

**Федеральное агентство по образованию**  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



Кафедра инженерной графики

# **НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ**

Методические указания и задания  
для студентов 1-го курса  
специальностей 101700, 170600, 210200,  
230100, 271300, 271500, 320700  
факультета заочного обучения  
и экстерната

Санкт-Петербург 2005

УДК 515 (075)

**Чопко Н.Ф.** Начертательная геометрия: Метод. указания и задания для студентов 1-го курса спец. 101700, 170600, 210200, 230100, 271300, 271500, 320700 факультета заочного обучения и экстерната. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. – 36 с.

Разработаны на основе методических указаний «Начертательная геометрия и черчение» для студентов-заочников инженерно-технических специальностей. (Авторы: С.А. Фролов, А.В. Бубенников, В.С. Левицкий и др. – М., 1982).

Рецензент

Канд. техн. наук, доц. Б.Б. Земсков

Рекомендованы к изданию советом факультета техники пищевых производств

© Санкт-Петербургский государственный  
университет низкотемпературных  
и пищевых технологий, 2005

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Начертательная геометрия изучается студентами высших технических учебных заведений на первом курсе обучения. Студентам прежде всего необходимо ознакомиться с ее программой. Изучению начертательной геометрии следует уделить особое внимание. Надо учесть, что, кроме знаний теории и умения решать типовые задачи по каждой теме дисциплины, требуется выполнить ряд контрольных работ.

Необходимо, учитывая уровень математической подготовки, уметь достаточно точно и аккуратно выполнять графические построения при решении конкретных геометрических задач. Начертательная геометрия способствует развитию пространственного воображения (мышления), умению «читать» чертежи и с их помощью передавать свои и правильно понимать мысли других, что крайне необходимо инженеру.

При изучении начертательной геометрии следует придерживаться следующих общих указаний:

1) начертательную геометрию нужно изучать строго последовательно и систематически, избегая перерывов в занятиях, а также перегрузок в них;

2) прочитанный в учебной литературе материал должен быть глубоко усвоен. Следует избегать механического запоминания теорем, отдельных формулировок и решений задач;

3) очень большую помощь в усвоении дисциплины оказывает хороший конспект учебника или аудиторных лекций, где записываются основные положения изучаемой темы и даются краткие пояснения к графическим построениям при решении геометрических задач. Такой конспект поможет глубже понять и запомнить изучаемый материал. Он служит также справочником, к которому приходится часто обращаться, сопоставляя темы курса в единой их взаимосвязи.

Материал по каждой теме дисциплины желательно прочитывать дважды. При первом чтении учебника глубоко и последовательно изучается весь материал темы. При повторном чтении рекомендуется вести конспект, записывая в него основные положения теории и порядок решения типовых задач. При подготовке к экзамену конспект не может заменить учебника;

4) начертательная геометрия требует особого внимания при решении задач – наилучшего средства более глубокого и всестороннего понимания основных положений теории.

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

5) на начальной стадии изучения начертательной геометрии полезно обращаться к моделированию изучаемых геометрических форм и их сочетаний. В дальнейшем следует уметь выполнять различные операции с геометрическими формами в пространстве на их проекционных изображениях, уже обходясь без помощи моделей и зарисовок;

6) студент-заочник должен поддерживать самую тесную связь с преподавателем-рецензентом по всем вопросам, связанным с изучением дисциплины;

7) выполнив все контрольные работы по начертательной геометрии и имея на них рецензии с отметкой «зачтено», студент вправе сдавать экзамен. На экзамене представляются зачтенные контрольные работы. Преподаватель может аннулировать представленные контрольные работы и выдать новое задание, сообщив об этом на кафедру и на факультет, если при собеседовании убедится, что студент выполнил работы несамостоятельно.

На экзамене студенту предлагается решить две задачи и ответить на один-два теоретических вопроса. Решение задач выполняется на листах чертежной бумаги (ватмана) формата А3 (297х420 мм) с помощью чертежных инструментов в карандаше. На экзамене необходимо иметь два листа чертежной бумаги (ватмана) формата А3, два угольника, карандаши (жесткий и мягкий), циркуль, измеритель, резинку.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасов Б.Ф., Дудкина Л.А., Немолотов С.О. Начертательная геометрия.– СПб., 2003. – 231 с.
2. Фролов С.А. Начертательная геометрия. – М., 1983. – 240 с.
3. Фролов С.А. Сборник задач по начертательной геометрии. – М., 1980. – 142 с.

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

## **Тема 1. Центральные и параллельные проекции**

Метод проекций. Центральное, параллельное проецирования и их свойства. Обратимость чертежа. Метод двух изображений. Образование чертежа из двух и более плоскостей проекций по ГОСТ 2.305–68.

## **Тема 2. Точка, прямая, кривая и плоскость на эюре Монжа**

Проецирование точки на третьей плоскости проекций. Координаты точки. Задание и изображение на эюре прямой. Прямые общего и частного положения. Взаимное расположение прямых. Метод конкурирующих точек. Кривые линии. Понятия и определения. Ортогональные проекции кривой. Задание и изображение плоскости на эюре. Плоскости общего и частного положения. Прямая и точка, лежащие в плоскости. Главные линии в плоскости.

## **Тема 3. Поверхности**

Понятия и определения. Задание поверхности. Определитель поверхности. Классификация поверхностей. Конические и пирамидальные поверхности. Цилиндрические и призматические поверхности. Поверхности вращения. Винтовые поверхности.

## **Тема 4. Способы преобразования эюра Монжа**

Способ замены плоскостей проекций. Решение четырех основных задач преобразования эюра. Способ вращения вокруг проецирующей прямой. Способ плоскопараллельного перемещения. Способ вращения вокруг прямой уровня.

## **Тема 5. Позиционные задачи**

Задачи на порядок. Задачи на принадлежность. Задачи на пересечение: когда обе фигуры занимают проецирующее положение, когда одна из фигур проецирующая, а вторая – непроекцирующая, когда обе фигуры непроекцирующие. Прямая и плоскость, параллельные плоскости.

## **Тема 6. Метрические задачи**

Определение длины отрезка. Теорема о перпендикуляре к плоскости. Задачи на определение расстояний. Задачи на измерение углов.

## **Тема 7. Развертки поверхностей**

Понятия о развертках. Точные развертки развертываемых поверхностей. Приближенные развертки развертываемых поверхностей.

## **Тема 8. Плоскости и поверхности, касательные к поверхностям**

Плоскости, касательные к поверхностям. Поверхности, касательные к поверхностям. Построение очертаний поверхностей.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

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

В каждой работе представляются несколько вариантов задания. Студент выполняет тот вариант, номер которого соответствует сумме трех последних цифр шифра его студенческого билета. Если, например, шифр билета 12133, то студент во всех работах выполняет 7-й ( $1+3+3 = 7$ ) вариант задания.

Контрольная работа представляется на рецензию в полном объеме (необходимое число эшюров с пояснительными записками к ним). Представление работ по частям (отдельными эшюрами) не разрешается. На каждую контрольную работу преподаватель кафедры составляет рецензию. Работа вместе с рецензией возвращается студенту, и она хранится у него до экзамена. Пометки преподавателя на чертежах стирать нельзя. Все замечания и указания преподавателя должны быть приняты студентом к исполнению. Если работа не зачтена, преподаватель в рецензии указывает, какую часть контрольной работы переделать или же выполнить эту работу вновь. На повторную рецензию следует выслать всю контрольную работу полностью. К выполнению следующей контрольной работы нужно приступить, не ожидая рецензии на предыдущую.

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

Этюры контрольных работ выполняются на листах чертежной бумаги формата А3 (297х420 мм). На расстоянии 5 мм от линии обреза листа проводится рамка поля чертежа. С левой стороны линия рамки должна находиться на расстоянии 20 мм от линии обреза листа. В правом нижнем углу формата вплотную к рамке помещается учебный вариант основной надписи.

Задания к этюрам берутся из таблиц в соответствии с вариантами. Чертежи заданий вычерчиваются в натуральном масштабе и размещаются с учетом наиболее плотного размещения всего этюра в пределах формата листа.

Все надписи, как и отдельные обозначения в виде букв и цифр на этюре, должны быть выполнены стандартным шрифтом размером 5 или 7 (тип Б) в соответствии с ГОСТ 2.304–81. Этюры выполняются с помощью чертежных инструментов, вначале карандашом с последующей обводкой всех основных построений пастой шариковой ручки. На тщательность построений должно быть обращено особое 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 – штрихпунктирные толщиной от  $S/2$  до  $S/3$  мм. Линии построения и линии связи должны быть сплошными и наиболее тонкими. Линии невидимых контуров обозначают штриховыми линиями. На это следует обратить внимание при выполнении всех контрольных работ, имея в виду, что заданные плоскости и поверхности непрозрачны.

Точки на чертеже вычерчиваются в виде окружности диаметром 1,5–2,0 мм с помощью циркуля-балеринки (см. чертежи-образцы в учебниках). Каждый этюр сопровождается пояснительной запиской, в которой на одном листе писчей бумаги формата А4 (297х210 мм) кратко излагается план решения задач и последовательность графических построений. Этот лист писчей бумаги приклеивается с левой стороны чертежного листа на полосе между краем листа и внутренней рамкой. Листы выполненной контрольной работы складывают до формата А4, помещают в конверт и высылают на рецензию в институт.

# КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

## Контрольная работа № 1

(листы 1–4)

### Лист 1

Задача 1. Построить линию пересечения треугольников  $ABC$  и  $EDK$  и показать их видимость в проекциях. Определить натуральную величину треугольника  $ABC$ . Данные для своего варианта взять в табл. 1. Пример выполнения листа 1 дан на рис. 1 приложения.

Указания к решению задачи 1. В левой половине листа формата А3 (297x420 мм) проводятся оси координат из табл. 1 и, согласно своему варианту, берутся координаты точек  $A, B, C, D, E, K$  вершин треугольника (рис. 1 приложения). Стороны треугольников и другие вспомогательные прямые проводятся вначале тонкими сплошными линиями. Линия пересечения треугольников строится по точкам пересечения сторон одного треугольника с другим. Такую линию можно построить, используя метод вспомогательных секущих плоскостей. Видимость сторон треугольников определяется способом конкурирующих точек. Видимые отрезки сторон треугольника выделяют толстыми основными линиями, невидимые следует показать штриховыми или тонкими линиями. Определяется натуральная величина треугольника  $ABC$ .

Плоскопараллельным перемещением треугольник  $ABC$  приводится в положение проецирующей плоскости, и далее вращением вокруг проецирующей прямой треугольник  $ABC$  приводится в положение, когда он будет параллелен плоскости проекций. В треугольнике  $ABC$  следует показать и линию пересечения его с треугольником  $EDK$ .

Выполнив все построения в карандаше, чертеж обводят цветной пастой шариковой ручки. Вначале, используя «балеринку», помечают кружками характерные точки. Черной пастой обводят линии заданных треугольников, красной пастой обводят линию пересечения треугольников. Все вспомогательные построения обязательно обводятся на чертеже сплошными тонкими линиями пастой синего или зеленого цвета.

Все буквенные или цифровые обозначения, а также надписи обводятся 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 в табл. 2.

Задача 3. Построить линию пересечения пирамиды с прямой призмой. Данные для своего варианта взять в табл. 3. Пример выполнения листа 2 дан на рис. 2 приложения.

*Указания к решению задачи 2.* В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и из табл. 2, согласно своему варианту, берутся координаты точек  $A$ ,  $B$  и  $C$  вершин треугольника  $ABC$ . По координатам строится треугольник в проекциях. В точке  $A$  восстанавливается 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 толстыми линиями, невидимые – штриховыми линиями. Стороны треугольника  $ABC$  (основание пирамиды) следует обвести черной пастой; ребра  $SA$ ,  $SB$  и  $SC$  пирамиды – красной пастой. Все вспомогательные построения необходимо сохранить на эюре и показать их тонкими сплошными линиями зеленой (синей) пастой шариковой ручки.

*Указания к решению задачи 3.* В оставшейся правой половине листа 2 намечаются оси координат и из табл. 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 многоугольников (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.

Линия пересечения многогранников определяется по точкам пересечения ребер каждого из них с гранями другого многогранника или построением линий пересечения граней многогранников.

Видимыми являются только те стороны многоугольника пересечения, которые принадлежат видимым граням многоугольников. Их следует показать сплошными толстыми линиями красной пастой.

Все вспомогательные построения на эюре сохранить и показать их тонкими линиями синей (зеленой) пастой шариковой ручки.

*Примечание.* Задаче 3 уделить особое внимание. Все построения на чертеже тщательно проверить. Допущенные здесь ошибки приводят к неправильному решению следующей задачи – задачи 4 (построение разверток многогранников).

### Листы 3, 4

Задача 4. Построить развертки пересекающихся многогранников – прямой призмы с пирамидой. Показать на развертках линию их пересечения.

Чтобы решить данную задачу (лист 3), необходимо перевести на кальку (лист ватмана) формата А3 чертеж пирамиды с вершинами линии пересечения (лист 2, задача 3 приложения).

*Указания к решению задачи 4.* Заданные элементы многогранников на кальке (ватмане) обвести черной пастой; линию их пересечения обвести красной пастой. Далее выполняются вспомогательные построения (их обвести синей или зеленой пастой шариковой ручки) для определения натуральных величин ребер многогранников (рис. 3 приложения).

На листе 4 (ватмана формата А3) строятся развертки многогранников (рис. 4).

**Развертка прямой призмы.** Развертку прямой призмы строят следующим образом:

- а) проводят горизонтальную прямую;
- б) на этой прямой от произвольной точки  $G$  откладывают отрезки  $GU, UE, EK, KG$ , равные длинам сторон основания призмы;
- в) из точек  $G, U...$  восстанавливают перпендикуляры и на них откладывают отрезки, равные высоте призмы. Полученные точки соединяют прямой. Прямоугольник  $GG_1G_1G$  является разверткой боковой поверхности призмы. Для указания на развертке граней призмы из точек  $U, E, K$  восстанавливают перпендикуляры;
- г) для получения полной развертки поверхности призмы к развертке поверхности пристраивают многоугольники ее оснований.

Для построения на развертке линии пересечения призмы с пирамидой – замкнутой ломаной линии  $134876521$  – пользуемся вертикальными прямыми. Например, для определения положения точки  $1$  на развертке поступаем так: на отрезке  $GU$  от точки  $G$  вправо откладываем отрезок  $Gl_0$ , равный отрезку  $g1$  (рис. 2 приложения).

Таблица 1

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

№ варианта	X <sub>A</sub>	Y <sub>A</sub>	Z <sub>A</sub>	X <sub>B</sub>	Y <sub>B</sub>	Z <sub>B</sub>	X <sub>C</sub>	Y <sub>C</sub>	Z <sub>C</sub>	X <sub>D</sub>	Y <sub>D</sub>	Z <sub>D</sub>	X <sub>E</sub>	Y <sub>E</sub>	Z <sub>E</sub>	X <sub>K</sub>	Y <sub>K</sub>	Z <sub>K</sub>
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45	65	105	80	130	18	35	12	50	0
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	40	20	15	0	50
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80	70	80	108	0	35	20	120	0	50
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38	67	20	0	0	111	48	121	78	86
17	18	75	40	83	6	107	135	38	47	67	0	20	0	48	111	121	86	78
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47	135	0	20	68	48	111	15	86	78
19	117	40	75	52	107	6	0	47	38	135	20	0	68	111	48	15	78	86
20	120	38	75	50	108	5	0	45	40	135	20	0	70	110	50	15	80	85
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40	140	20	0	70	110	50	20	80	85
22	20	40	10	85	110	80	135	48	48	70	20	85	0	110	35	120	80	0
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48	70	85	20	0	35	110	120	0	80
24	117	40	9	52	111	79	0	47	48	68	20	85	135	111	36	14	78	0
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47	68	85	20	135	36	111	14	0	78
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	67	20	85	0	111	36	36	78	0
27	18	9	40	83	79	111	135	48	47	67	85	20	0	36	111	121	0	78

**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	83	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
19	117	40	75	52	107	6	0	47	38	80
20	120	38	75	50	108	5	0	45	40	80
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40	85
22	20	40	10	85	110	80	135	48	48	85
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48	85
24	117	40	9	52	111	79	0	47	48	80
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47	85
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	80
27	18	9	40	83	79	111	135	48	47	80

Из точки  $I_0$  восстанавливаем перпендикуляр к отрезку  $GU$  и на нем откладываем аппликату  $Z$  точки  $I$ . Аналогично строят и находят и остальные точки.

**Развертка пирамиды.** На кальке (ватмане) определяют натуральную величину каждого из ребер пирамиды (рис. 3 приложения). Зная натуральные величины ребер пирамиды, строят ее

развертку. Определяют последовательно натуральные величины грани пирамиды. На ребрах и на гранях пирамиды (на развертке) строят пространственную ломаную, которая является линией пересечения пирамиды с призмой.

Ребра многогранников на развертке обвести черной пастой; линии пересечения многогранников обвести красной, а все вспомогательные построения – синей (зеленой) пастой шариковой ручки.

Кальку и листы писчей бумаги с планом решения задачи наклеить с левого края листа 4.

Таблица 3

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

№ ва- ри- анта	$X_A$	$Y_A$	$Z_A$	$X_B$	$Y_B$	$Z_B$	$X_C$	$Y_C$	$Z_C$	$X_D$	$Y_D$	$Z_D$	$X_E$	$Y_E$	$Z_E$	$X_K$	$Y_K$	$Z_K$	$X_G$	$Y_G$	$Z_G$	$X_U$	$Y_U$	$Z_U$	$h$
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	43	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
5	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
7	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
8	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
9	0	85	0	15	30	80	55	120	40	141	60	40	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	86
10	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
11	141	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
12	141	68	0	122	7	77	87	93	40	0	43	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
13	141	82	0	122	21	77	87	112	40	0	57	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
14	141	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
15	141	90	0	122	29	77	87	120	40	0	65	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
16	135	75	0	116	14	77	81	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
17	145	75	0	126	14	77	91	100	40	0	50	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
18	145	95	0	120	34	77	87	120	40	0	70	40	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85

Окончание табл. 3

№ варианта	$X_A$	$Y_A$	$Z_A$	$X_B$	$Y_B$	$Z_B$	$X_C$	$Y_C$	$Z_C$	$X_D$	$Y_D$	$Z_D$	$X_E$	$Y_E$	$Z_E$	$X_K$	$Y_K$	$Z_K$	$X_G$	$Y_G$	$Z_G$	$X_U$	$Y_U$	$Z_U$	$h$
19	145	70	0	122	10	80	90	95	40	0	70	45	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
20	145	65	0	122	20	70	85	100	40	0	68	47	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
21	122	14	77	141	75	0	87	100	40	0	50	40	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
22	120	15	80	140	75	0	85	100	45	0	50	45	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
23	125	20	80	140	75	0	85	100	45	0	55	45	98	52	0	76	20	0	18	20	0	57	95	0	85
24	140	70	0	120	15	80	85	95	50	0	50	45	100	50	0	75	22	0	20	20	0	60	90	0	85
25	140	65	0	115	20	75	80	90	40	0	50	40	100	45	0	75	17	0	22	25	0	60	95	0	85
26	135	65	0	120	20	75	80	90	40	0	55	45	100	48	0	70	15	0	20	27	0	65	95	0	85
27	135	60	0	115	20	80	85	90	40	0	50	40	100	43	0	70	20	0	20	20	0	60	90	0	85

## Контрольная работа № 2

(листы 5–8)

### Лист 5

Задача 6. На трехпроекционном чертеже построить недостающие проекции сквозного отверстия в сфере радиуса  $R$ . Вырожденная (фронтальная) проекция сквозного отверстия представлена четырехугольником: координаты точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  вершин четырехугольника – сквозного отверстия на сфере – известны (табл. 4).

Таблица 4

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

№ варианта	$X_0$	$Y_0$	$Z_0$	$X_A$	$Y_A$	$Z_A$	$X_B$	$Y_B$	$Z_B$	$X_C$	$Y_C$	$Z_C$	$X_D$	$Y_D$	$Z_D$	$R$
1	70	58	62	118	–	35	56	–	95	45	–	95	45	–	35	46
2	70	60	60	118	–	35	56	–	95	44	–	95	44	–	35	46
3	70	60	58	120	–	35	58	–	95	44	–	95	44	–	35	48
4	70	60	58	120	–	36	56	–	94	42	–	94	42	–	36	48
5	69	58	60	116	–	36	58	–	94	45	–	94	45	–	36	47
6	72	60	58	116	–	36	60	–	92	42	–	92	42	–	36	47
7	72	58	60	120	–	34	60	–	92	42	–	92	42	–	34	48
8	72	58	58	122	–	34	60	–	90	40	–	90	40	–	34	45
9	74	62	60	122	–	34	55	–	90	40	–	90	40	–	34	45
10	69	58	60	20	–	36	81	–	94	94	–	94	94	–	36	47
11	74	62	58	20	–	36	80	–	92	94	–	92	94	–	36	47
12	72	62	62	20	–	35	80	–	92	92	–	92	92	–	35	48
13	72	60	62	22	–	35	82	–	90	92	–	90	92	–	35	48
14	70	60	60	18	–	35	82	–	90	90	–	90	90	–	35	48
15	70	60	58	18	–	34	82	–	94	92	–	94	90	–	34	50
16	72	62	58	20	–	34	84	–	94	96	–	94	96	–	34	50
17	70	62	60	18	–	32	84	–	90	96	–	90	96	–	32	50
18	68	60	60	20	–	32	86	–	92	95	–	92	95	–	32	50



№ варианта	$X_0$	$Y_0$	$Z_0$	$X_A$	$Y_A$	$Z_A$	$X_B$	$Y_B$	$Z_B$	$X_C$	$Y_C$	$Z_C$	$X_D$	$Y_D$	$Z_D$	$R$
19	68	58	62	20	–	32	86	–	92	95	–	92	95	–	32	50
20	70	58	62	18	–	32	86	–	94	90	–	94	90	–	32	52
21	70	60	58	118	–	35	60	–	95	45	–	95	45	–	35	52
22	70	62	62	120	–	36	60	–	92	42	–	92	42	–	36	50
23	68	62	60	120	–	34	62	–	92	42	–	92	42	–	34	50
24	68	62	58	122	–	35	62	–	90	40	–	90	40	–	35	52
25	68	60	58	120	–	36	60	–	90	42	–	90	42	–	36	52
26	70	60	60	120	–	35	60	–	92	44	–	92	44	–	35	52
27	70	58	60	120	–	32	62	–	92	45	–	92	45	–	32	50

*Указания к решению задачи 6.* Намечаются оси координат с началом в центре листа формата А3 (рис. 5 приложения). Строятся проекции сферы заданного радиуса  $R$  с центром в точке  $O$ . Определяются по заданным координатам (табл. 4) проекции точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  (вершин четырехугольника) сквозного отверстия на сфере и строится многоугольник – вырожденная проекция линии сквозного отверстия.

Вначале определяются характерные точки линии сквозного отверстия: точки на экваторе, главном меридиане, наиболее удаленные и ближайшие точки поверхности сферы к плоскостям проекций. Очертания сферы и вырожденную проекцию сквозного сечения обвести черной пастой шариковой ручки, недостающие две проекции отверстия – красной пастой. Все вспомогательные построения на чертеже сохранить и обвести тонкими линиями зеленой (синей) пастой.

## Лист 6

Задача 7. Построить линию пересечения конуса вращения плоскостью  $ABC$  общего положения. Данные для своего варианта взять из табл. 5. Пример выполнения листа 6 дан на рис. 6 приложения.

*Указания к решению задачи 7.* В левой половине листа формата А3 намечаются оси координат и из табл. 5, 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 нее, определя-

ется величина конуса вращения. По координатам точек  $A$ ,  $B$  и  $C$  определяется секущая плоскость. В целях облегчения построений линий сечения строится дополнительный чертеж заданных геометрических образов. Выбирается дополнительная система  $\Pi_1/\Pi_4$  плоскостей проекций с таким расчетом, чтобы секущая плоскость была представлена как проецирующая. Дополнительная плоскость проекции  $\Pi_4$  перпендикулярна данной плоскости  $ABC$ . Линия сечения (эллипс) проецируется на плоскость  $\Pi_4$  в виде отрезка прямой на следе этой плоскости. Имея проекцию эллипса сечения на дополнительной плоскости  $\Pi_4$ , строят основные его проекции.

Оси координат, очертания поверхности на основном эюре и секущую плоскость следует обвести черной пастой; линию сечения в проекциях обвести красной пастой. Все основные и вспомогательные построения на основном и дополнительном эюрах сохранить и показать тонкими сплошными линиями синей (зеленой) пастой шариковой ручки.

## Лист 7

Задача 10. Построить линию пересечения фронтально-проецирующего цилиндра с поверхностью открытого тора (кольца). Данные для своего варианта взять из табл. 6. Образец выполнения листа 7 дан на рис. 7 приложения.

Задача 11. Построить линию пересечения фронтально-проецирующего цилиндра вращения с поверхностью наклонного конуса с круговым основанием. Данные для своего варианта взять из табл. 7.

*Указания к решению задачи 10.* В левой половине листа отмечают оси координат и из табл. 6 берут, согласно своему варианту, величины, которыми задаются поверхности цилиндра и тора (кольца). Осью тора является координатная ось  $Y$ . Тор ограничен двумя координатными плоскостями  $XOY$  и  $YOZ$ ; точка  $K$  – центр производящей окружности радиусом  $R_1$  в плоскости  $XOY$ . Осью цилиндра вращения радиусом  $r$  является фронтально-проецирующая прямая, проходящая через точку  $E$ .

Таблица 5

**Данные к задаче 7**  
(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	52	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
19	86	64	0	44	28	65	14	50	65	88	140	4	44	98
20	86	64	0	46	26	70	14	50	70	90	140	6	42	98
21	85	70	0	48	26	68	16	48	68	90	142	8	42	95
22	85	70	0	45	26	70	16	48	70	88	142	8	46	95
23	85	70	0	44	28	68	15	46	68	86	138	10	46	96
24	85	68	0	44	28	66	15	46	66	85	138	10	46	96
25	85	68	0	40	30	64	16	45	64	85	140	8	46	97
26	80	70	0	40	25	62	14	48	62	86	125	8	45	97
27	80	70	0	40	25	60	12	50	60	85	125	0	45	102

Образующие цилиндра имеют длину, равную  $3r$ , и делятся пополам фронтальной плоскостью, окружностью радиусом  $[OK_1]$ . Тор имеет две системы круговых сечений. Одна система таких сечений находится в плоскостях, перпендикулярных оси вращения, другая – в проецирующих плоскостях, проходящих через ось вращения.

При построении линии пересечения поверхностей прежде всего необходимо определить ее опорные точки – точки пересечения очерковых образующих поверхностей. В нашем случае вырожденная

фронтальная проекция (окружность) цилиндра является фронтальной проекцией искомой линии пересечения, поскольку одна из пересекающихся поверхностей (цилиндр вращения) – проецирующая. Задача сводится к определению недостающих (горизонтальных) проекций точек линии пересечения заданных поверхностей. Такие точки определяются с помощью секущих фронтальных плоскостей. Среди них должны быть и точки, в которых линия пересечения переходит от видимой части ее к невидимой.

Таблица 6

**Данные к задаче 10**  
(координаты и размеры, мм)

№ варианта	$X_K$	$Y_K$	$Z_K$	$R_I$	$X_E$	$Y_E$	$Z_E$	$r$
1	66	66	0	38	48	66	49	32
2	67	67	0	38	47	67	48	32
3	65	65	0	40	46	65	47	33
4	68	65	0	40	45	65	46	34
5	65	65	0	38	49	65	50	34
6	70	65	0	40	44	65	51	35
7	67	67	0	38	43	67	52	35
8	68	68	0	39	42	68	53	36
9	69	65	0	39	50	65	54	36
10	68	66	0	37	51	66	55	38
11	65	64	0	37	52	64	56	38
12	66	64	0	40	53	64	57	37
13	65	66	0	40	54	66	58	36
14	65	70	0	36	55	70	50	37
15	65	70	0	36	56	70	52	32
16	66	70	0	37	57	70	53	33
17	68	70	0	38	58	70	51	34
18	68	70	0	39	59	70	49	34
19	70	70	0	40	60	70	50	35
20	70	70	0	41	50	70	60	34
21	72	72	0	42	52	72	62	36
22	72	70	0	42	54	70	61	35

Окончание табл. 6

№	$X_K$	$Y_K$	$Z_K$	$R_I$	$X_E$	$Y_E$	$Z_E$	$r$
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----

варианта								
23	66	70	0	38	55	70	59	38
24	68	72	0	40	50	72	63	38
25	66	66	0	40	52	66	65	40
26	65	65	0	40	52	65	64	40
27	70	70	0	40	52	70	66	38

Построив линию пересечения поверхностей и установив ее видимость, а также установив видимость других линий поверхностей, чертеж обводят пастой. Оси координат, очертания поверхностей следует обвести черной пастой; линию пересечения поверхностей – красной; все основные вспомогательные построения обвести синей (зеленой) пастой шариковой ручки.

*Указания к решению задачи 11.* В правой половине листа намечают оси координат: из табл. 7 берут необходимые данные (согласно своему варианту) для построения поверхностей. Цилиндр вращения является проецирующей поверхностью. Линия пересечения проецирующего цилиндра с конусом уже представлена на чертеже одной (фронтальной) проекцией в границах фронтального очерка конуса. Задача сводится к построению недостающей (горизонтальной) проекции такой линии.

Характерные и другие (дополнительные) точки линии пересечения поверхностей определяют с помощью секущих плоскостей-посредников. Построив линию пересечения поверхностей и определив ее видимость, а также определив видимость других линий поверхностей, чертеж обводят пастой. Оси координат, очертания поверхностей следует обвести черной пастой; линию пересечения поверхностей – красной; все основные вспомогательные построения обвести синей (зеленой) пастой шариковой ручки.

## Лист 8

Задача 12. Построить линию пересечения закрытого тора с поверхностью наклонного цилиндра вращения. Заданные поверхности имеют общую фронтальную плоскость симметрии. Данные для своего варианта взять из табл. 8. Пример выполнения листа дан на рис. 8 приложения.

Задача 13. Построить линию пересечения поверхности конуса вращения с поверхностью открытого тора (кольца). Данные для своего варианта взять из табл. 9.

Указания к решению задачи 12. В левой половине листа формата А3 намечают оси координат и из табл. 8, согласно своему варианту, берут заданные величины, которыми определяются поверхности тора и цилиндра вращения. По координатам определяют положение точки  $E$ , т. е. точки пересечения вертикальной оси тора с наклонной осью цилиндра вращения радиусом

$$r = 2R/3.$$

Главным меридианом поверхности тора является замкнутая линия, состоящая из двух пересекающихся на оси дуг окружности радиусом  $2R$  и отрезка прямой – проекции экваториальной параллели, представляющей собой окружность с центром в точке  $K$  и радиусом  $R$  в плоскости уровня  $XOY$ .

Ось цилиндра вращения пересекается с осью поверхности тора в точке  $E$  под углом  $\delta$ . Основание цилиндра вращения касается профильной координатной плоскости  $YOZ$ .

Точки пересечения фронтальных меридианов заданных поверхностей вращения принадлежат искомой линии их пересечения. Они определяются на чертеже без каких-либо дополнительных построений. Другие точки линии пересечения можно построить, используя (как вспомогательные секущие) концентрические сферические посредники.

Из точки пересечения осей (как из центра) проводится сфера произвольного радиуса. Она пересекает обе поверхности по окружностям. Фронтальные проекции окружностей изображаются отрезками прямых линий, которые пересекаются в точках, являющихся фронтальными проекциями точек искомой линии пересечения поверхностей. Изменяя радиус вспомогательной секущей сферы, можно получить последовательный ряд точек линии пересечения.

**Данные к задаче 11**  
(координаты и размеры, мм)

№ варианта	$X_K$	$Y_K$	$Z_K$	$X_S$	$Y_S$	$Z_S$	$R$	$X_E$	$Y_E$	$Z_E$	$r$
1	55	65	0	155	122	100	44	100	65	35	30
2	56	65	0	160	120	100	45	98	65	34	32
3	56	64	0	160	120	95	46	96	64	35	35
4	58	64	0	156	118	100	45	95	64	32	32
5	55	65	0	155	123	102	45	100	65	30	30
6	58	66	0	157	120	98	46	95	66	32	30
7	60	66	0	158	115	102	44	90	66	36	32
8	60	65	0	156	115	98	45	92	65	38	32
9	60	66	0	155	110	100	45	94	66	40	32
10	100	65	0	0	122	100	45	55	65	30	30
11	98	65	0	0	120	100	45	56	65	32	30
12	100	65	0	0	118	98	45	57	65	34	32
13	96	66	0	0	120	100	44	58	66	35	30
14	98	64	0	0	116	96	45	59	64	35	35
15	98	65	0	0	115	98	45	60	65	36	30
16	100	65	0	0	114	98	44	61	65	38	34
17	102	65	0	0	112	100	45	62	65	40	35
18	100	65	0	0	110	102	45	63	65	42	34
19	55	64	0	150	122	100	44	100	64	32	32
20	56	64	0	155	120	100	45	102	64	34	30
21	54	65	0	154	118	98	45	102	65	35	30
22	57	65	0	152	120	100	45	100	65	36	32
23	58	64	0	152	115	100	46	98	64	38	30
24	60	65	0	155	116	96	44	96	65	40	32
25	62	66	0	150	114	95	45	95	66	36	30
26	60	66	0	148	115	98	45	94	66	34	30
27	62	65	0	148	120	98	45	92	65	32	30

Определив достаточное число точек для построения линии пересечения поверхностей и определив ее видимость в проекциях, чертеж обводят пастой шариковой ручки. Оси координат и линии, задающие поверхности, следует обвести черной пастой; линию пересечения поверхностей выделить красным цветом, а все остальные вспомогательные построения обвести синей (зеленой) пастой шариковой ручки.

**Данные к задаче 12**  
(координаты и размеры, мм)

№ варианта	$X_K$	$Y_K$	$Z_K$	$X_E$	$Y_E$	$Z_E$	$R$	$\delta, \dots^\circ$
1	70	70	0	70	70	40	50	60
2	70	70	0	70	70	40	55	60
3	70	70	0	70	70	38	56	65
4	70	70	0	70	70	38	55	62
5	65	70	0	65	70	35	51	58
6	65	72	0	65	72	35	50	60
7	66	72	0	66	72	35	52	60
8	68	74	0	68	74	34	51	62
9	68	74	0	68	74	34	52	60
10	70	75	0	70	75	36	53	65
11	72	75	0	72	75	35	54	64
12	64	76	0	64	76	36	55	60
13	68	76	0	68	76	35	55	62
14	70	70	0	70	70	35	55	60
15	70	72	0	70	72	35	55	60
16	72	70	0	72	70	35	52	58
17	75	74	0	75	74	36	52	56
18	74	76	0	74	76	36	53	55
19	74	70	0	74	70	35	52	60
20	75	78	0	75	78	35	54	62
21	75	78	0	75	78	36	52	64
22	70	78	0	70	78	35	54	65
23	70	80	0	70	80	35	54	70
24	70	80	0	70	80	35	54	60
25	70	80	0	70	80	35	55	60
26	75	78	0	75	78	35	55	60
27	75	80	0	75	80	35	55	60

*Указания к решению задачи 13.* В правой половине листа намечают оси координат: из табл. 9, согласно своему варианту, берут величины, которыми задаются поверхности конуса вращения и тора.



**Данные к задаче 13**  
(координаты и размеры, мм)

№ варианта	$X_K$	$Y_K$	$Z_K$	$R$	$h$	$r$
1	60	68	0	52	106	40
2	60	70	0	54	104	42
3	60	70	0	55	102	41
4	60	72	0	52	100	40
5	61	70	0	50	108	42
6	60	72	0	51	98	42
7	60	71	0	50	96	40
8	58	70	0	54	98	41
9	58	70	0	52	95	40
10	60	68	0	55	94	40
11	58	68	0	51	95	40
12	58	68	0	52	100	42
13	62	70	0	53	94	42
14	58	68	0	50	95	40
15	60	68	0	52	98	40
16	61	70	0	51	100	40
17	62	72	0	55	102	42
18	62	70	0	54	104	42
19	60	70	0	53	100	40
20	60	72	0	52	95	42
21	60	68	0	55	96	42
22	62	68	0	50	100	40
23	62	68	0	51	102	40
24	62	68	0	51	108	40
25	60	70	0	52	106	42
26	60	70	0	54	104	40
27	60	70	0	55	100	40

Определим по координатам точку  $K$  в плоскости уровня  $XOY$  как вершину конуса вращения; она является и центром производящей окружности радиусом  $r$  поверхности открытого тора. Ось конуса вращения – вертикальная прямая, проходящая через точку  $K$ . Высота конуса вращения  $h$ , а радиус основания  $R$ . Ось поверхности открыто-

го тора совпадает с осью координат  $Y$ . Тор ограничен координатными плоскостями  $XOY$  и  $YOZ$ . Заданные поверхности имеют общую фронтальную плоскость симметрии. На каждой из заданных поверхностей имеются круговые сечения. Кольцо имеет системы круговых сечений. Одна система таких сечений находится в плоскостях, перпендикулярных оси вращения, другая – в проецирующих плоскостях, проходящих через ось.

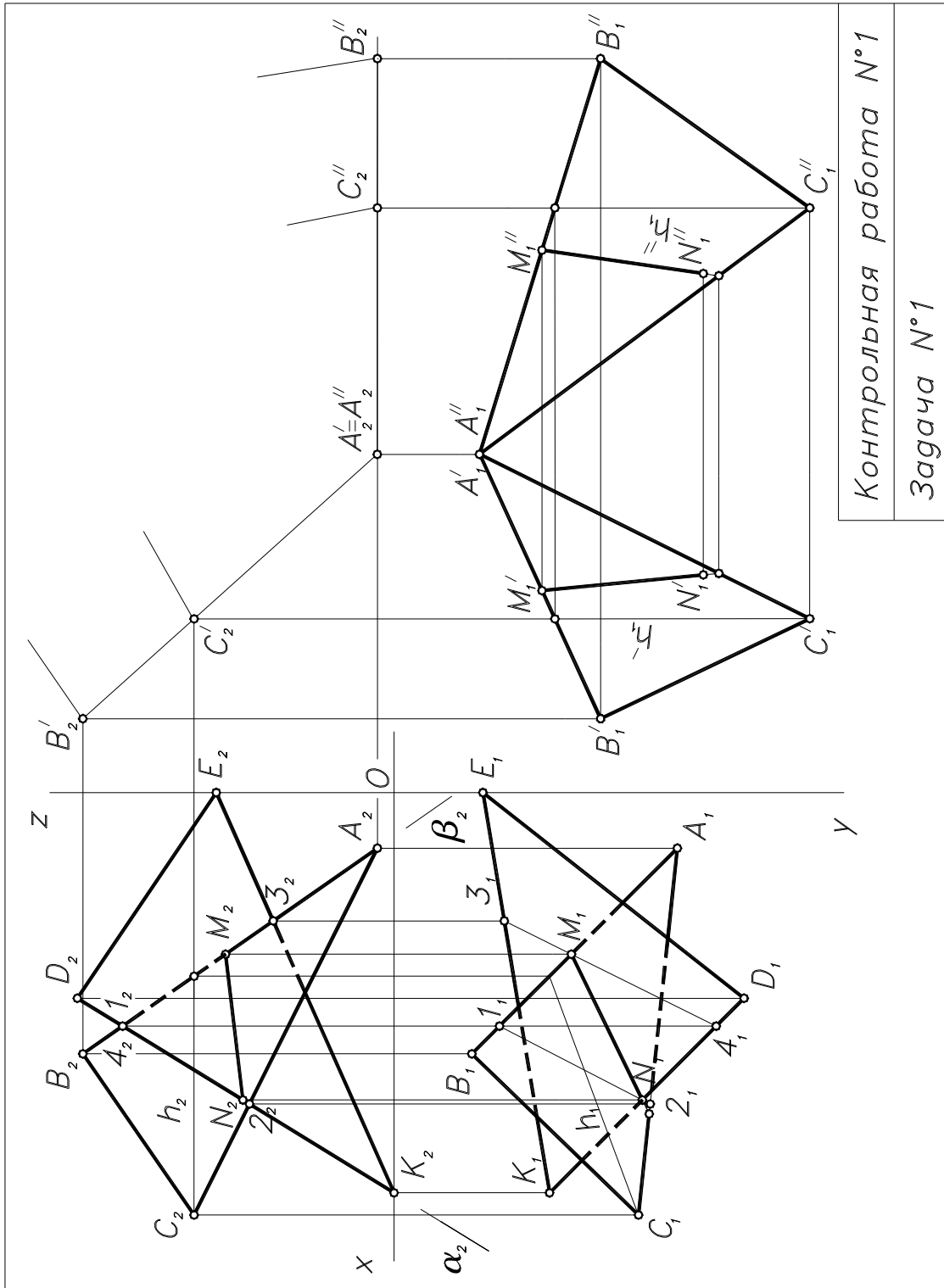
При построении линии пересечения поверхностей прежде всего, необходимо определить ее опорные точки, т. е. точки пересечения очерковых образующих поверхностей. Затем через ось вращения поверхности кольца провести проецирующую плоскость. Она пересекает кольцо по окружности. Центр сферы, пересекающей кольцо по окружности, находится на перпендикуляре, восставленном из центра такой окружности к секущей проецирующей плоскости.

Чтобы конус вращения пересекался вспомогательной секущей сферой по окружности, необходимо, чтобы центр такой сферы также находился на оси конуса вращения. Точка пересечения перпендикуляра с осью конуса вращения является центром вспомогательной секущей сферы соответствующего радиуса. Такая вспомогательная секущая сфера пересекает кольцо и конус вращения по окружности, фронтальные проекции которых – отрезки прямых. Точки пересечения окружностей принадлежат искомой линии пересечения поверхностей. Вспомогательные сферы имеют различные центры на оси конуса вращения.

Так могут быть построены фронтальные проекции точек линии пересечения поверхностей; горизонтальные проекции строят, пользуясь параллелями заданных поверхностей вращения.

Определив видимость линий поверхностей в проекциях, чертеж обводят пастой. Оси координат, очертания поверхностей обводят черной пастой; линию пересечения поверхностей обводят красной пастой, а все вспомогательные линии построений – синей (зеленой) пастой шариковой ручки.

# ПРИЛОЖЕНИЕ



Контрольная работа №1  
Задача №1

Рис. 1

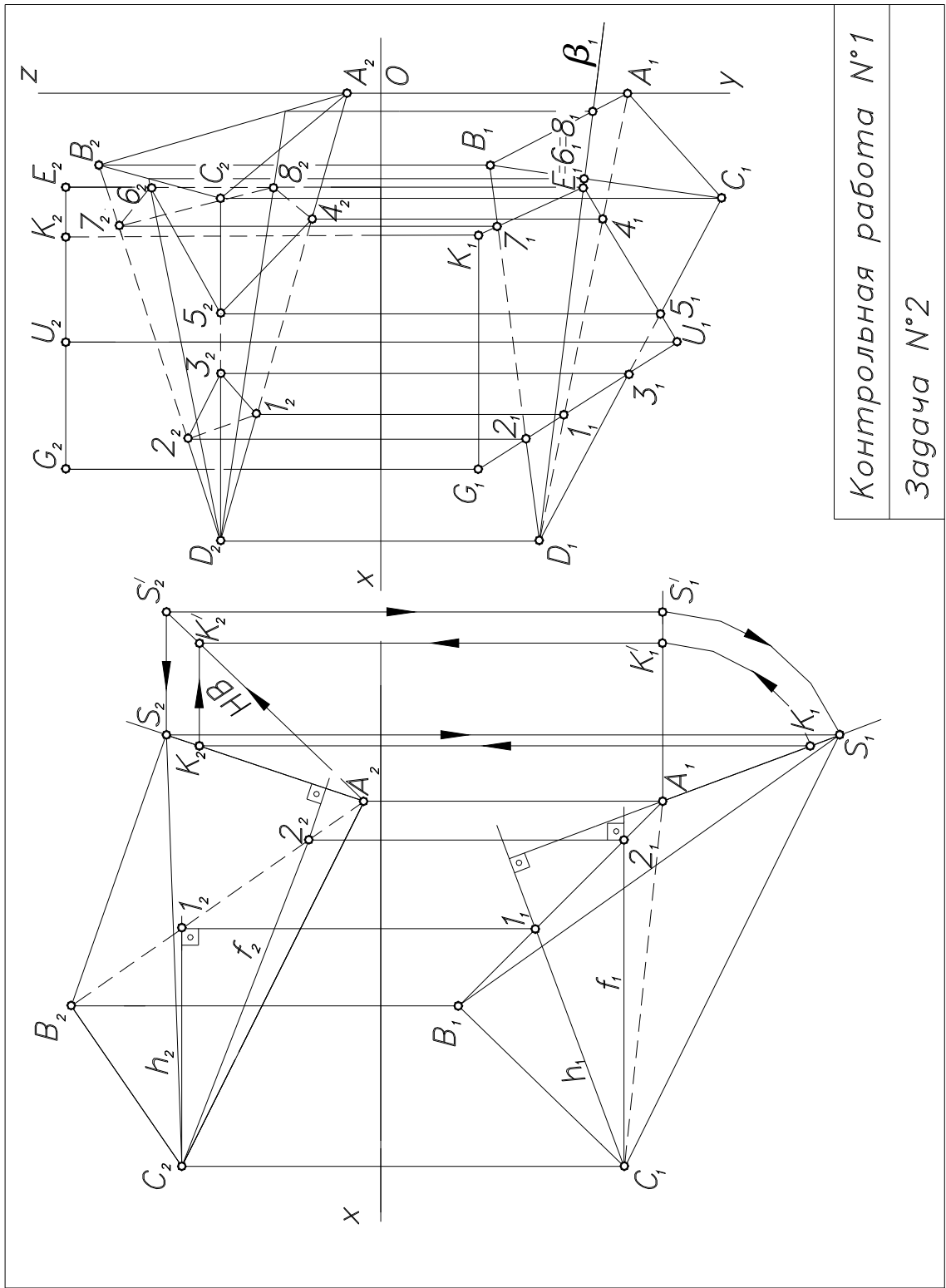


Рис. 2

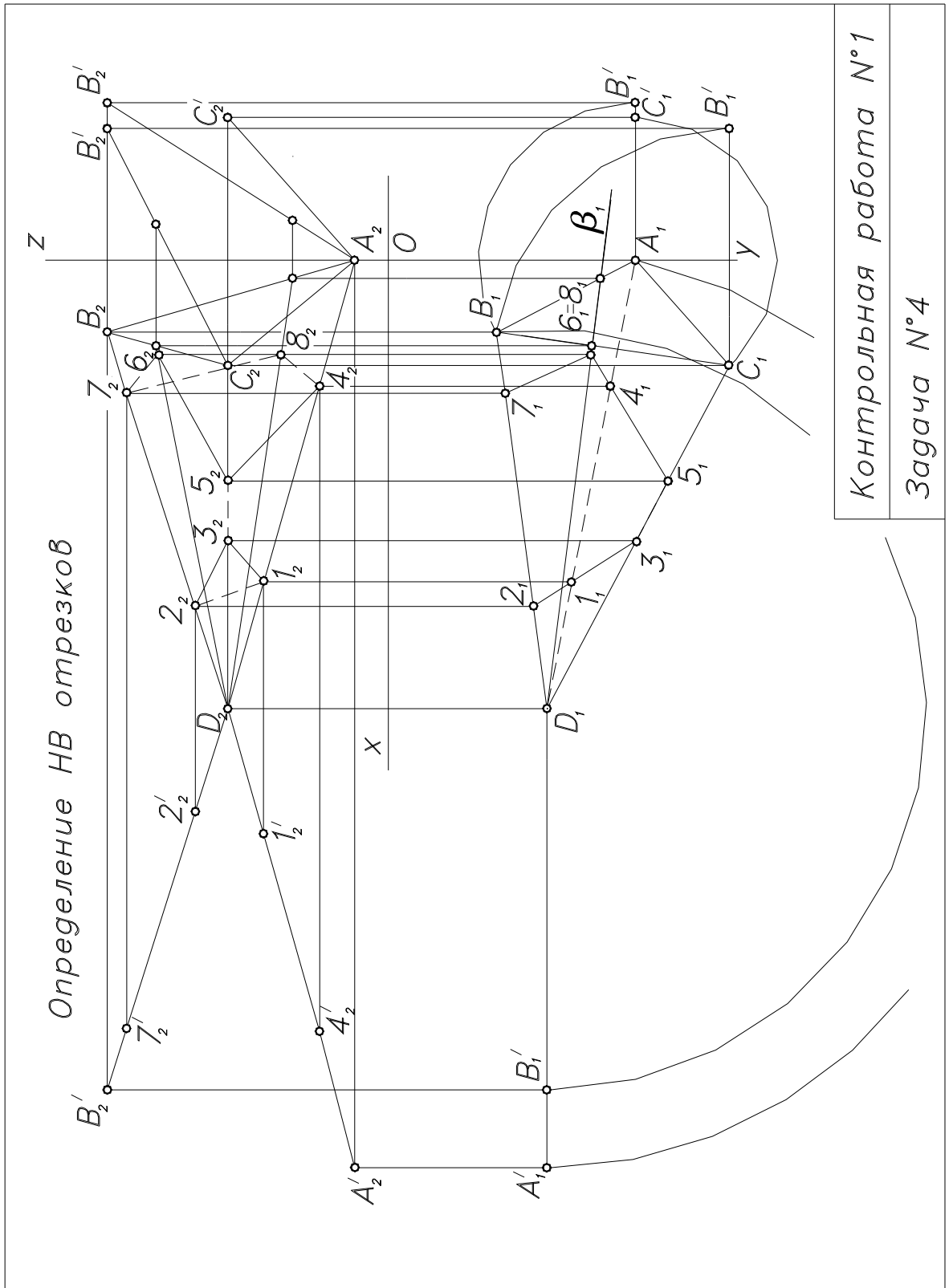
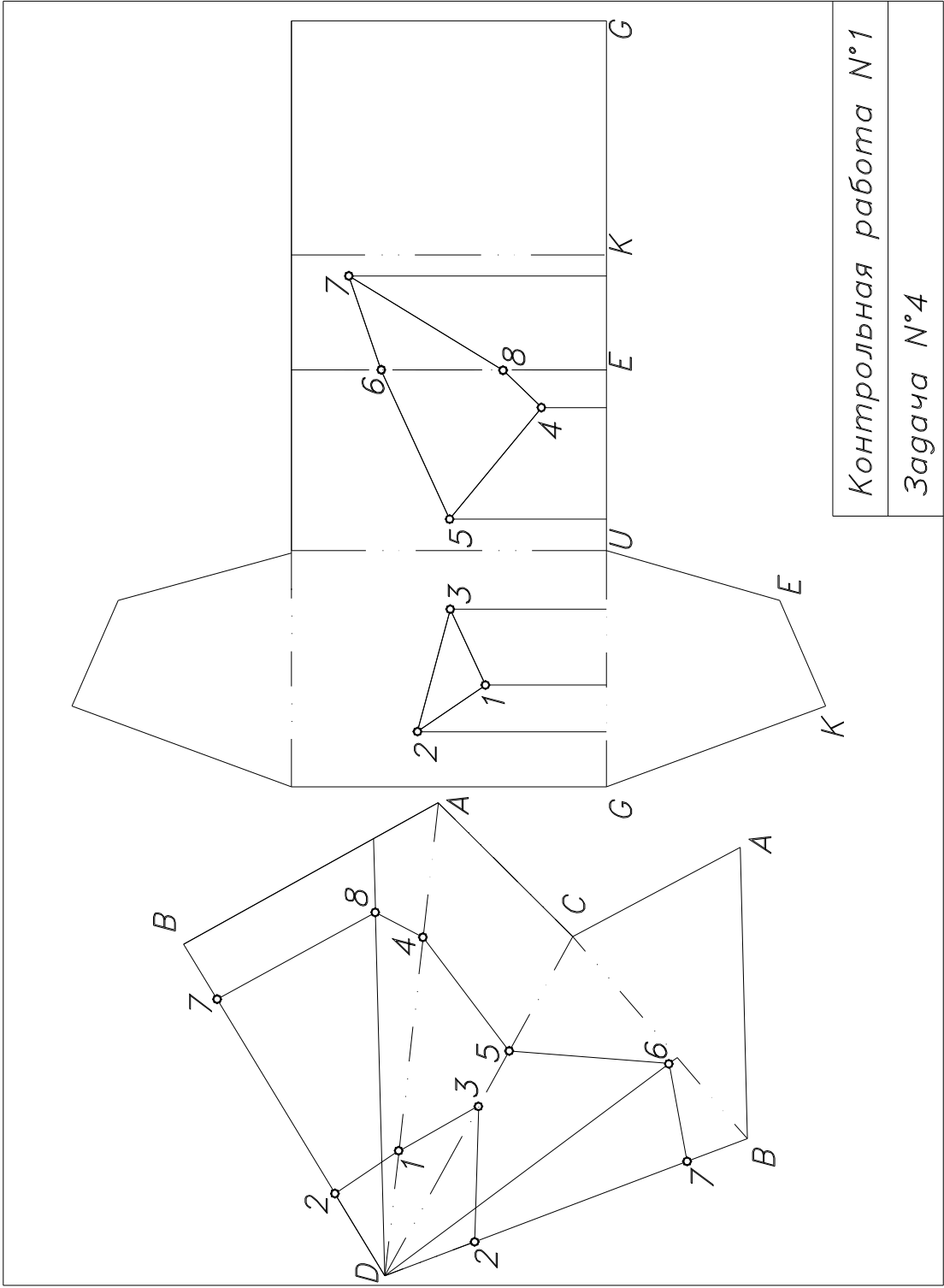


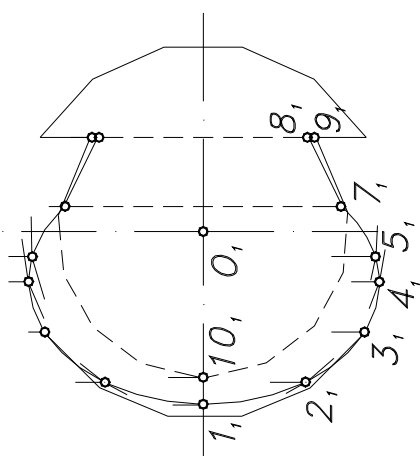
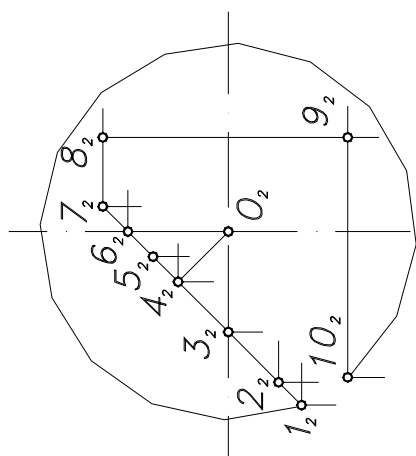
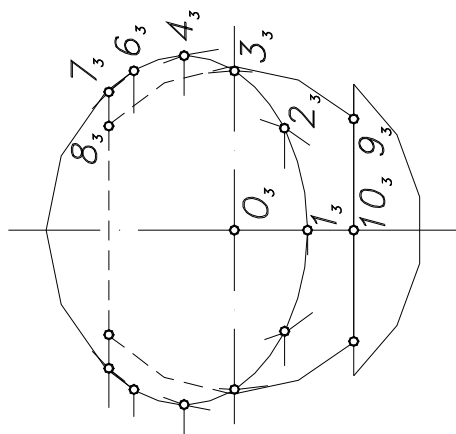
Рис. 3



Контрольная работа №1

Задача №4

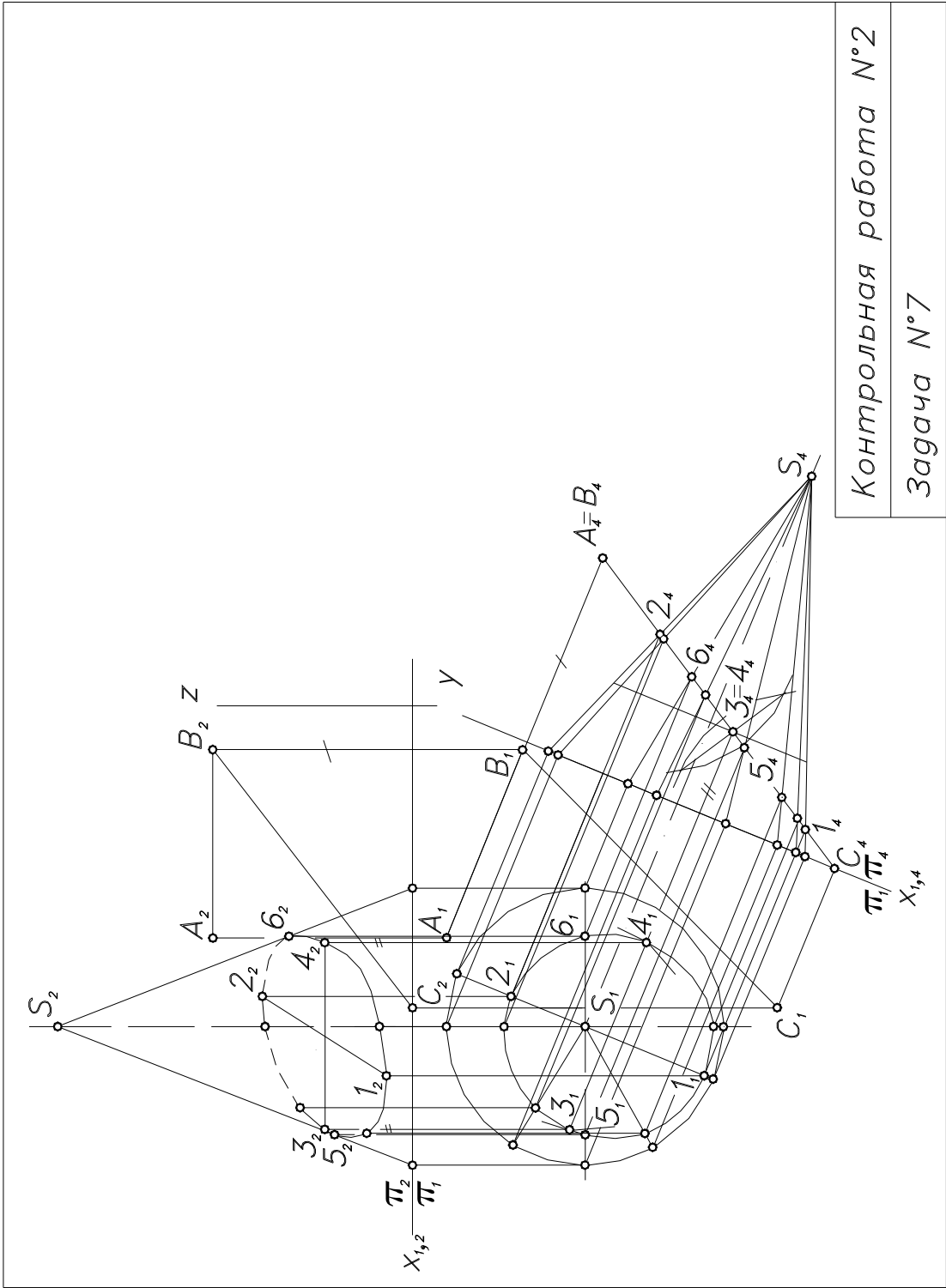
Рис. 4



Контрольная работа №2

Задача №6

Рис. 5

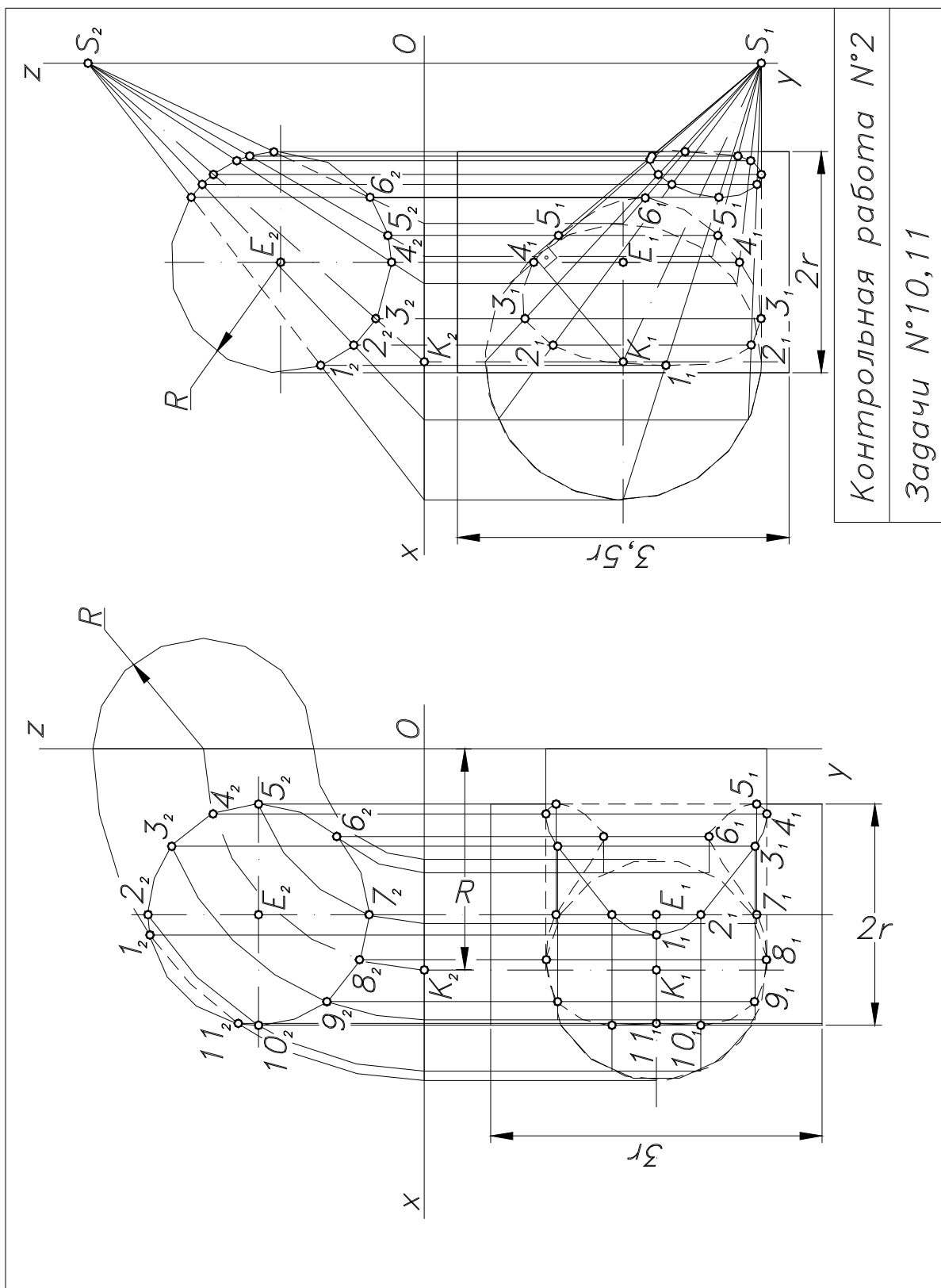


Контрольная работа №2

Задача №7

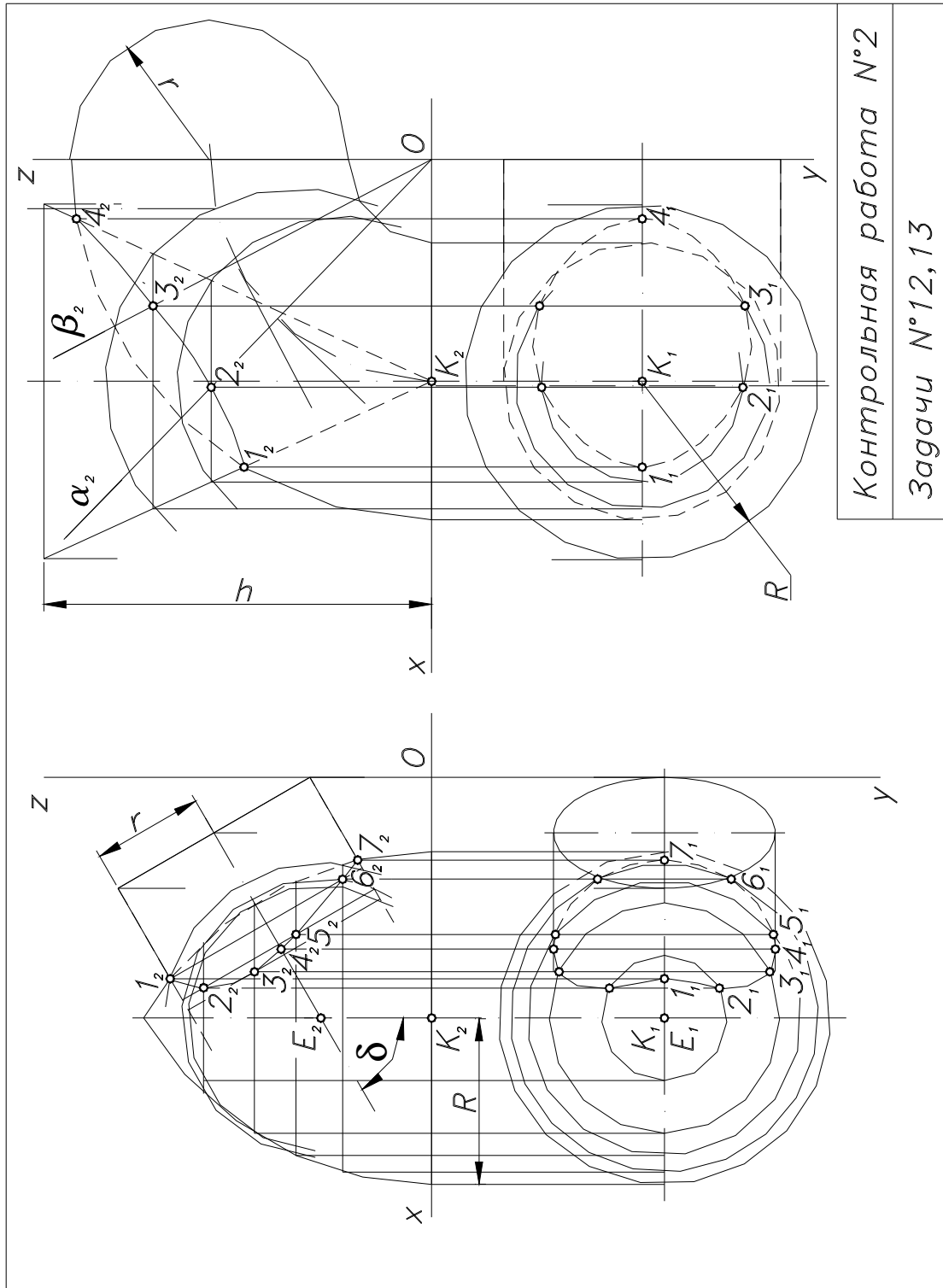
Рис. 6





Контрольная работа №2  
Задачи №10,11

Рис. 7



Контрольная работа №2  
Задачи №12,13

Рис. 8

## СОДЕРЖАНИЕ

Методические указания к изучению дисциплины.....	3
Рабочая программа по начертательной геометрии.....	7
Методические указания к выполнения контрольных работ.....	8
Контрольные работы .....	10
Контрольная работа № 1 .....	10
Контрольная работа № 2.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	29

Чопко Николай Филиппович

## НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Методические указания и задания  
для студентов 1-го курса  
специальностей 101700, 170600, 210200,  
230100, 271300, 271500, 320700  
факультета заочного обучения  
и экстерната

*Редактор*

Р.А. Сафарова

*Корректор*

Н.И. Михайлова

*Компьютерная верстка*

Н.В. Гуральник

---

Подписано в печать 27.12.2005. Формат 60×90 1/8  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,09. Печ. л. 2,25. Уч.-изд. л. 2,06  
Тираж 500 экз. Заказ № С 82

---

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9  
ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9