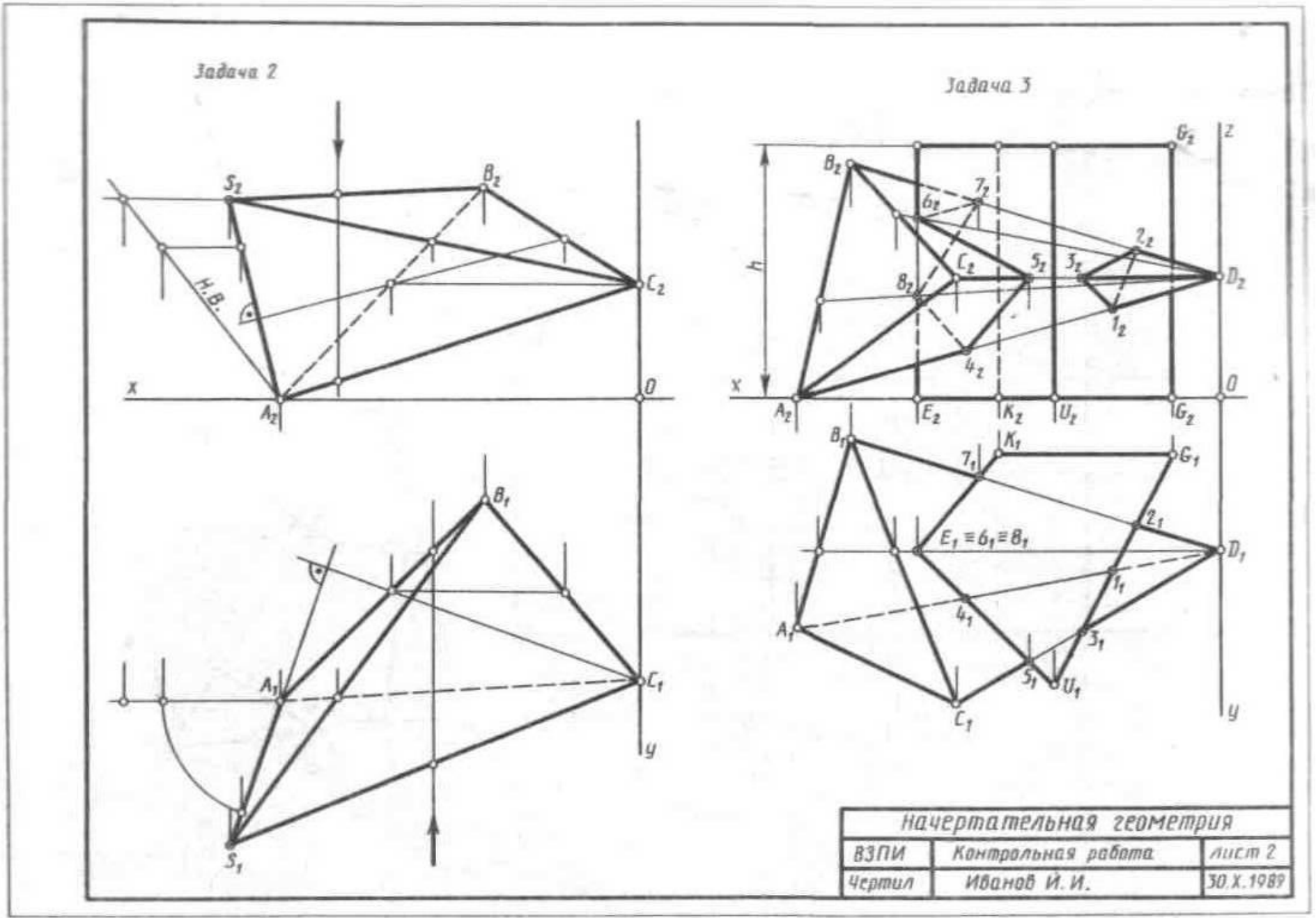


Рисунок 4 - Пример выполнения листа 2 контрольной работы 1

Видимыми являются только те стороны многоугольника пересечения, которые принадлежат видимым граням многогранников. Их следует показать сплошными основными линиями красной пастой, невидимые отрезки пространственной ломаной показать штриховыми линиями красной пастой. Все вспомогательные построения на эпюре сохранить и показать их тонкими линиями синей (зеленой) пастой.

Примечание. Задаче 3 необходимо уделить особое внимание. Все построения на чертеже тщательно проверить. Допущенные ошибки приводят к неправильному решению следующей задачи - задачи 4 (построение развертки многогранников).

Лист 3

Задача 4. Построить развертки пересекающихся многогранников прямой призмы с пирамидой. Показать на развертках линию их пересечения. Пример выполнения листа 3 приведен на рисунке 5.

Чтобы решить данную задачу, чертеж-задание для листа 3 получить, переведя на кальку формата А3 (297 × 420 мм) чертеж пересекающихся, многогранников с листа 2 (задача 3).

Указания к решению задачи 4. Заданные элементы многогранников на кальке показать черной пастой; линии их пересечения обвести красной пастой. Здесь выполняются вспомогательные построения (их обвести синей или зеленой пастой) для определения натуральных величин ребер многогранников.

На листе бумаги ватман формата А3 (297 × 420 мм) строятся развертки многогранников.

Развертка прямой призмы. Для построения развертки прямой призмы поступают следующим образом:

а) проводят горизонтальную прямую;

б) от произвольной точки *G* этой прямой откладывают отрезки *GU, UE, EK, KG,* равные длинам сторон основания призмы;

в) из точек *G, U, ...*восставляют перпендикуляры и на них откладывают величины, равные высоте призмы. Полученные точки соединяют прямой. Прямоугольник GG_1G_1G является разверткой боковой поверхности призмы. Для указания на развертке граней призмы из точек *U, E, K* восставляют перпендикуляры;

г) для получения полной развертки поверхности призмы к развертке поверхности пристраивают многоугольники ее оснований.

Для построения на развертке линии пересечения призмы с пирамидой замкнутых ломаных линий *1 2 3* и *4 5 6 7 8* пользуемся вертикальными прямыми. Например, для определения положения точки *1* на развертке поступаем так: на отрезке *GU* от точки *G* вправо откладываем отрезок $G1_0$, равный отрезку *G1* (рис. 4).

Из точки 1_0 восставляем перпендикуляр к отрезку *GU* и на нем откладываем аппликату *z* точки *1*. Аналогично строят и находят остальные точки.

Развертка пирамиды. На кальке определяют натуральную величину каждого из ребер пирамиды. Зная натуральные величины ребер пирамиды, строят ее развертку. Определяют последовательно натуральные величины граней пирамиды. На ребрах и на гранях пирамиды (на развертке) определяют вершины пространственной ломаной пересечения пирамиды с призмой.

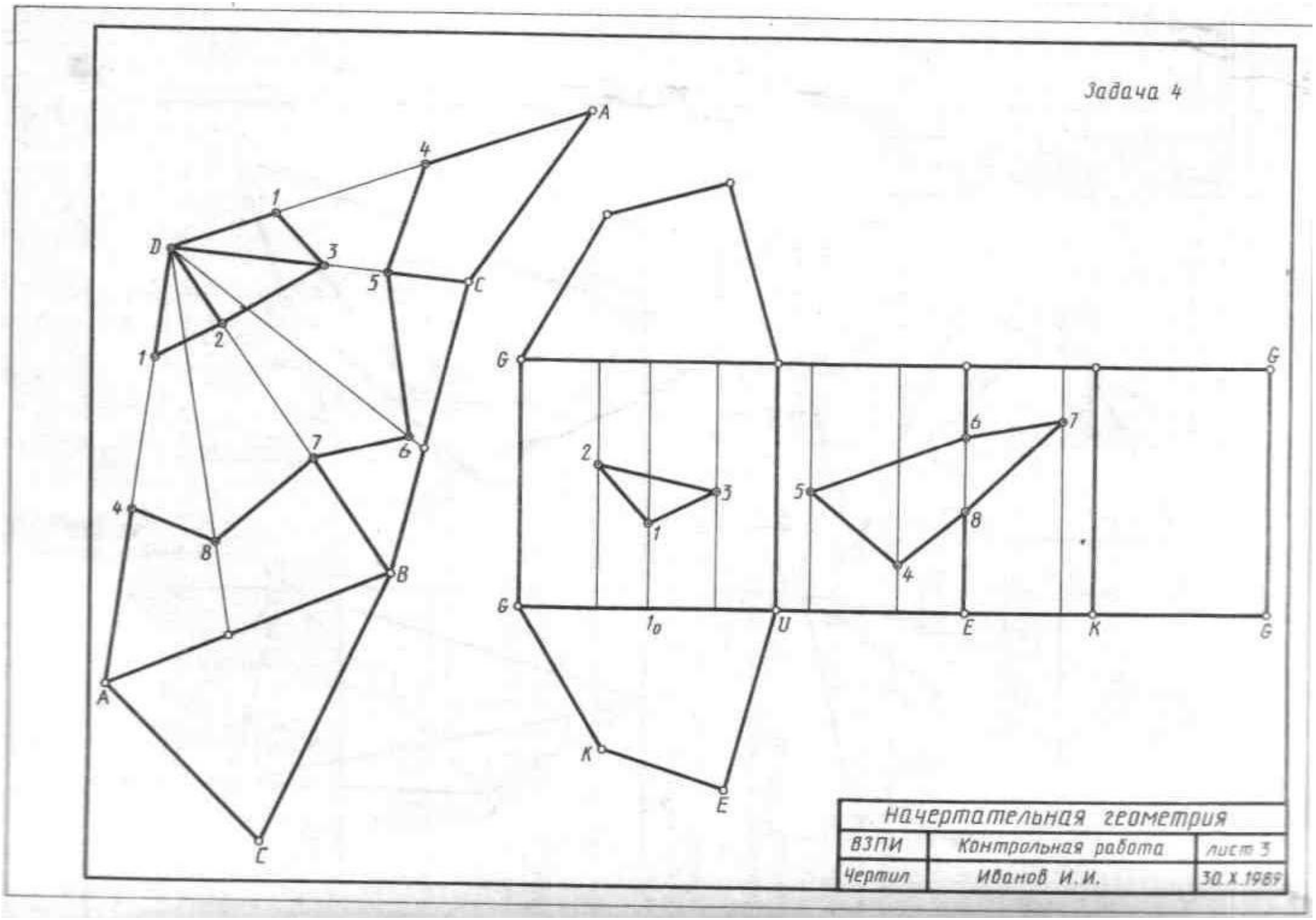


Рисунок 5 - Пример выполнения листа 3 контрольной работы 1

Развертки многогранников покрыть бледным тоном цветной акварели, чая или цветного карандаша. Ребра многогранника на развертке обвести черной пастой; линии пересечения многогранников обвести красной, а все вспомогательные построения – синей или зеленой пастой.

Лист 4

Задача 5. Построить линию пересечения конуса вращения плоскостью *ABC* общего положения. Данные для своего варианта взять из таблицы 4. Пример выполнения листа 5 приведен на рисунке 6.

Таблица4 - **Данные к задаче 5** (координаты и размеры, мм)

№ варианта	X_K	Y_K	Z_K	X_A	Y_A	Z_A	X_B	Y_B	Z_B	X_C	Y_C	Z_C	R	h
1	78	72	0	10	50	62	46	30	62	82	125	10	45	100
2	78	72	0	82	125	10	10	50	62	46	30	62	45	100
3	80	72	0	46	30	62	82	125	10	10	50	62	45	100
4	80	70	0	10	50	62	82	125	10	46	30	62	45	100
5	78	70	0	46	30	62	10	50	62	82	125	10	44	102
6	80	72	0	45	30	60	10	50	60	80	125	8	45	98
7	80	68	0	46	28	60	10	48	60	80	126	0	45	98
8	82	68	0	47	28	65	10	50	65	82	126	6	45	98
9	82	68	0	48	28	65	10	562	65	84	128	6	43	98
10	82	68	0	49	30	66	12	48	66	84	130	5	44	102
11	80	66	0	50	30	64	12	46	64	85	128	4	43	102
12	80	66	0	44	32	60	12	52	60	85	132	5	43	102
13	80	66	0	44	30	60	15	50	60	86	132	5	42	102
14	82	65	0	45	30	62	15	48	62	86	130	5	42	102
15	82	65	0	45	32	62	15	48	62	84	135	0	42	100
16	84	65	0	45	28	66	10	50	66	84	135	0	43	100
17	84	64	0	45	30	66	10	52	66	85	136	5	44	100
18	86	64	0	44	30	65	14	52	65	88	136	4	44	100

Указания к решению задачи 5. В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и из таблицы 4 согласно своему варианту берутся величины, которыми задаются поверхность конуса вращения и плоскость *ABC*. Определяется центр (точка *K)* окружности радиусом *R* основания конуса вращения в плоскости уровня. На вертикальной оси, на расстоянии *h* от плоскости уровня и выше ее, определяется вершина конуса вращения. По координатам точек *A, B, C* определяется секущая плоскость.

В целях облегчения построения линии сечения строится дополнительный чертеж заданных геометрических образов. Выбирается дополнительная система $П_3П_1$ плоскостей проекций с таким расчетом, чтобы секущая плоскость была представлена как проецирующая. Дополнительная плоскость проекций $П_3$ перпендикулярна данной плоскости *ABC*. Линия сечения (эллипс) проецируется на плоскость проекций $П_3$ в виде отрезка прямой на следе этой плоскости. Имея проекцию эллипса сечения на дополнительной плоскости $П_3$, строят основные ее проекции.

Оси координат, очертания поверхности на основном эпюре и секущую плоскость следует обвести черной пастой; линию сечения в проекциях обвести

красной пастой. Все основные и вспомогательные построения на основном и дополнительных эпюрах сохранить и показать тонкими сплошными линиями синей (зеленой) пастой.

Задача 6. Построить линию пересечения конуса вращения с цилиндром вращения. Оси поверхностей вращения - взаимно перпендикулярные проецирующие скрещивающиеся прямые. Данные для своего варианта взять из таблицы 5. Пример решения задачи 6 приведен на рисунке 6.

Таблица 5 - **Данные к задаче 6** (координаты и размеры, мм)

№ варианта	X_K	Y_K	Z_K	R	h	X_E	Y_E	Z_E	R_1
1	80	70	0	45	100	50	70	32	35
2	80	70	0	45	100	50	70	32	30
3	80	72	0	45	100	53	72	32	32
4	80	72	0	45	100	60	72	35	35
5	70	70	0	44	102	50	70	32	32
6	75	70	0	45	98	65	70	35	35
7	75	70	0	45	98	70	70	35	35
8	75	72	0	45	98	75	72	35	35
9	75	72	0	43	98	80	72	35	35
10	75	75	0	44	102	50	75	35	35
11	80	75	0	43	102	85	75	36	36
12	80	75	0	43	102	85	75	40	35
13	80	75	0	42	102	80	75	40	35
14	80	70	0	42	102	80	70	40	32
15	80	70	0	42	100	75	70	40	32
16	70	72	0	43	100	75	72	42	32
17	70	72	0	44	100	70	72	40	32
18	70	74	0	44	100	70	74	36	32

Указания к решению задачи 6. В правой половине листа намечают оси координат и из таблицы 5 берут согласно своему варианту величины, которыми задаются поверхности конуса вращения и цилиндра вращения. Определяют центр (точка *K)* окружности радиуса *R* основания конуса вращения в горизонтальной координатной плоскости. На вертикальной оси на расстоянии *h* от плоскости уровня и выше ее определяют вершину конуса вращения.

Осью цилиндра вращения является фронтально-проецирующая прямая точки *E;* основаниями цилиндра являются окружности радиуса R_1. Образующие цилиндра имеют длину, равную $3R_1$, и делятся пополам фронтальной меридиональной плоскостью конуса вращения.

С помощью вспомогательных секущих плоскостей определяют точки пересечения очерковых образующих одной поверхности с другой и промежуточные точки линии пересечения поверхностей. Проводя вспомогательную секущую фронтальную меридиональную плоскость конуса вращения, определяют точки пересечения главного меридиана (очерковых образующих) конуса вращения с параллелью (окружностью) проецирующего цилиндра. Выбирая горизонтальную секущую плоскость, проходящую через

ось цилиндра вращения, определяют две точки пересечения очерковых образующих цилиндра с поверхностью конуса.

Высшую и низшую, а также промежуточные точки линии пересечения поверхности находят с помощью вспомогательных горизонтальных плоскостей - плоскостей уровня. По точкам строят линию пересечения поверхности конуса вращения с цилиндром вращения и устанавливают ее видимость в проекциях.

Оси координат и очертания поверхностей вращения следует обвести черной пастой, а линию пересечения поверхностей - красной. Все основные вспомогательные построения на эпюре сохранить и показать тонкими сплошными линиями синей пастой.

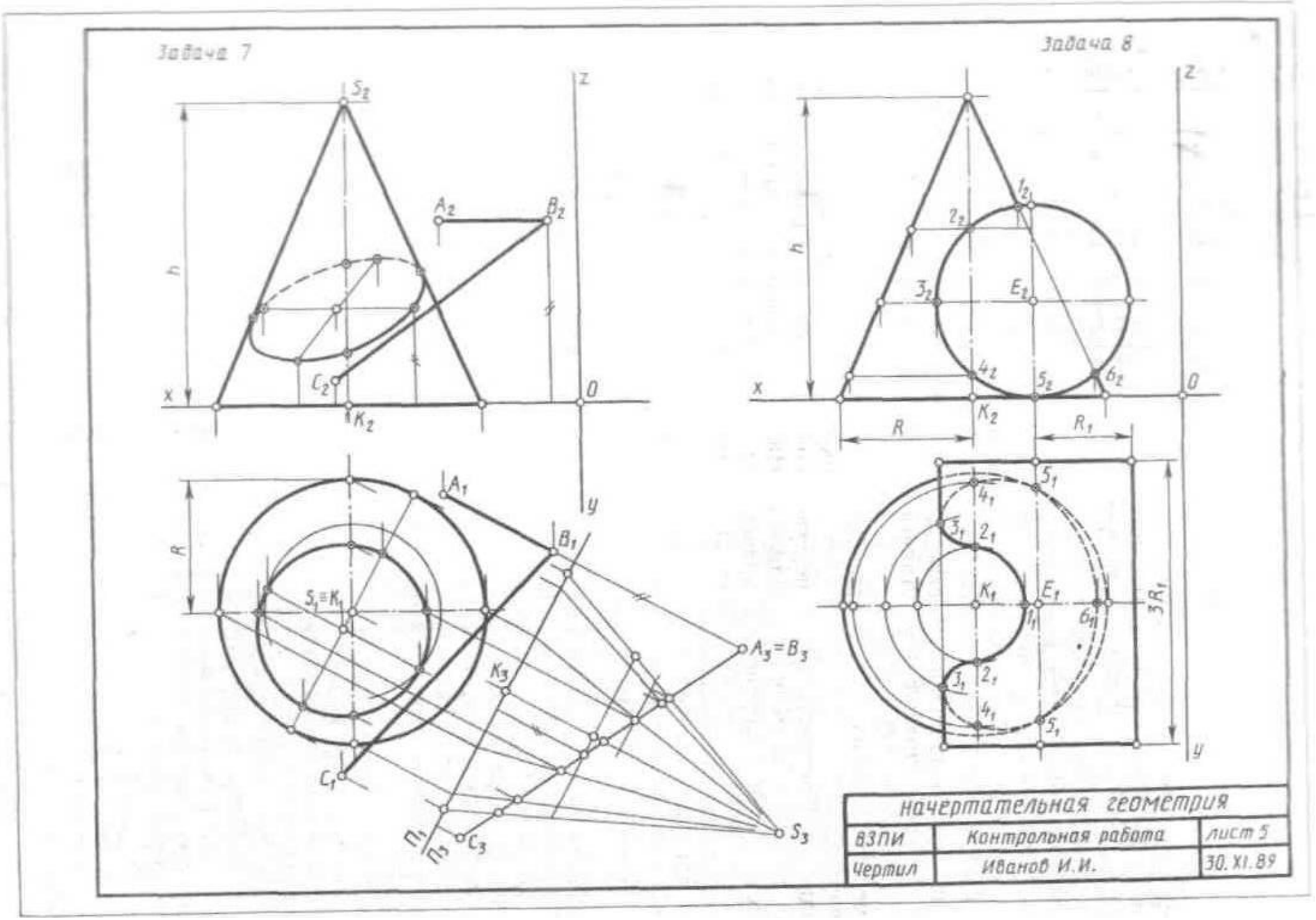


Рисунок 6 - Пример выполнения листа 4 контрольной работы

Лист 5

Задача 7. Построить развертки пересекающихся цилиндра вращения с конусом вращения. Показать на развертках линии их пересечения. Чертеж-задание для листа 6 получить, переведя на кальку формата А3 (297 × 420 мм) чертеж пересекающихся поверхностей с листа задачи 8 (рисунок 7). Пример выполнения листа 6 приведен на рисунке 8.

Указания к решению задачи 7. Заданные очерковые линии поверхностей на кальке показать черной пастой линии их пересечения выделить красной пастой. Все вспомогательные построения для определения натуральных величин образующих поверхностей и точек их пересечения обвести синей (зеленой) пастой.

На листе бумаги ватмана формата А3 (297 × 420 мм) строят развертки поверхностей.

Развертка цилиндра вращения. Выбирают горизонтальную прямую линию и на ней спрямляют линию нормального сечения цилиндра вращения - окружность радиуса R_1. Строят развертку боковой поверхности цилиндра. На развертке помечают прямолинейные образующие, проходящие через характерные точки пересечения цилиндра с конусом. Эти точки отмечают на соответствующих образующих. Они определяют линию пересечения поверхностей на развертке. Полная развертка цилиндра вращения представляется разверткой его боковой поверхности и основаниями - окружностями радиуса R_1.

Развертка конуса вращения. Разверткой поверхности конуса вращения является круговой сектор с углом $\alpha = R/(L \cdot 360)$, где R - радиус окружности основания конуса вращения; L - длина образующей.

На развертке конуса вращения строят прямолинейные образующие или параллели, проходящие через характерные точки линий пересечения конуса вращения с цилиндром вращения. Через такие точки проходят линии пересечения поверхностей в преобразовании (на развертке).

Развертки поверхностей цилиндра и конуса вращения покрыть бледным тоном цветной акварели, чая или цветного карандаша. Контур боковой поверхности конуса вращения и его основания (окружности) обвести черной пастой; линии пересечения заданных поверхностей обвести красной, а все вспомогательные построения - синей (зеленой) пастой.

Кальку и листы писчей бумаги с планом решения задачи 7 наклеить с левого края листа 5.

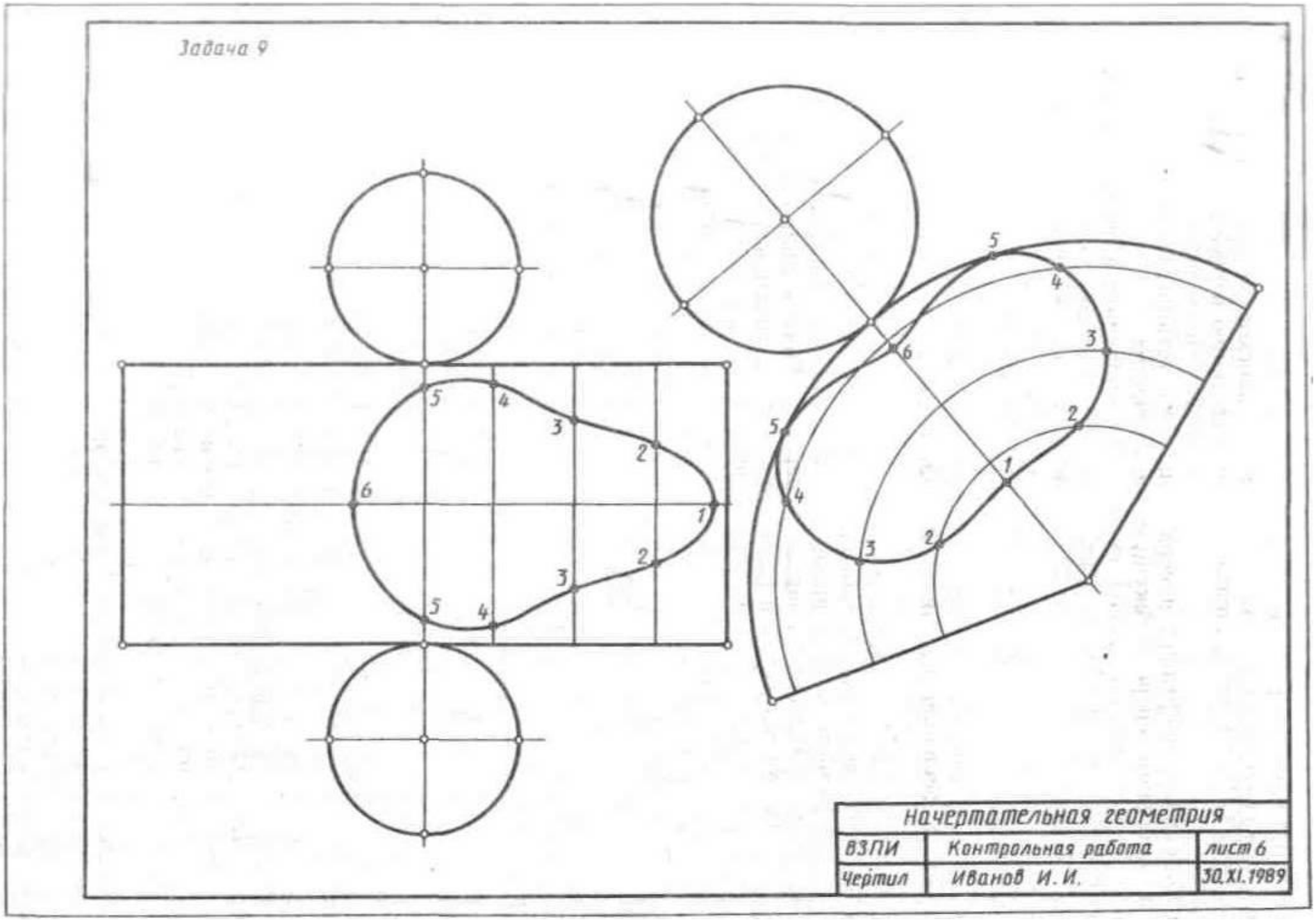


Рисунок 7- Пример выполнения листа 5 контрольной работы

Вопросы для самопроверки

К теме. **Введение. Центральные и параллельные проекции. 1**. Какие изображения называют рисунками, какие чертежами? **2**. Какие известны вам основные методы проецирования геометрических форм на плоскости? **3**. Сформулируйте основные свойства параллельного проецирования. **4**. Что называют несобственными элементами пространства? **5**. Что называют обратимостью чертежа? **6**. Сформулируйте и покажите на чертежах особенности методов ортогональных и аксонометрических проекций, проекций с числовыми отметками и Федоровских проекций. **7**. Что называют координатами точки пространства в декартовой системе координат? **8**. Укажите основные свойства чертежей геометрических образов. **9**. Укажите особенности осных и безосных чертежей.

К теме Точка**. Прямая. Плоскость на эпюре Монжа. 1**. Постройте проекции точек, расположенных в различных углах пространства. **2**. Покажите построения чертежей точек, расположенных в различных октантах, в трех проекциях. **3**. Что называют постоянной прямой чертежа? Как с помощью постоянной прямой чертежа построить третью проекцию точки? **4**. Постройте чертежи отрезков прямых линий, расположенных в различных углах пространства. Укажите частные положения отрезков прямых линий. **5**. Какие прямые называют линиями уровня? Проецирующими прямыми линиями? **6**. Приведите определение внутреннего и внешнего деления отрезка прямой. **7**. Что называют следом прямой линии? Постройте следы прямых частного положения. **8**. Укажите правило построения следов прямой линии. **9**. Для какой прямой на чертеже следы будут: а) совпадать; б) равноудалены от осей проекций; в) лежать на оси проекций? **10**. Как изображаются на чертеже пересекающиеся, параллельные и скрещивающиеся прямые линии? **11**. Могут ли скрещивающиеся прямые линии иметь параллельные проекции на плоскостях $П_1$ и $П_2$? **12**. Покажите способы задания плоскости общего положения и проецирующих плоскостей. **13**. Как строят прямые линии и точки в плоскости? **14**. Изложите особенности проецирующих плоскостей. **15**. Покажите способы построения горизонтали, фронтали и линии наибольшего наклона плоскостей общего положения и проецирующих плоскостей. **16**. Как определяют в треугольнике центр его тяжести, центры описанной и вписанной окружностей?

К теме Позиционные **и метрические задачи. 1**. Покажите на примерах, как определяют точки пересечения проецирующих плоскостей прямыми линиями, линии пересечения проецирующих плоскостей плоскостями общего положения и проецирующими плоскостями. **2**. Изобразите схему и укажите последовательность решения задачи на построение точки пересечения прямой с плоскостью общего положения. **3**. Как определяют видимость элементов геометрических образов относительно плоскости проекций? **4**. Изобразите схему и укажите последовательность построения линии пересечения двух плоскостей. **5**. Изобразите схему и приведите примеры построений прямых линий, параллельных и перпендикулярных плоскостям. **6**. Сформулируйте

условие параллельности и условие перпендикулярности двух плоскостей. **7**. Сформулируйте условие перпендикулярности двух прямых общего положения. Изобразите схему. **8**. Как определяются на чертеже расстояния от точки до проецирующей плоскости и плоскости общего положения? **9**. Как определяются на чертеже расстояния от точки до прямой частного и общего положения?

К теме Способы **преобразования эпюра Монжа. 1.** В чем состоит принцип преобразования чертежа способом замены плоскостей проекций? **2.** Что определяет направление новой плоскости проекций при переводе плоскости общего положения в проецирующую плоскость? **3.** Какова схема решения задачи по определению углов наклона плоскости к плоскостям проекций способом замены плоскостей проекций? **4.** Какова схема решения задачи по определению натуральной величины отсека произвольно расположенной плоскости способом замены плоскостей проекций? **5.** В чем состоит принцип преобразования чертежа способом вращения вокруг проецирующих прямых? **6.** Какую прямую принимают за ось вращения при переводе отсека плоскости из общего положения во фронтально-проецирующую плоскость? **7.** Какую прямую принимают за ось вращения при переводе отсека плоскости из общего положения в горизонтально проецирующую плоскость? **8.** Можно ли считать плоскопараллельное перемещение вращением вокруг невыявленных осей (проецирующих прямых) и почему? **9.** Определите ось вращения фигуры при плоскопараллельном перемещении. **10.** Укажите последовательность приемов определения натуральной величины отсека плоскости способом плоскопараллельного перемещения. **11.** Какова последовательность приемов определения натуральной величины отсека плоскости способом вращения вокруг прямых, параллельных плоскости проекций? **12.** Приведите технические примеры решения задач способом вращения вокруг осей общего положения.

К теме Многогранники**. 1.** Какие многогранники называют выпуклыми и выпукло-вогнутыми? **2.** Какие многогранники называют правильными? **3.** Назовите правильные выпуклые многогранники. **4.** Что называют числом Эйлера многогранника? **5.** Назовите правильные звездчатые многогранники. **6.** Что называют точечным базисом многогранника? **7.** Изложите сущность способов построения линии пересечения многогранников. **8.** Что называют разверткой многогранной поверхности?

К теме **Поверхности. Образование и задание поверхностей. 1.** Каковы основные способы задания поверхностей? **2.** Что называют каркасом поверхности? **3.** Что называют определителем поверхности? **4.** Назовите основные виды перемещений производящей линии. **5.** Как образуются и задаются на чертеже поверхности переноса прямолинейного направления, поверхности вращения, винтовые поверхности? **6.** Какие поверхности вращения называют поверхностями второго порядка? **7.** Укажите основные свойства поверхностей вращения. **8.** Какие винтовые поверхности называют геликоидами? Укажите их виды. **9.** Что представляет собой эксцентриситет геликоида? **10.** Какую винтовую поверхность называют конволютным

геликоидом, тором-геликоидом, винтовым столбом, нормальным геликоидальным круглым цилиндром, винтовым тором? **11.** Какие поверхности называют тором? **12.** Назовите известные вам поверхности Каталана. **13.** Укажите возможные примеры практического применения поверхностей Каталана. **14.** Какую поверхность называют коноидом Плюккера? **15.** Что представляет собой линия сужения (стрикционная линия) поверхности Каталана? **16.** Какие косые поверхности называют линейчатыми поверхностями с направляющей плоскостью? Какова схема построения положений производящей линии таких поверхностей? **17.** Какие поверхности называют косыми цилиндрами с тремя направляющими? **18.** Какую поверхность называют косым переходом? Где она применяется? **19.** Приведите определение поверхности второго порядка общего вида.

К теме Пересечение **поверхностей плоскостью и прямой линией. 1.** Укажите общую схему определения точек линии пересечения поверхности плоскостью. **2.** Какие точки линии пересечения поверхности плоскостью называют главными (опорными)? **3.** Укажите последовательность графических построений при определении точек пересечения прямой с поверхностью. **4.** Укажите условия, при которых в сечении конуса вращения плоскостью получаются окружность, эллипс, гипербола, парабола, пересекающиеся прямые. **5.** Укажите последовательность графических построений при определении линии пересечения плоскостями поверхностей второго порядка общего вида.

К теме Взаимное **пересечение поверхностей. 1.** Изобразите общую схему построения линий пересечения поверхностей. **2.** Изложите принципы построения точек пересечения кривых линий с поверхностями. **3.** Назовите основные способы построения линий пересечения поверхностей. **4.** Опишите способы секущих плоскостей и сферических посредников при определении линии пересечения поверхностей. **5.** Какое пересечение поверхностей называют полным и неполным? **6.** Отметьте преимущество решения задач на построение линии пересечения поверхностей проецирующими цилиндрами и проецирующими призмами. **7.** Покажите схемы построения линий пересечения двух конических (с собственной и несобственной вершинами). **8.** В какой последовательности соединяются точки искомой линии пересечения поверхностей и как определяется ее видимость в проекциях? **9.** Какие точки линии пересечения поверхностей называют главными (опорными)? **10.** Изложите принципы построения лини пересечения поверхностей вращения винтовых поверхностей между собой. **11.** Назовите основные теоремы, при меняемые при построении линии пересечения поверхностей второго порядка.

К теме Развертки **поверхностей. 1.** Что называют разверткой поверхностей? **2.** Какие поверхности называют развертывающимися, а какие неразвертывающимися? **3.** Укажете основные свойства разверток. **4.** Приведите определение сферической индикатрисы образующих тора. **5.** Укажите последовательность графических построений разверток

поверхностей конуса и цилиндра с помощью сферической индикатрисы их образующих. **6.** Что называют аппроксимацией поверхности?

К теме. **Аксонометрические проекции. 1.** Какие проекции называют аксонометрическими? Назовите их виды. **2.** Что называют коэффициентом (показателем) искажения? **3.** Сформулируйте основную теорему аксонометрии - теорему Польке. **4.** Что представляет собой треугольник следов? **5.** Укажите коэффициенты искажений по направлениям осей в прямоугольной изометрии, в диметрии. **6.** Укажите направления и величины осей эллипсов как изометрических и диметрических проекций окружностей, вписанных в квадраты граней куба, ребра которого параллельны координатным осям.

2. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Изучение курса инженерной графики основывается на теоретических положениях курса начертательной геометрии, нормативных документах и государственных стандартах ЕСКД.

Основные вопросы инженерной графики студентам излагаются на практических занятиях. Курс практических занятий по инженерной графике содержит теоретические сведения, необходимые студентам для выполнения контрольных работ, а также некоторые сведения об устройстве и действии изображаемых сборочных единиц, особенностях их конструирования и технологии изготовления. Кроме того, значительную часть необходимой информации студенты должны приобретать в процессе изучения учебной литературы. Чертежи должны выполняться студентами с максимально возможным приближением к производственным чертежам.

Большое внимание уделяется приобретению студентами навыков в работе «от руки» при выполнении эскизов деталей и аксонометрических изображений.

На протяжении всего курса инженерной графики предусматривается постоянное развитие навыков по чтению чертежей, для этого используются как работы, выполняемые студентами, так и специально подготовленные пособия. Все чертежи выполняются в карандаше либо на ПК с использованием пакета прикладных программ Компас-график, AutoCAD и т.п.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ КУРСА «ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

Порядок изучения курса. Изучение курса инженерной графики рекомендуется вести в следующем порядке:

1. Ознакомиться с темой по программе и методическими указаниями к выполнению контрольной работы.

2. Изучить стандарты, необходимые для выполнения графической работы по данной теме.

3. Изучить рекомендуемую литературу по данной теме. Желательно законспектировать в рабочей тетради основные положения и зарисовать отдельные чертежи. Для рабочей тетради могут быть использованы альбомы для черчения и рисования, а также тетради, линованные в клетку.

4. Ответить на вопросы для самопроверки к каждой теме программы и записать ответы в рабочей тетради. Ответы на вопросы отсылать для проверки не нужно, но в случае затруднений следует обращаться за письменной или устной консультацией на кафедру.

5. Выполнить графическую работу в порядке, указанном в методических указаниях к теме.

Чертежи, помещённые в методических указаниях, не являются эталонами исполнения, а служат лишь примерами расположения материала на листе, характеризуют объем и содержание темы.

Контрольные работы. Основная форма работы студентов по инженерной графике - выполнение графических работ по темам, указанным в программе. Контрольная работа № 1 содержит материал, охватывающий общие правила выполнения чертежей (геометрическое и проекционное черчение). Каждую контрольную работу обучающийся отсылают на рецензию в институт.

Рекомендации по выполнению чертежей. Все чертежи должны быть выполнены в соответствии с ГОСТами ЕСКД и отличаться четким и аккуратным выполнением. Чертежи выполняют на листах чертежной бумаги формата, указанного по каждой теме в программе (о форматах см. ГОСТ 2.301 - 68). После нанесения рамки чертежа в правом нижнем углу намечают рамку основной надписи чертежа, единой для всех форматов. Форма основной надписи и пример ее заполнения, в соответствии с ГОСТ 2.104 - 68, даны на рисунке 8. Обводить чертеж следует, принимая толщину основных сплошных линий равной 0,8...1,0 мм, а толщину остальных линий - согласно ГОСТ 2.303 - 68. Перед обводкой чертежа рекомендуется тщательно проверить правильность его выполнения.

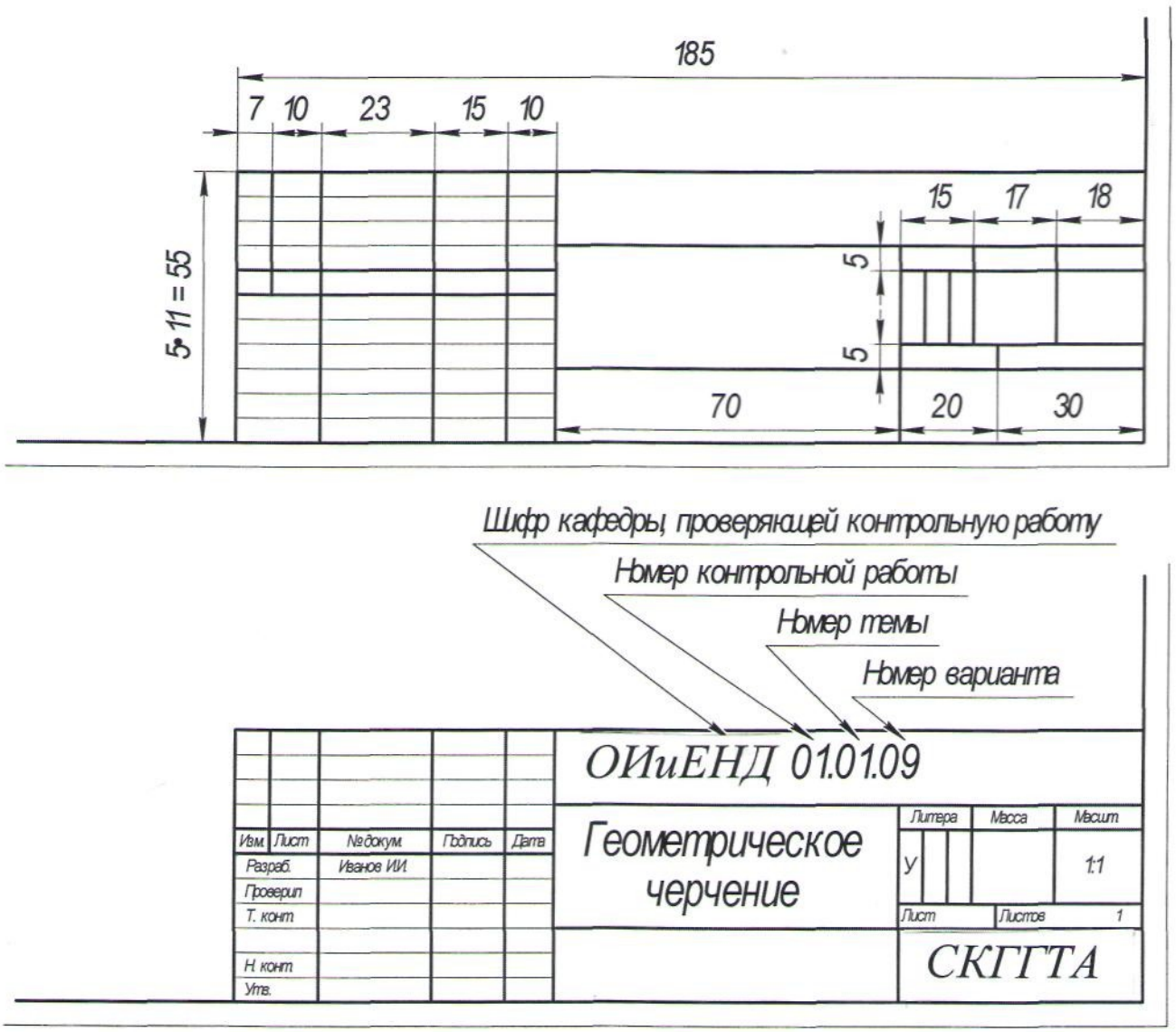


Рисунок 8 - Пример заполнения основной надписи чертежа

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА 2 (состоит из чертежей к темам 1 - 4)

Тема 1. Требования, предъявляемые стандартами ЕСКД, к выполнению чертежей. Построение очертания кулачка.

Тема 2. Построение трех видов по данному наглядному изображению предмета.

Тема 3. Построение трех изображений и аксонометрической проекции предмета по его описанию.

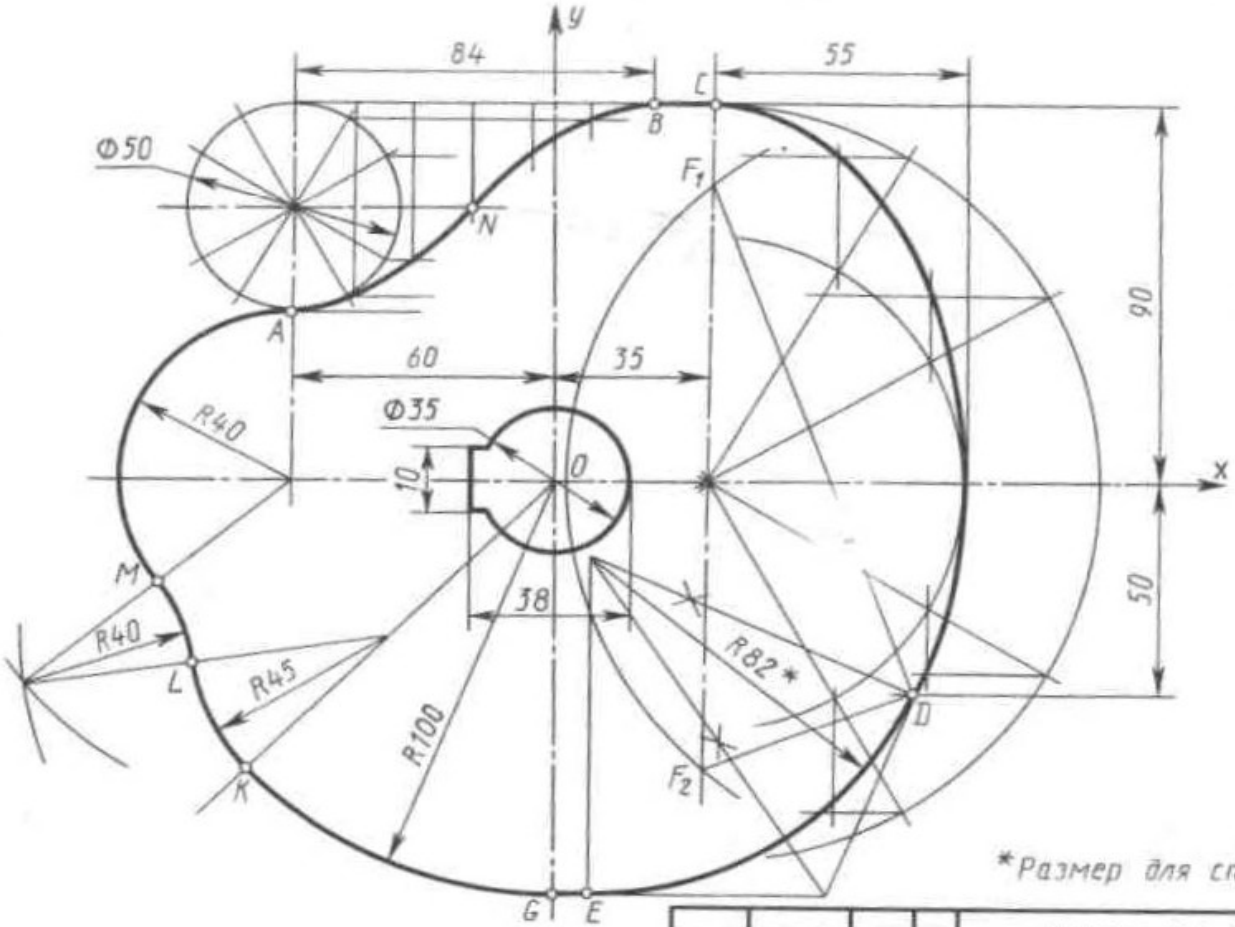
Тема 4. Построение трех изображений по двум данным. Выполнение разрезов и сечений.

Тема 1. Требования, предъявляемые стандартами ЕСКД к выполнению чертежей. Построение очертания кулачка

Задание по теме 1. Построить очертание кулачка. Пример выполнения задания дан на рисунке 9. Данные для своего варианта взять из таблицы 9.

Графическую работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А3 карандашом.

Порядок выполнения. Изучить основные положения ГОСТ 2.301 - 68, ГОСТ 2.302 - 68, ГОСТ 2.303 - 68, ГОСТ 2.304 - 68, ГОСТ 2.306 - 68, ГОСТ 2.307 - 68, данные в сборнике стандартов «Единая система конструкторской документации», и рекомендуемую литературу. Следует иметь рабочую тетрадь и записывать в нее основные положения. Ознакомиться с содержанием чертежа к теме 1 (рис. 12). Прочитать «Основные рекомендации по выполнению чертежей» к разделу «Инженерная графика» методических указаний. Изучить методические указания к данной теме и приступить к выполнению графической работы.



*Размер для справок

XXXX 04.01.09

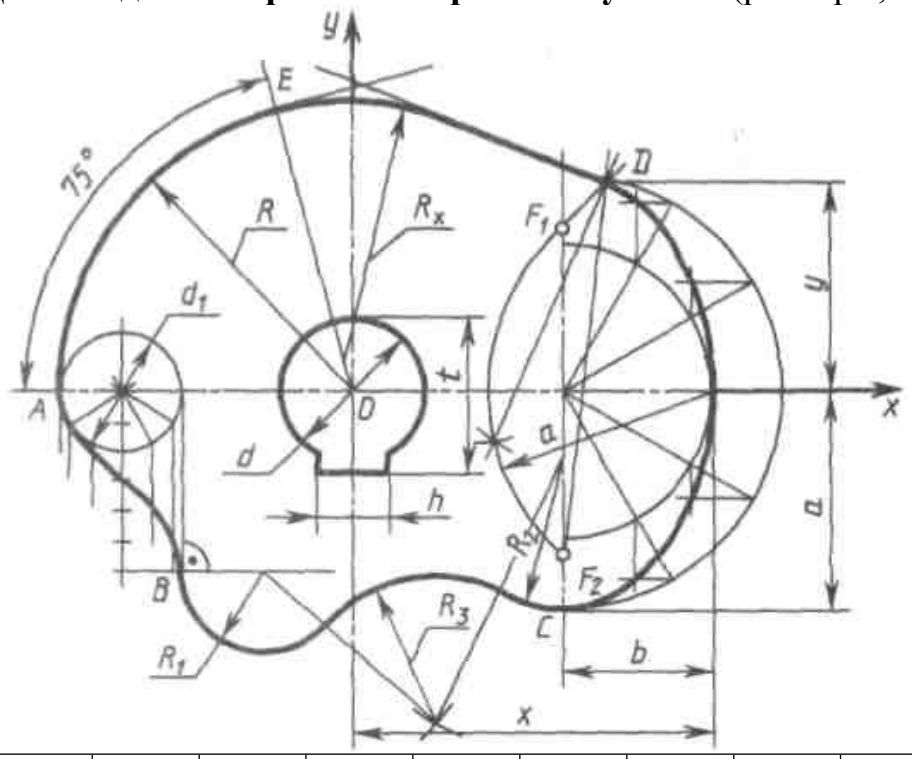
Указания по выполнению задания. В связи с огромным развитием автоматики можно встретить в самых разнообразных механизмах плоские кулачки и копиры. В заданиях к теме 1 очертания кулачков включают две лекальные кривые и дугу радиуса *R* угол которой определяет время «выстоя» механизма, получающего движение от кулачка.

После нанесения на лист рамки рабочего поля и основной надписи (рис. 8) приступают к построению очертания кулачка. Все линии должны быть тонкими, но четкими, выполняемые с легким нажимом остроотточенным карандашом марки Т или 2Т (Н или 2Н). Построение в каждом варианте следует начинать с нанесения осей координат *Ox* и *Oy*. Затем строят лекальные кривые по их заданным параметрам и выделяют участки, входящие в очертание кулачка. После этого можно вычертить плавные переходы между лекальными кривыми. При этом следует учесть, что во всех вариантах через точку *D* проходит касательная к эллипсу.

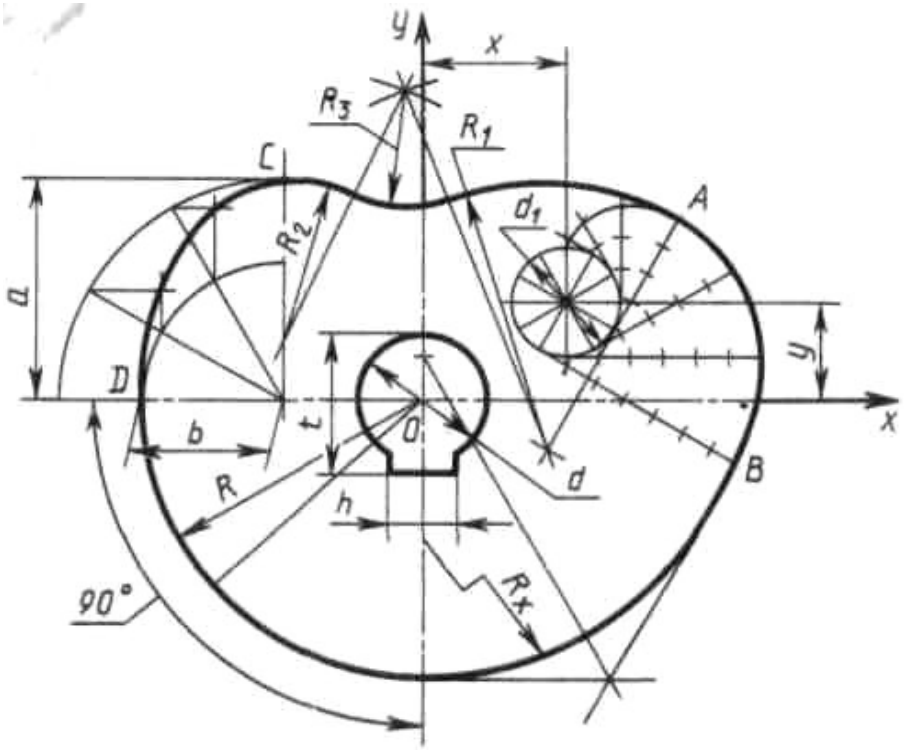
Обозначение R_X показывает, что величина радиуса определяется построением. На чертеже вместо R_X надо проставить соответствующее число со знаком « * ».

После выполнения построений в тонких линиях необходимо заполнить основную надпись чертежа и выполнить его окончательную обводку карандашом марки ТМ или М (НВ или В), принимая толщину линий согласно ГОСТ 2.303 - 68.

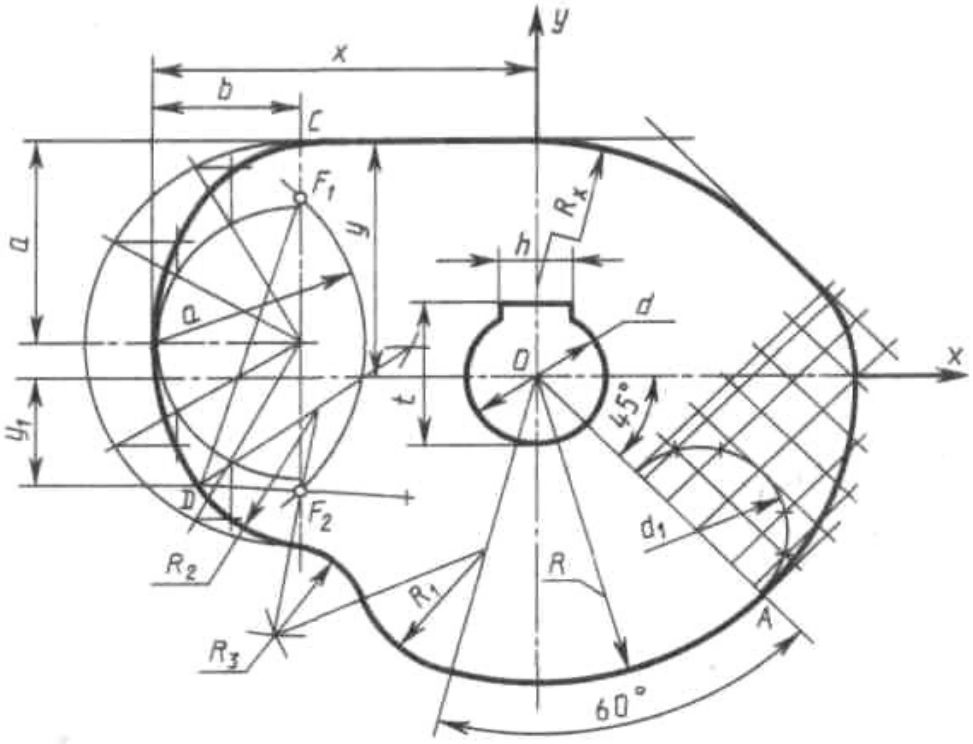
Таблица 9 - **Данные для построения очертания кулачка** (размеры, мм)



№ варианта	*R*	R_1	R_2	R_3	*a*	*b*	*d*	d_1	*h*	*t*	*x*	*y*
1	115	35	55	35	75	45	40	55	12	45	115	70
11	110	45	50	40	70	40	35	50	10	40	120	60

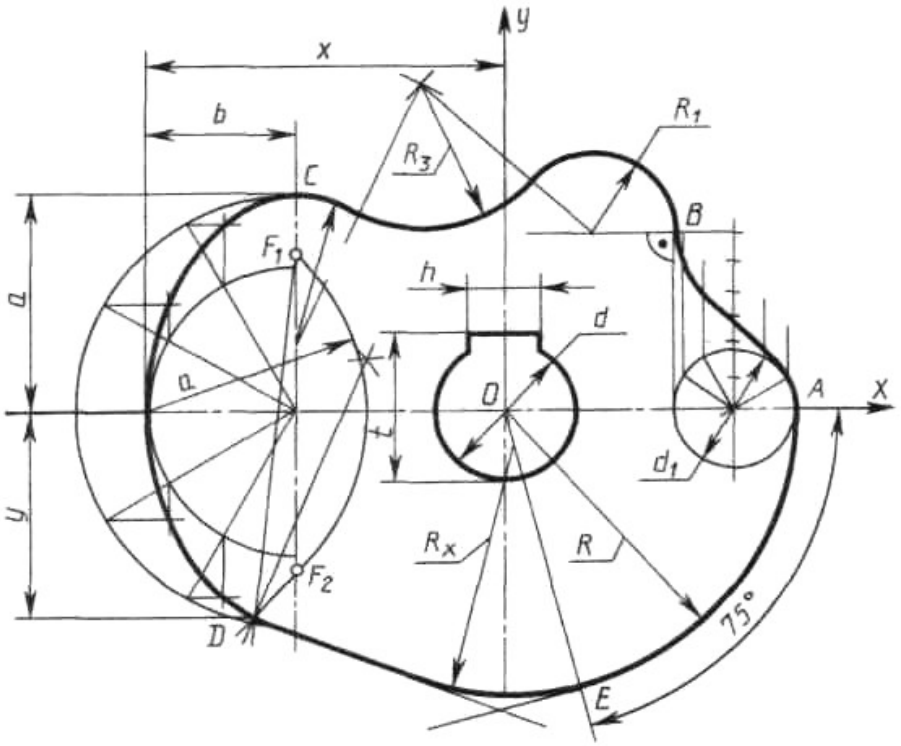


№ варианта	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y
2	120	100	50	30	80	50	45	40	14	50,5	40	35
12	115	110	75	40	90	55	50	45	16	56	45	40

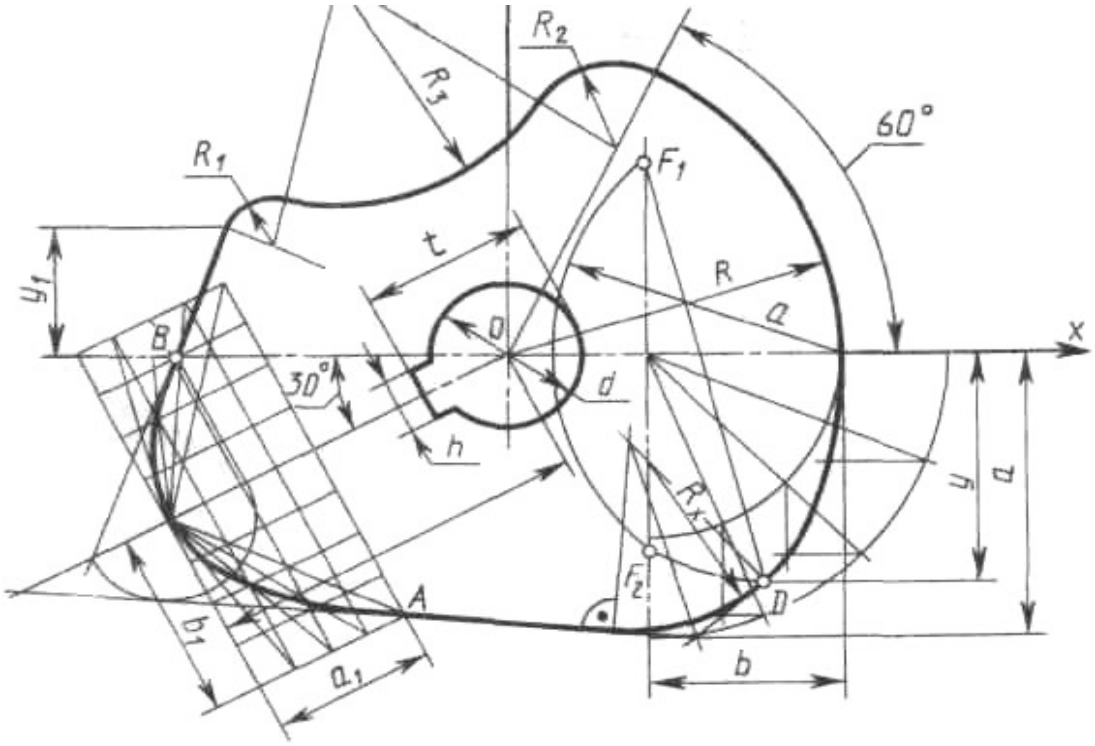


№ вариант а	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y	y_1
3	95	35	35	25	70	50	40	60	12	45	10	85	40
13	90	40	40	25	75	45	40	60	12	45	0	90	35

											110		

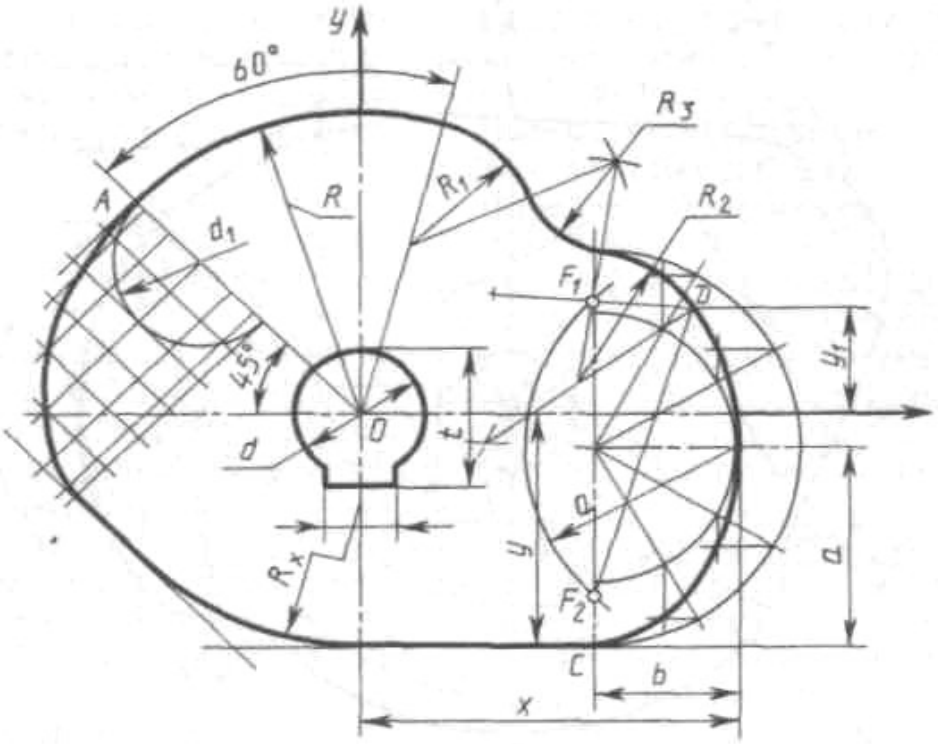


№ варианта	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y
4	115	35	55	35	75	45	40	55	12	45	115	70
14	110	45	50	40	70	40	35	50	10	40	120	60

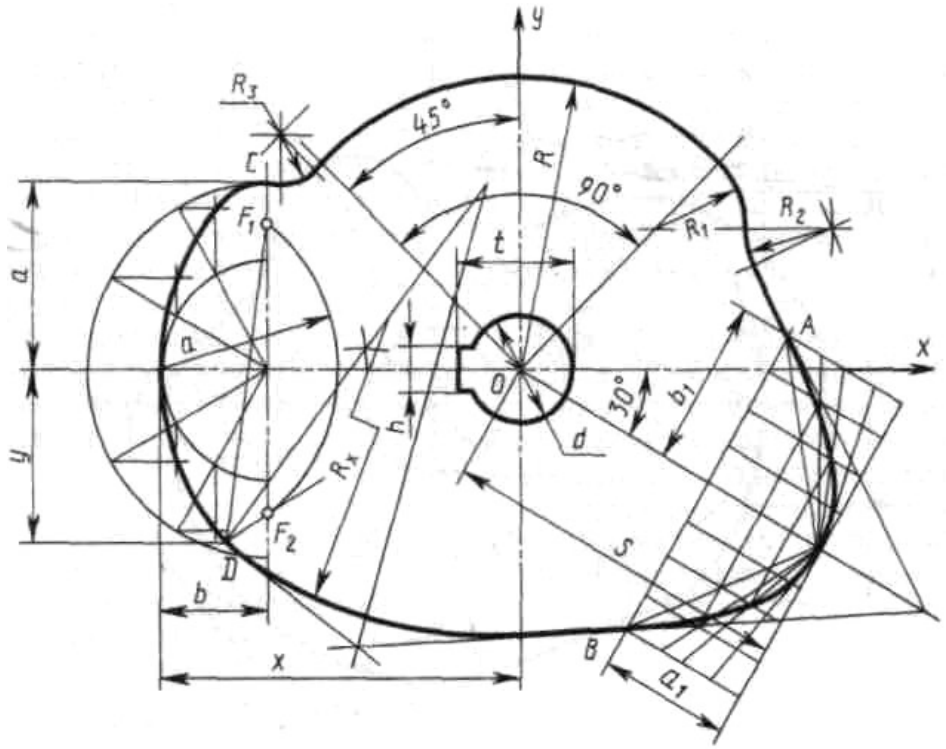


№ варианта	S_1	a_1	b_1	R	a	b	y	y_1	R_1	R_2	R_3	d	h	t

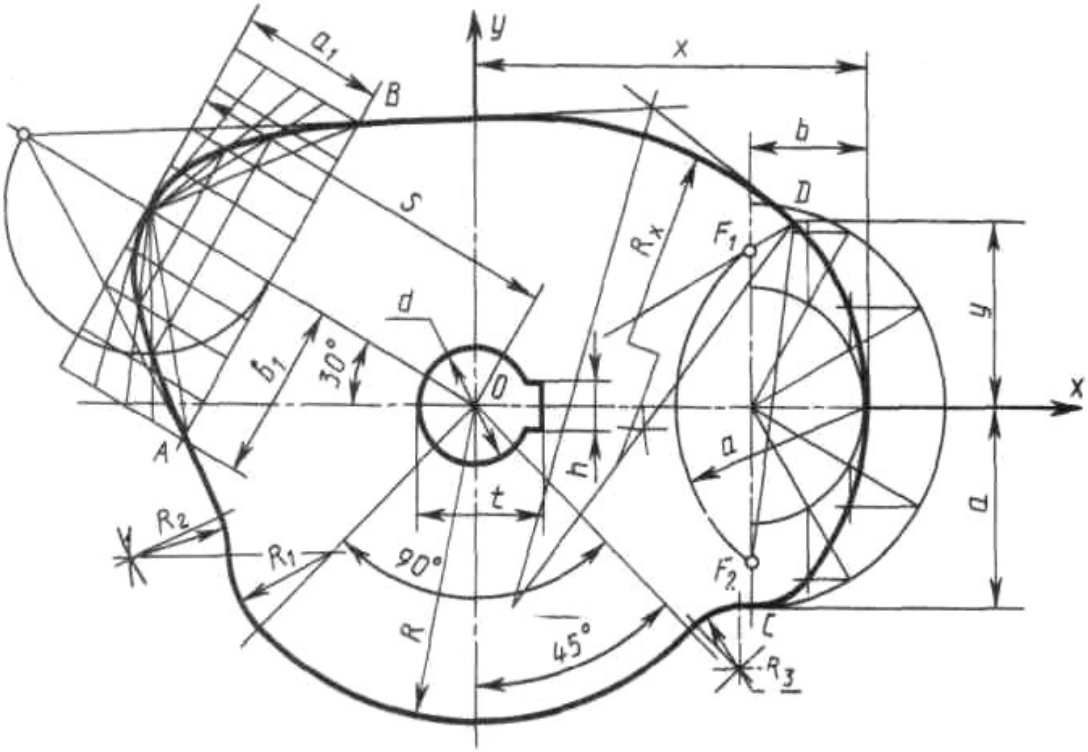
5 15	125 120	52 50	65 60	110 100	100 90	65 60	85 82	45 40	15 10	30 25	80 75	50 45	16 14	56 50,5



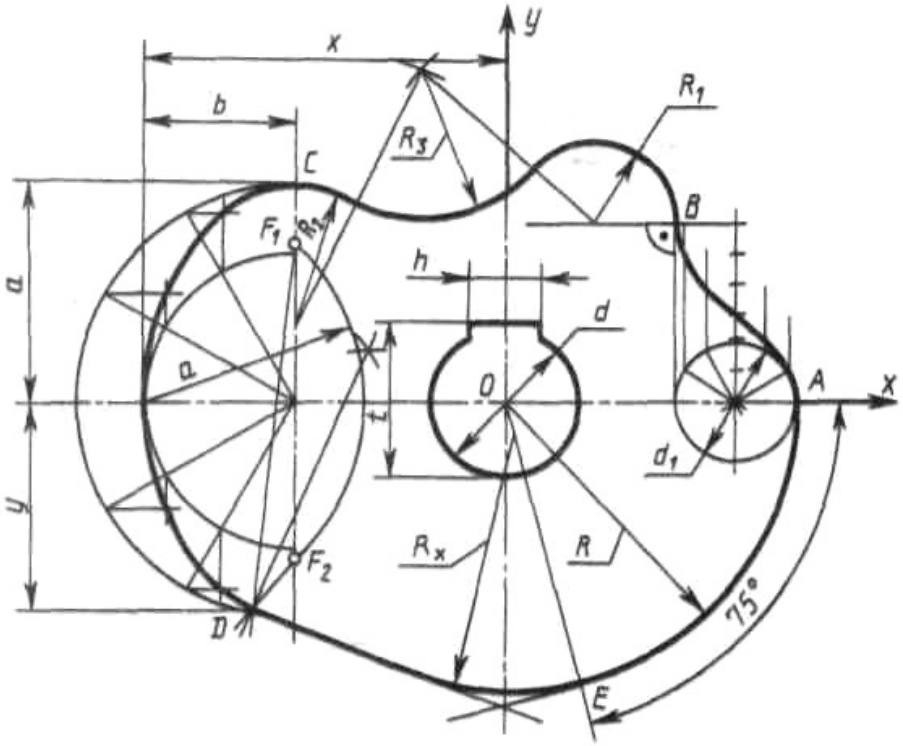
№ вариант а	*R*	R_1	R_2	R_3	*a*	*b*	*d*	d_1	*h*	*t*	*x*	*y*	y_1
6 16	95 90	35 40	35 40	25 25	70 75	50 45	40 40	60 60	12 12	45 45	100 100	85 90	40 35



№ варианта	R	R_1	R_2	R_3	S	a	a_1	b	b_1	d	h	t	x	y
7	100	35	30	20	115	60	45	40	50	45	14	50,5	135	54
17	95	50	40	18	120	55	40	45	52	50	16	56	130	45



№ варианта	R	R_1	R_2	R_3	S	a	a_1	b	b_1	d	h	t	x	y
8	100	35	30	20	115	60	45	40	50	45	14	50,5	135	54
18	95	50	40	18	120	55	40	35	52	50	16	56	130	45



№ варианта	R	R_1	R_2	R_3	a	b	d	d_1	h	t	x	y
9	115	35	55	35	75	45	40	55	12	45	115	70
10	110	45	50	40	70	40	35	50	10	40	120	60

Тема 2. Построение трех видов по данному наглядному изображению предмета

Задание по теме 2. Построить три вида детали по данному наглядному изображению в аксонометрической проекции. Пример выполнения дан на рисунке 10. Индивидуальные задания даны на рисунке 11 (слева над изображением указаны номера вариантов).

Графическую работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А3 карандашом.

Порядок выполнения. 1. Изучить ГОСТ 2.305 - 68 и рекомендованную литературу. **2.** Внимательно ознакомиться с конструкцией по ее наглядному изображению и определить основные геометрические тела, из которых она состоит. **3.** Выделить на листе бумаги соответствующую площадь для каждого вида детали. **4.** Нанести тонко карандашом марки Т или 2Т (Н или 2Н) все линии видимого и невидимого контура, расчленяя деталь на основные геометрические тела. Линии должны быть тонкими, четкими, выполненными легким нажатием на карандаш. **5.** Нанести все необходимые выносные и размерные линии. **6.** Проставить размерные числа на чертеже. **7.** Заполнить основные надписи и проверить правильность всех построении. **8.** Обвести чертеж карандашом марки ТМ или М (НВ или В), принимая толщину линий согласно ГОСТ 2.303-68.

Указания по выполнению задания. Правила прямоугольного (ортогонального) проецирования, лежащие в основе всякого чертежа, изучаются в курсе начертательной геометрии.

Изображения на чертеже в зависимости от их содержания разделяются на виды, разрезы, сечения.

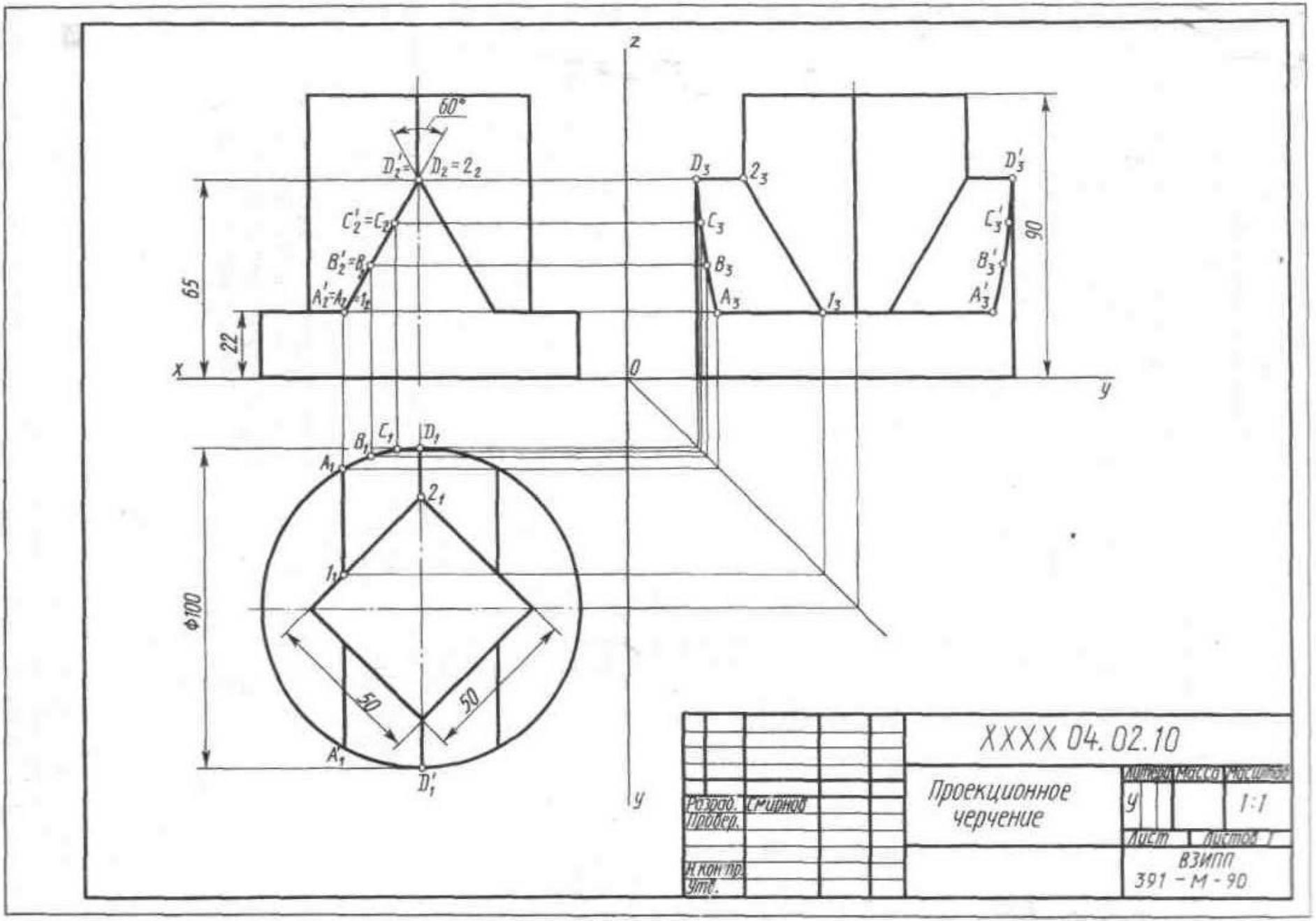
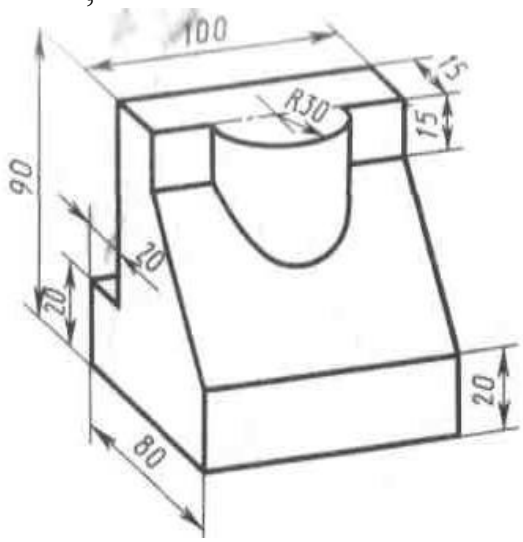
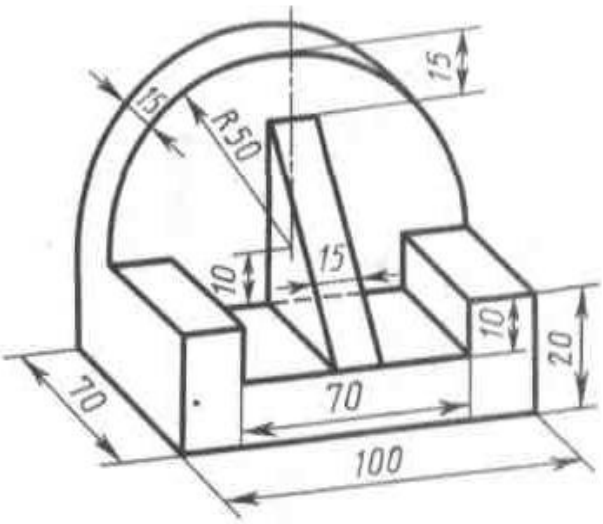


Рисунок 10 - Пример выполнения задания по теме 2

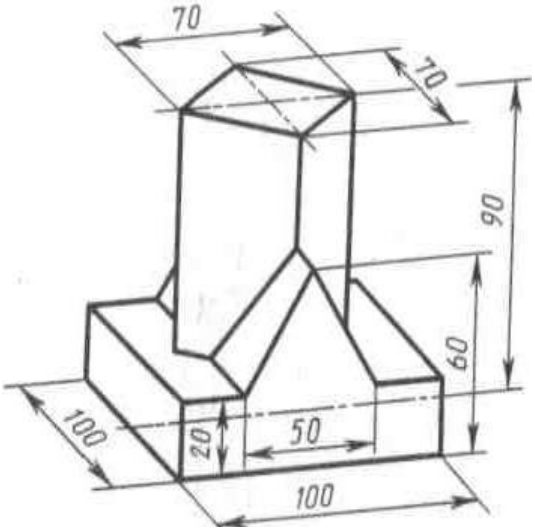
1, 11



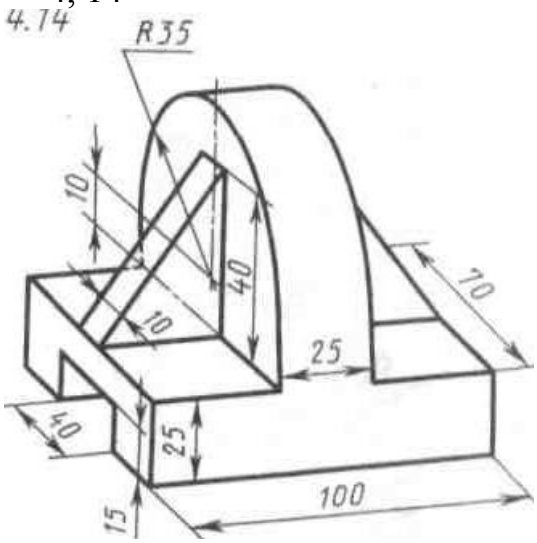
2, 12



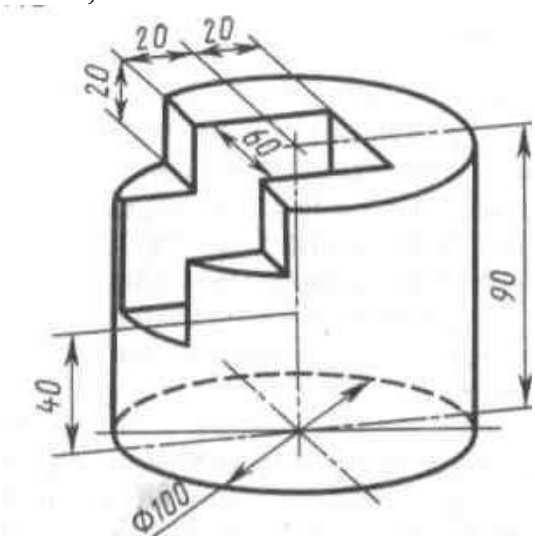
3, 13



4, 14



5, 15



6, 16

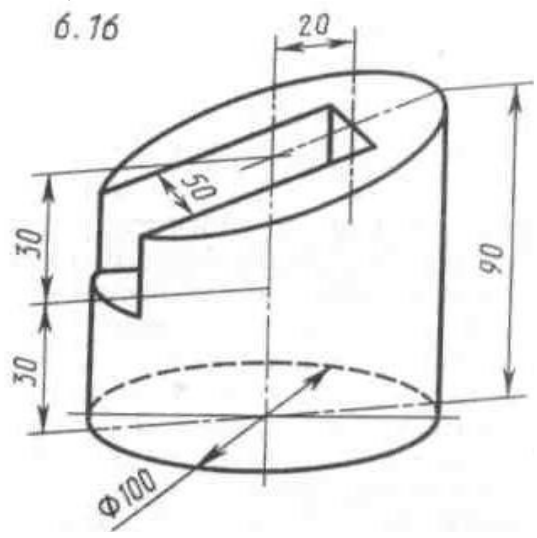
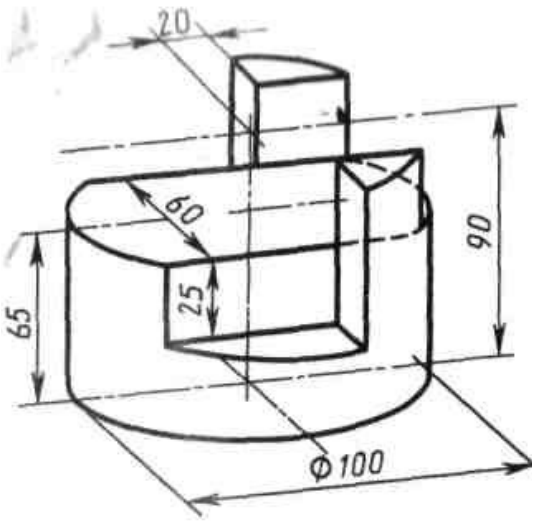
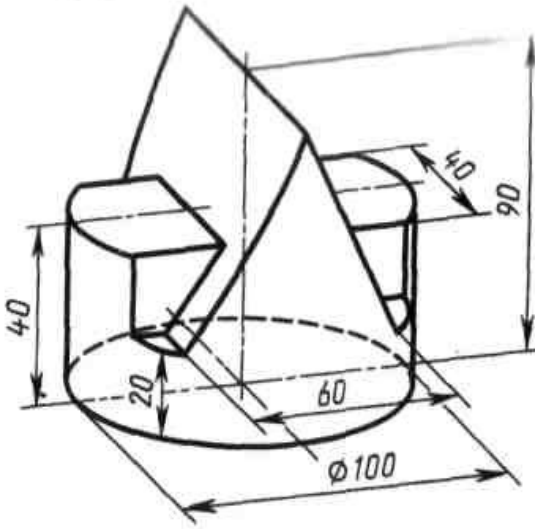


Рисунок 11 – Данные для выполнения задания по теме 2

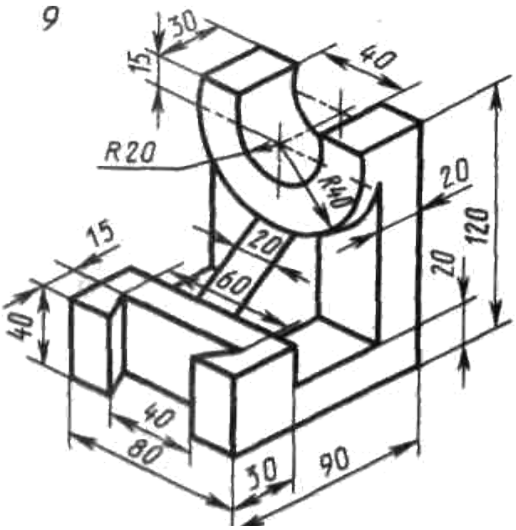
7, 17



8, 18



9



10

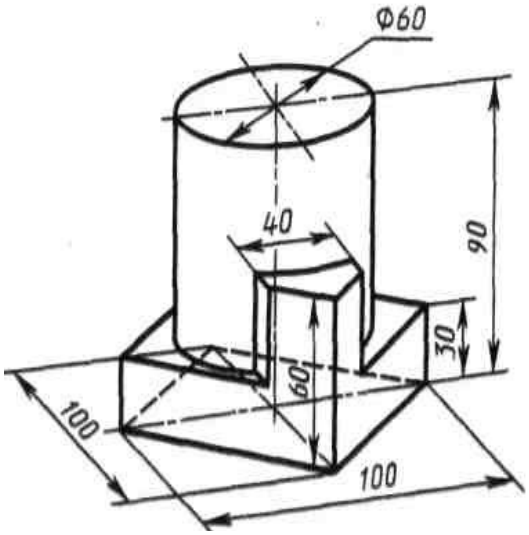


Рисунок 11 - Данные для выполнения задания по теме 2. Продолжение

Тема 3. Построение трех изображений и аксонометрической проекции предмета по его описанию

Задание по теме 3. Построить три изображения и аксонометрическую проекцию предмета по его описанию, данному в таблице 10. Предмет изобразить с двумя отверстиями - призматическим и цилиндрическим.

Призматическое отверстие - это сквозное отверстие, ребра которого перпендикулярны фронтальной плоскости проекций; форму и размеры отверстия взять из таблицы 11. Цилиндрическое отверстие выполнить в соответствии со своим вариантом по таблице 10. Пример выполнения графической работы дан на рисунке 12

. Работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А3 карандашом.

Порядок выполнения. Изучить ГОСТ 2.305 - 68 и рекомендованную литературу. Ознакомиться с содержанием чертежа к теме 3 (рис. 12) и изучить методические указания к данной теме. Внимательно изучить исходные данные, представить форму предмета в пространстве. Последующий порядок тот же, что и в теме 2.

Указания по выполнению задания. Выполнение задания по теме 3 требует мысленного представления предмета, для которого затем должен быть выполнен чертеж. Следует, внимательно прочитав описание внешней формы предмета, представить себе этот предмет в пространстве. Затем мысленно выполнить в этом предмете два отверстия, данные в описании. В случае затруднений можно воспользоваться пластилином и вылепить проектируемый предмет. Можно также этот предмет вырезать из какого-либо материала (пенопласта и т. д.), можно сделать набросок, этого предмета. После того как будет ясна конструкция предмета, следует приступить к выполнению чертежа.

Последовательность выполнения чертежа та же, что и в теме 2.

Построив три вида внешней формы предмета, рекомендуется выполнить на главном виде призматическое отверстие по форме и размерам, данным в таблице 13. Затем построить проекции этого отверстия на виде сверху и сбоку. После этого построить проекции цилиндрического отверстия, начав построение с вида сверху. Построение выполнять тонкими линиями (s/3), применяя штриховые линии для невидимого внутреннего контура предмета. После построения трех видов выполнить разрезы. При заданных формах предмета потребуется выполнить три разреза: горизонтальный, фронтальный и профильный. Правила обозначения и изображения разрезов должны соответствовать ГОСТ 2.305 - 68. При симметричных изображениях следует обязательно соединять половину разреза с половиной вида (такой разрез называется половинчатым). При этом на виде не показывают штриховыми линиями внутренний контур.

После построения трех изображений предмета следует нанести размеры в соответствии с ГОСТ 2.307 - 68. Обратите внимание на то, что ни один из размеров одного изображения не должен повториться на других изображениях. За основу нанесения размеров нужно взять параметры геометрических поверхностей.

Заключительным этапом при выполнении графической работы 3 является построение наглядного изображения в диметрической прямоугольной проекции.

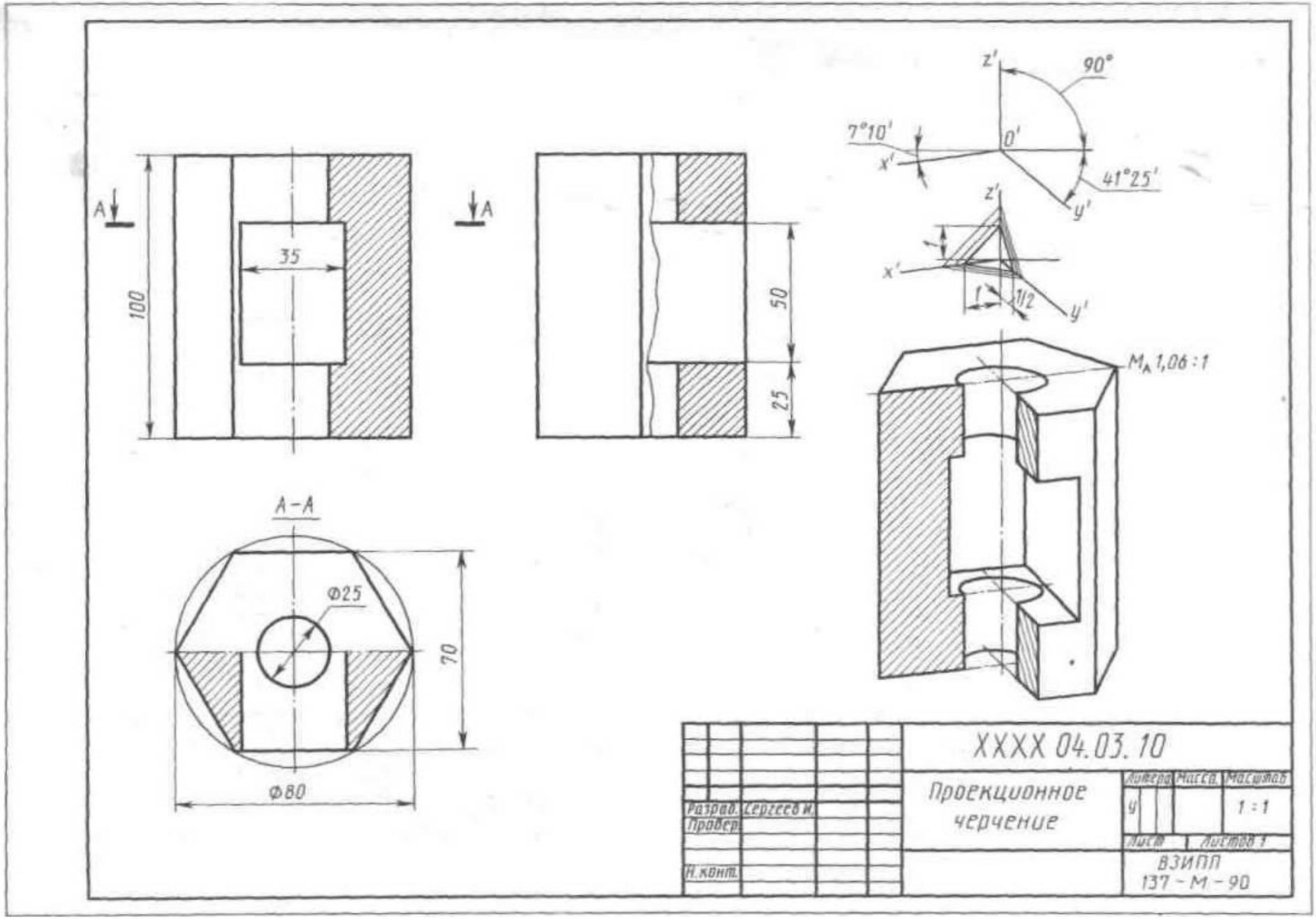


Рисунок 12 - Пример выполнения задания по теме 3

Таблица 10 - **Описание предмета к заданию по теме 3**

№ варианта	Внешняя форма предмета	Цилиндрическое отверстие
1, 11	Шестиугольная правильная призма. Диаметр окружности, описанной вокруг шестиугольника основания, равен 90 мм. Две вершины основания лежат на горизонтальной оси симметрии. Высота призмы 100 мм.	Сквозное отверстие с вертикально расположенной осью, проходящей через центр шестиугольника. Диаметр отверстия 30 мм.
2, 12	Пятиугольная правильная призма. Пятиугольник основания вписан в окружность диаметром 90 мм. Одна из вершин пятиугольника лежит на вертикальной оси симметрии основания и является ближайшей к глазу наблюдателя. Высота призмы 100 мм.	Диаметр отверстия 30 мм. Вертикально расположенная ось проходит через центр пятиугольника.
3, 13	Четырехугольная правильная призма. Сторона основания квадрата 70 мм. Вершины квадрата лежат на горизонтальной и вертикальной осях симметрии основания. Высота призмы 100 мм.	Диаметр отверстия 25 мм. Вертикально расположенная ось проходит через центр квадрата.
4, 14	Прямой круговой цилиндр. Диаметр основания 90 мм. Высота цилиндра 100 мм.	Вертикально расположенное отверстие диаметром 25 мм проходит до верхней плоскости призматического отверстия.
5, 15	Сфера диаметром 100 мм. На высоте 30 мм от экватора сфера срезана горизонтальной плоскостью.	Сквозное отверстие диаметром 30 мм. Ось отверстия совпадает с вертикальной осью сферы.
6, 16	Четырехугольная правильная призма. Сторона квадрата основания 70 мм. Вершины квадрата лежат на горизонтальной и вертикальной осях симметрии основания. Высота призмы 100 мм.	Сквозное отверстие диаметром 30 мм. Вертикально расположенная ось отверстия проходит через центр квадрата.
7, 17	Шестиугольная правильная призма. Диаметр окружности, вписанной в шестиугольник основания, равен 80 мм. Две вершины основания лежат на вертикальной оси симметрии. Высота призмы 100 мм.	Сквозное отверстие диаметром 25 мм. Вертикально расположенная ось отверстия проходит через центр шестиугольника.
8, 18	Сфера диаметром 100 мм. На уровне 30 мм под экватором сфера срезана горизонтальной плоскостью.	Сквозное отверстие диаметром 25 мм. Ось отверстия совпадает с вертикальной осью сферы.
9	Пятиугольная правильная призма. Пятиугольник основания вписан в окружность диаметром 90 мм. Одна из вершин пятиугольника лежит на вертикальной оси симметрии основания и является ближайшей к глазу наблюдателя. Высота призмы 100 мм.	Сквозное отверстие диаметром 25 мм. Вертикально расположенная ось проходит через центр пятиугольника.
10	Прямой круговой цилиндр диаметром 90 мм. Высота цилиндра 100 мм.	Вертикально расположенное отверстие диаметром 30 мм проходит до верхней

		плоскости призматического отверстия.

Таблица 11 - **Данные к заданию по теме 3** (размеры, мм)

№ варианта	Размеры отверстия и расположение его от нижнего основания предмета (или центра сферы)	Форма призматического отверстия
1, 11	$a = 35$ $b = 60$ $z = 20$	
6, 16	$a = 40$ $b = 50$ $z = 30$	
2, 12	$a_1 = 30$ $a_2 = 40$ $b = 50$ $z = 30$	
7, 17	$a_1 = 35$ $a_2 = 45$ $b = 50$ $z = 25$	
3, 13	$a = 40$ $b = 50$ $z = 30$	
8, 18	$a = 30$ $b = 50$ $z = 25$	
4, 14	$a = 40$ $b = 40$ $z = 20$	
9	$a = 35$ $b = 35$ $z = 17$	
5, 15	$a_1 = 40$ $a_2 = 30$ $b = 50$ $z = 30$	
10	$a_1 = 45$ $a_2 = 35$ $b = 50$ $z = 25$	

Тема 4. Построение трех изображений по двум данным. Выполнение разрезов и сечений

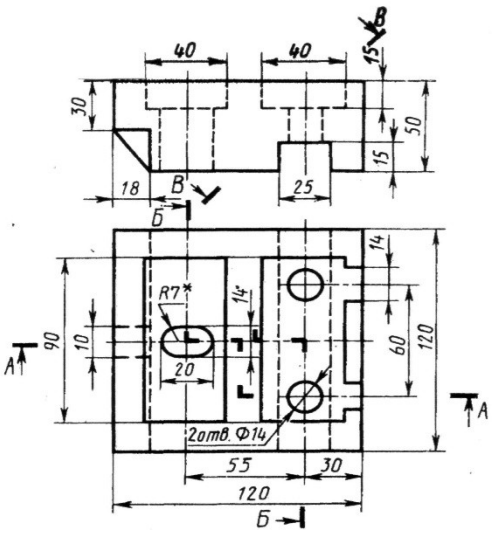
Задание по теме 4. Построить третье изображение детали по двум данным, дать разрезы, построить натуральный вид наклонного сечения, а также наглядное изображение детали в аксонометрической проекции. Пример выполнения работы дан на рисунке 14 и 15, а индивидуальные задания - на рисунке 13.

Порядок выполнения. Изучить ГОСТ 2.305 - 68 разделы 3, 4 «Разрезы», «Сечения» и рекомендованную литературу. Ознакомиться с содержанием чертежей к теме 4 (рис. 17 и 18).

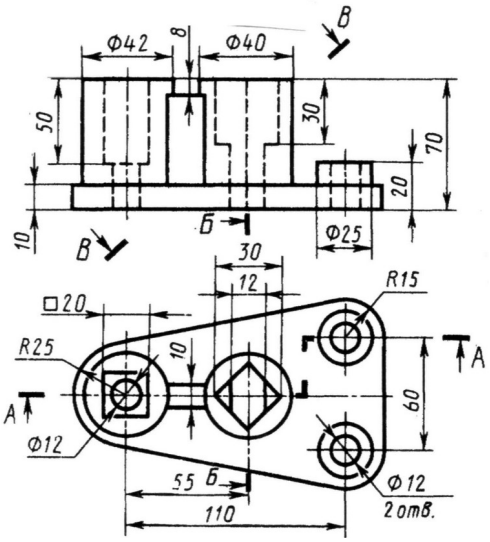
Последовательность выполнения сохраняется та же, что и в теме 3. Выполняя задание, провести тонко линии видимого и невидимого контуров, построить третье изображение, построить разрезы и выполнить штриховку в разрезах. После этого следует построить натуральный вид наклонного сечения заданной фронтально-проецирующей плоскостью («косое» сечение). После построения трех изображений предмета следует нанести размеры в соответствии с ГОСТ 2.307 - 68.

Заключительным этапом при выполнении графической работы по теме 4 является построение наглядного изображения в диметрической прямоугольной проекции. Это построение необходимо выполнить на отдельном листе формата А3.

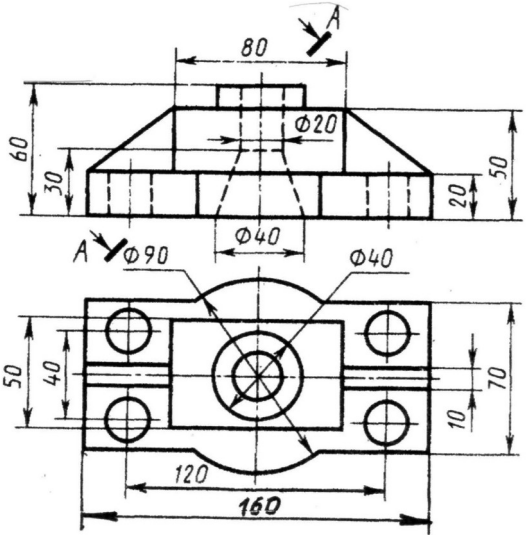
1, 11



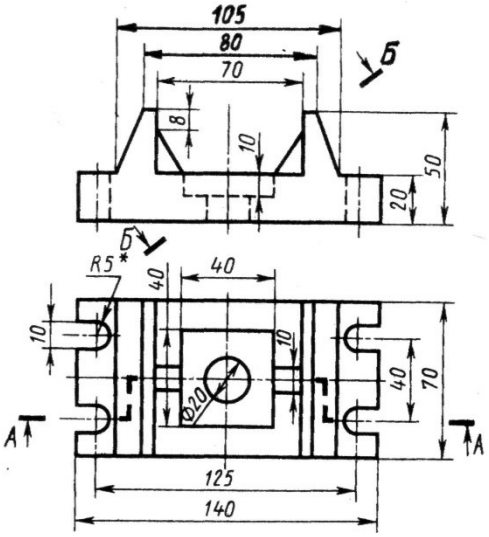
2, 12



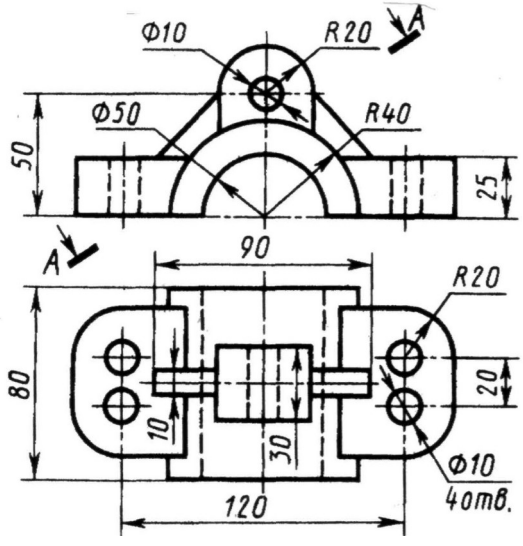
3, 13



4, 14



5, 15



6, 16

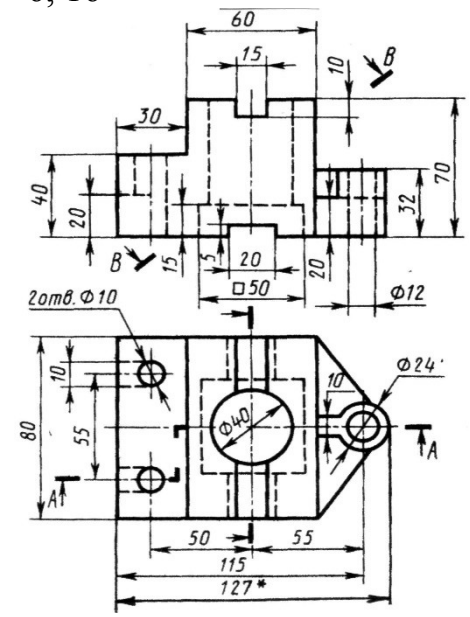
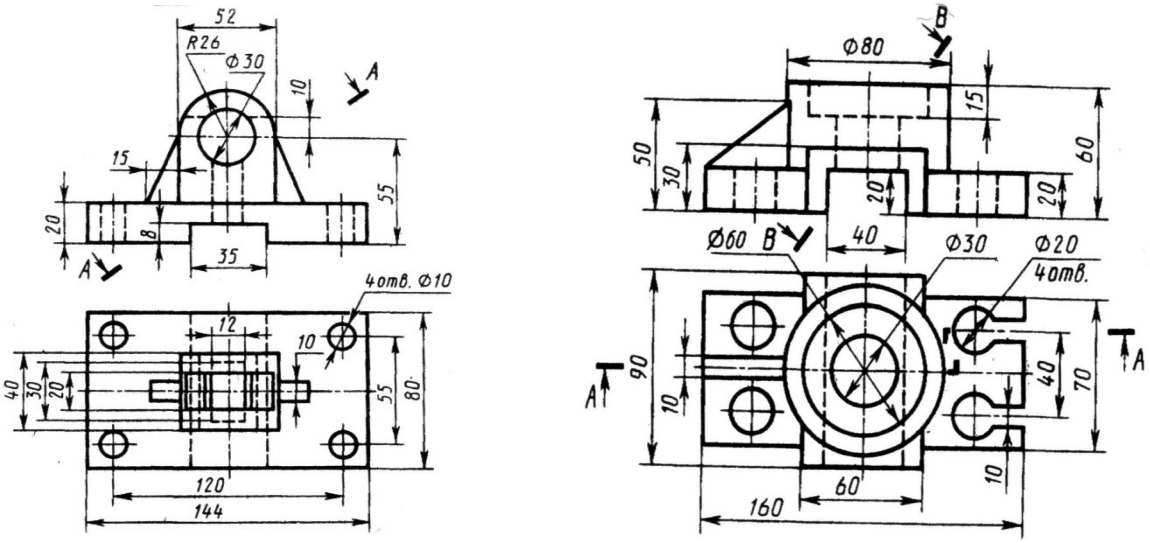


Рисунок 13 - Данные для выполнения задания по теме 4.

7, 10

8, 17



9, 18

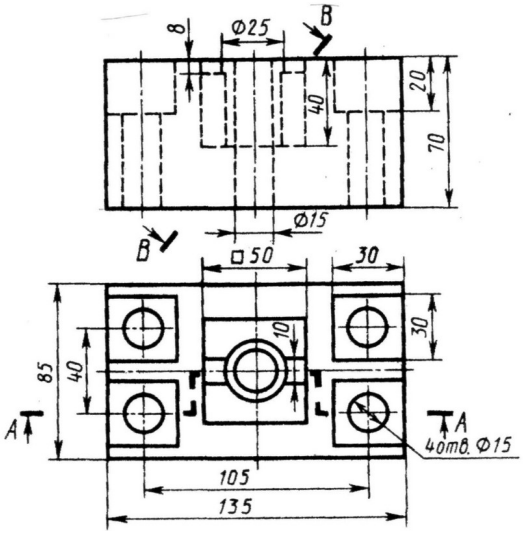


Рисунок 13 - Данные для выполнения задания по теме 4. Продолжение

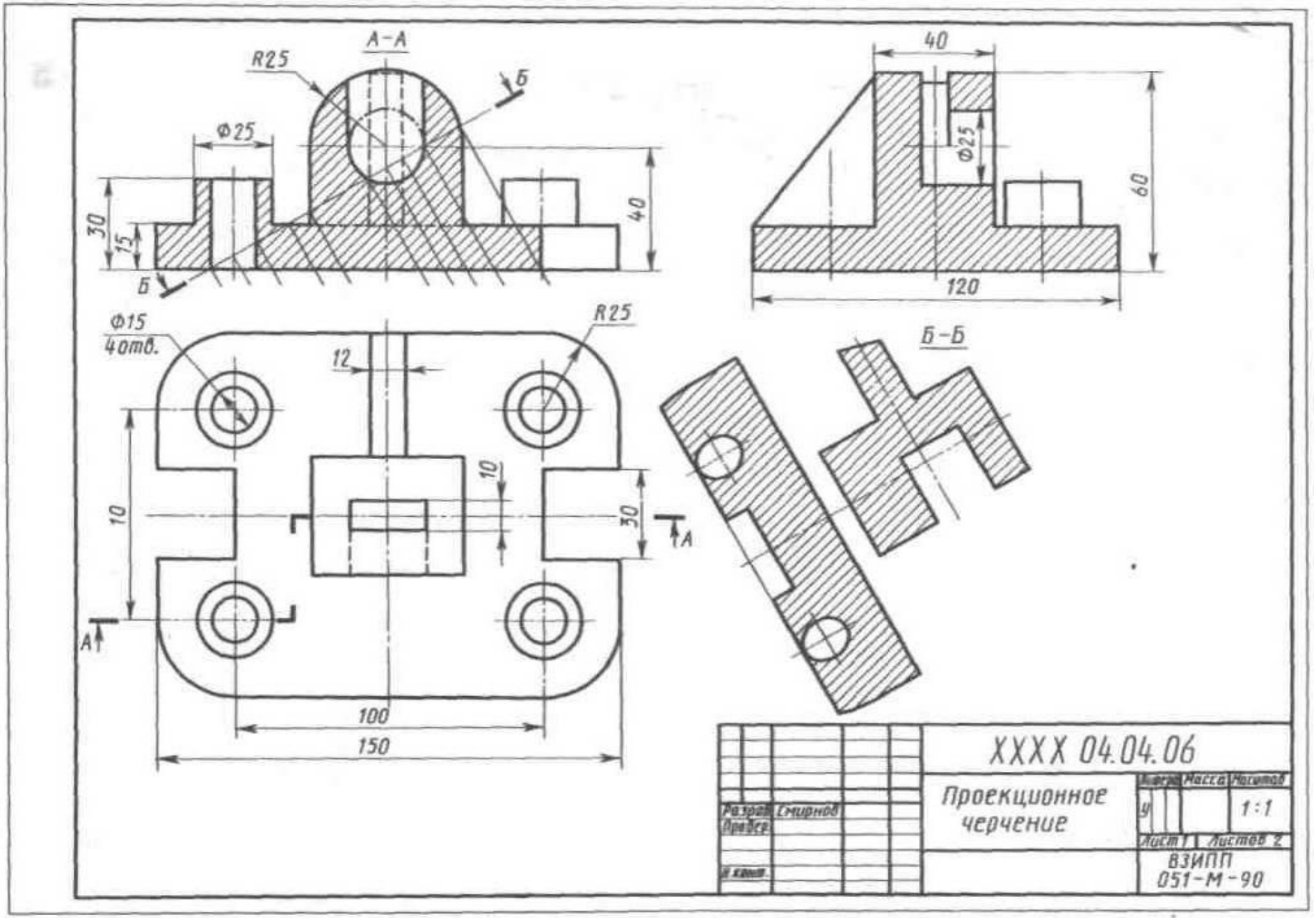


Рисунок 14 - Пример выполнения задания по теме 4

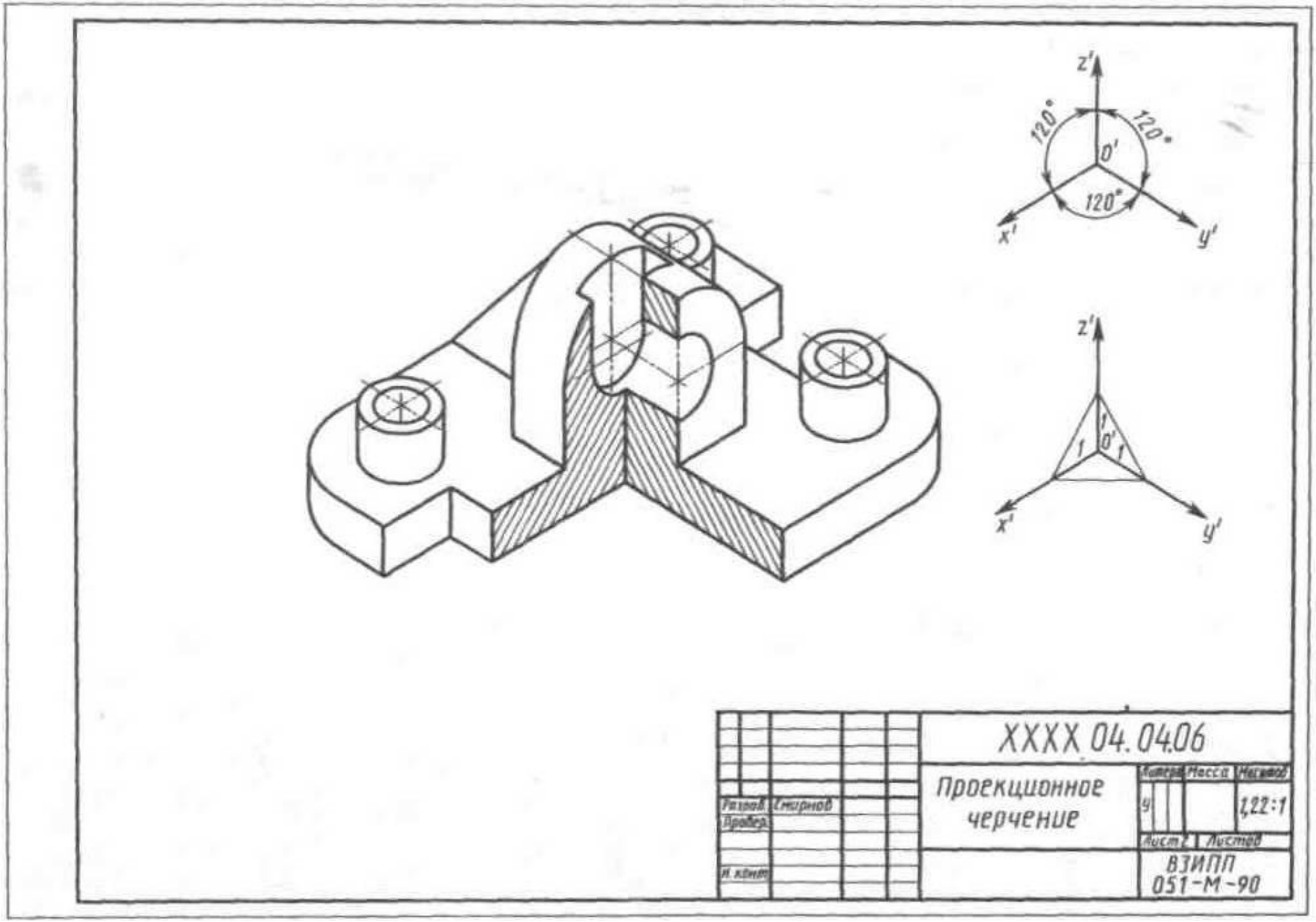


Рисунок 15 - Пример построения аксонометрической проекции для задания по теме 4

Вопросы для самопроверки

К теме 1.

1. Сколько форматов А4 содержится в листе формата А1? **2.** Как образуются дополнительные форматы чертежей? **3.** Чем определяется размер шрифта? **4.** Чему равна высота строчных букв по сравнению с прописными? **5.** Допускается ли применение в чертежах прямого шрифта? **6.** От чего зависит выбор толщины линии обводки видимого контура? **7.** Какого начертания и какой толщины проводят линии осевые, центровые, выносные, размерные и невидимого контура? **8.** Как обозначают центровые линии окружности небольшого диаметра (менее 12 мм)? **9.** В каких единицах измерения проставляют размерные числа на чертежах? **10.** На каком расстоянии от контура рекомендуется проводить размерные линии? **11.** В каких случаях стрелку размерной линии заменяют точкой или штрихом? **12.** Как располагают цифры размеров угла? **13.** В каких случаях проставляют знак диаметра Ø? **14.** Какие проставляют размеры при выполнении чертежа в масштабе, отличном от 1:1? **15.** На каких двух положениях геометрии основано построение сопряжений? **16.** Перечислите элементы сопряжений.

К теме 2.

1. Перечислите названия шести основных видов и укажите, как их располагают на чертеже. **2.** Что называют главным видом? **3.** Когда на чертеже делают надписи названий основных видов? **4.** Какой вид называют дополнительным? Как его изображают на чертеже? **5.** Какой вид называют местным?

К теме 3.

1. Что такое разрез? **2.** Для какой цели применяют разрезы? **3.** Что такое полный разрез, простой и сложный разрезы? **4.** Какой разрез называют горизонтальным? вертикальным? наклонным? **5.** Какие бывают вертикальные разрезы? **6.** Где могут быть расположены горизонтальный, фронтальный и профильный разрезы? **7.** В каком случае можно соединить половину вида с половиной разреза? **8.** При соединении половины вида и половины разреза как следует выявлять внешнее или внутреннее ребро, совпавшее с осью симметрии? **9.** Как обозначают простые разрезы? **10.** Каковы соотношения размеров стрелки, указывающей направление взгляда при выполнении сечения и разреза? **11.** Какой простой разрез можно не обозначать? **12.** Как проводят секущие плоскости при образовании разрезов на аксонометрических изображениях? **13.** Как направляются линии штриховки сечений на аксонометрических изображениях?

К теме 4.

1. Что такое сложный разрез? **2.** Какие разрезы называют ступенчатыми? ломаными? **3.** Что такое «местный» разрез? **4.** Что такое сечение? **5.** Как обводят линии контура наложенного и вынесенного сечений? **6.** Как обозначают сечения?

Список рекомендуемой литературы

1. Посвянский А.Д. Краткий курс начертательной геометрии. М., Высшая школа, 1974.

2. Иванов Г.С. Начертательная геометрия. М., Машиностроение, 1983.

3. Фролов С. А. Начертательная геометрия. М., 1985.

4. Гордон В. О., Семенцов-Огиевский М. А. Курс начертательной геометрии. М., 1987.

5. Павлова А.А. Начертательная геометрия. М., 1999.

6. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение. М., 2003.

7. Егоров П.Е. Начертательная геометрия. Конспект лекций. Тверь, 1999.

8. Государственные стандарты «Единая система конструкторской документации» (ЕСКД). Номера ГОСТов указаны в списках литературы к отдельным темам.

9. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей. М. Высшая школа. 2000 г.

10. Мерзон Э.Д., Мерзон И.Э. Машиностроительное черчение. М. Высшая школа. 1987 г.

11. Попова Г.К., Алексеев С.Ю. Машиностроительное черчение. Справочник. Л. Машиностроение. 1987 г.

12. Машиностроительное черчение. Учебное пособие для вузов / Под ред. Г. П. Вяткина. М., 1985.

13. Фролов С.А., Волков А.В., Феоктистова Е.Д.Машиностроительное черчение. М., 1981.

14. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. Л., 1984.

15. АнурьевВ.И.Справочникконструктора-машиностроителя.М.,1979.