

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Санкт-Петербургский государственный технологический
университет растительных полимеров**

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА.

Часть I

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

**Методические указания и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения всех
специальностей**

Санкт-Петербург
1998

0167

Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Кафедра инженерной графики и автоматизированного проектирования

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Часть 1

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Методические указания и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения
всех специальностей

Санкт-Петербург
1998

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ

УДК 514.18 (07)

Инженерная графика. Часть 1. Начертательная геометрия: Методически указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения все специальностей / Сост. Т.Л.Жуникова, В.И.Климов, А.В.Кишко, А.А.Тимофеев СПбГТУРП. СПб., 1998. 28 с.: ил. 9, табл. 9.

Методические указания содержат варианты контрольных заданий по начертательной геометрии, указания к их решению, примеры выполнения и предназначены для студентов заочной формы обучения всех специальностей.

Рецензент: доцент кафедры МАС СПбГТУРП,
канд. техн. наук В.А.Смирнов

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой инженерной график и автоматизированного проектирования Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров (протокол № 7 от 15 апреля 1998 г.).

Утверждены к изданию методической комиссией факультета механики автоматизированных производств (протокол № 6 от 20 апреля 1998 г.).

Редактор Т. А. Смирнова
Техн. редактор Л. Я. Титова

Подп. к печати 26.06.98. Формат бумаги 60×84/16. Бумага тип. № 3.
Печать офсетная. Объем 1,75 печ. л., 1,75 уч.-изд. л. Тираж 400 экз.
Изд. № 17. Цена "С" 17. Заказ

Ротапринт Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров, 198095, С.-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.

© Санкт-Петербургский государственный
технологический университет
растительных полимеров, 1998

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Инженерная графика является одним из основных курсов общетехнической подготовки инженерных кадров. Курс инженерной графики представляет собой два неразрывно связанных между собой раздела – начертательная геометрия и черчение.

Начертательная геометрия – это теоретическая основа для построения изображений трехмерных пространственных объектов на двумерной поверхности (плоскости) – листе бумаги, чертеже.

Черчение – это прикладная часть начертательной геометрии, выполнение конкретной пространственной задачи на плоскости с использованием основ и приемов начертательной геометрии, а также правила выполнения изображений по стандартам и технической справочной литературе.

Инженерная графика так же, как и математика, относится к точным наукам. В математике решение пространственных задач производится аналитически, а в инженерной графике решение тех же задач осуществляется графически на чертеже.

Методические указания по инженерной графике предназначаются для студентов-заочников Санкт-Петербургского государственного технологического университета растительных полимеров (СПбГТУРП) с учетом подготовки инженерных кадров по специальностям университета. Для удобства обслуживания студентов методические указания издаются в двух частях: по начертательной геометрии – Часть 1 и черчению – Часть 2.

Условия для выполнения конкретных задач принимаются по изданиям: Инженерная графика: Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников инженерно-технических специальностей высших учебных заведений. – М.: Высшая школа, 1978, 1982, 1985.

ЧАСТЬ 1. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Изучение начертательной геометрии преследует три основные цели:

- развитие пространственного мышления, воображения, четкого представления формы, размеров и размещения объемных объектов в пространстве;
- изучение правил и приемов выполнения и преобразования изображений на плоскости;
- освоение основ чтения изображений на плоскости.

Реализация поставленных целей в начертательной геометрии осуществляется с помощью простейших и известных студенту геометрических элементов и фигур – точки, прямой, плоскости, призмы, пирамиды, конуса, цилиндра, шара и взаимного их положения в пространстве. Несмотря на использование при изложении курса простейших геометрических элементов и фигур, пространственное представление размещения их в пространстве для студента затруднительно, особенно на начальной стадии изучения курса. Поэтому начертательную гео-

метрию необходимо изучать строго последовательно и систематически по рабочей программе, приведенной в табл.1, так как изучение и решение конкретных задач последующих параграфов и тем базируется на освоенном материале предыдущих параграфов и тем. Механическое запоминание без четкого понимания и представления изучаемого материала темы не дают положительного результата при изучении курса. Только четкое понимание и представление изучаемой темы дает возможность глубоко усвоить изучаемый материал и применить полученные знания как теоретическую базу или общую схему для решения конкретно поставленных задач.

Таблица 1

Рабочая программа по начертательной геометрии

№	Содержание тем	Параграфы
1	Введение. Центральное, параллельное и прямоугольное проецирование	1–3
2	Точка, прямая в прямоугольных проекциях на чертеже. Чертежи отрезков прямых. Деление отрезка в заданном отношении. Следы прямых. Определение натуральной величины отрезка и углов наклона прямой к плоскостям проекций. Взаимное положение прямых в пространстве. Плоскость, способы ее задания. Плоскости общего и частного положения. Прямая и точка в плоскости. Особые прямые плоскости (горизонталь, фронталь, линия наибольшего ската). Проекция плоских фигур.	4–15 16–21
3	Позиционные и метрические задачи. Пересечение прямых и плоскостей проецирующими плоскостями. Пересечение прямых с плоскостями общего положения. Пересекающиеся плоскости. Прямые и плоскости, параллельные и перпендикулярные заданной плоскости.	22–31
4	Способы преобразования чертежа методом вращения и методом перемены плоскостей проекций.	32–38
5	Многогранники. Чертежи многогранников. Пересечение многогранников плоскостью и прямой. Взаимное пересечение многогранников. Развертки поверхностей многогранников.	39–44
6	Поверхности вращения. Пересечение поверхностей вращения плоскостью и прямой. Взаимное пересечение поверхностей вращения. Развертки простейших поверхностей вращения.	49–52 55–66 68–70
7	АксонOMETрические проекции. Прямоугольные диметрическая и изометрическая проекции. Косоугольные аксонOMETрические проекции	71–75

Примечание. Параграфы указаны по [1].

На начальной стадии изучения начертательной геометрии полезно моделировать изучаемые геометрические формы и их сочетания, использовать пространственные зарисовки.

Практическая реализация приобретенных студентом теоретических знаний по начертательной геометрии и их проверка преподавателем кафедры инженерной графики и автоматизированного проектирования (ИГАП) осуществляется в виде контрольных работ.

Контрольные работы выполняются на чертежной бумаге (ватмане) формата А3 (420×297 мм) по ГОСТ 2.301–68. Внутренняя рамка с левой стороны формата вычерчивается на расстоянии 20 мм, а с остальных сторон на расстоянии 5 мм от кромки. В правой нижней части чертежа вычерчивается основная надпись, которую при оформлении учебных заданий допускается выполнять по нестандартной форме (размеры и текст на ней показаны на рис.1). Исходные данные и решения задач приводятся в масштабе 1:1 (ГОСТ 2.302–68).

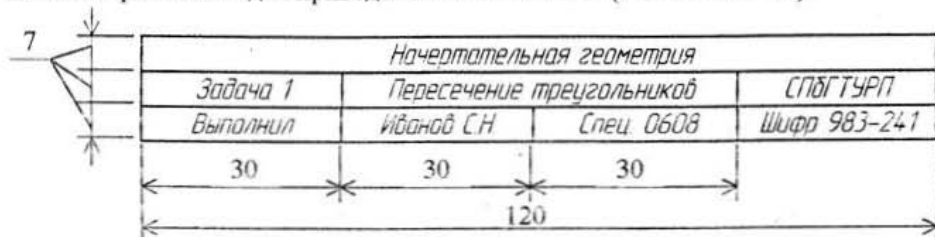


Рис.1. Основная надпись для оформления заданий

Надписи и обозначения в контрольных работах выполняются только чертежным шрифтом типа А с наклоном или без наклона по ГОСТ 2.304–81 номером 3.5; 5; 7; 10. Номер шрифта соответствует высоте прописных букв в миллиметрах. Начертание шрифта типа А с наклоном показано на рис.2.

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОП
РСТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ
1234567890
абвгдежзийклмноп
рстуфхцчшщъыьэюя

Рис.2. Шрифт типа А с наклоном по ГОСТ 2.304–81

Количество контрольных работ, количество и номера задач, выполняемых в 1-м семестре учебного года в зависимости от специальности, приведены в табл.2.

Таблица 2

Номера контрольных работ по начертательной геометрии, выполняемых студентами в 1-м семестре

Специальность	Отчетность	№ контрольных работ	№ задач в контрольной работе
1704 "Машины и оборудование лесного комплекса"	Экзамен	1 2	1,2,3,4 5,6,7,8,9
2107 "Промышленная теплоэнергетика" 2103 "Автоматизация технологических процессов и производств"	Экзамен	1	1,3,7,8,9
2513 "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов" 2603 "Химико-механическая технология древесины и древесных материалов" 0608 "Экономика и управление в отраслях химико-лесного комплекса"	—	1	1,3,4,7,9

Задания на контрольные работы индивидуальные и представлены в вариантах. Студент выполняет тот вариант задания, номер которого соответствует сумме последних трех цифр зачетной книжки. Если, например, шифр зачетной книжки студента 983-241, то он выполняет седьмой вариант ($2+4+1=7$). Задания для выполнения задач в соответствии с вариантом берутся из таблиц.

Решение каждой задачи на чертеже выполняется предварительно в тонких линиях и детально проверяется. При положительной самопроверке окончательно обводится. Толщина основных контурных и вспомогательных линий принимается по ГОСТ 2.303-68. Толщина основных контурных линий принимается в среднем $s = 0,8-1$ мм, а всех вспомогательных (штрихпунктирных, пунктирных, линий обрыва и т.п.) принимается $(0,3-0,5)s$. Более подробные пояснения по выполнению чертежа даются ниже в пояснениях к выполнению конкретных задач.

Каждая контрольная работа, содержащая полный комплект чертежей по всем заданиям, высылается в Университет на рецензию. Отсылать контрольную работу по частям или отдельными листами не допускается.

На повторную рецензию, в случае неправильного выполнения одного или нескольких чертежей (при необходимости их переделки или выполнения заново), нужно отсылать всю контрольную работу полностью вместе с предыдущими рецензиями по данной работе и чертежами.

Высылая контрольную работу на рецензию, студент должен написать на обратной стороне каждого листа: Университет (СПбГТУРП), факультет, специальность, наименование дисциплины, номер контрольной работы, фамилию, имя, отчество, шифр зачетки, домашний адрес с индексом и дату.

Высылаются работы в межсессионный период. В период экзаменационной сессии контрольные работы (за исключением повторно представленных после внесения исправлений) кафедрой рецензироваться не будут.

К зачету или экзамену допускаются студенты, имеющие зачетные контрольные работы в полном комплекте, согласно табл.2. Готовность определяется наличием положительной рецензии преподавателя-рецензента.

Для студентов специальностей 2513, 2603, 0608 предусматривается единый зачет во 2-м семестре, включающий вопросы и задачи по начертательной геометрии и черчению.

СОДЕРЖАНИЕ, ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ, УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ И ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ

ЗАДАЧА 1

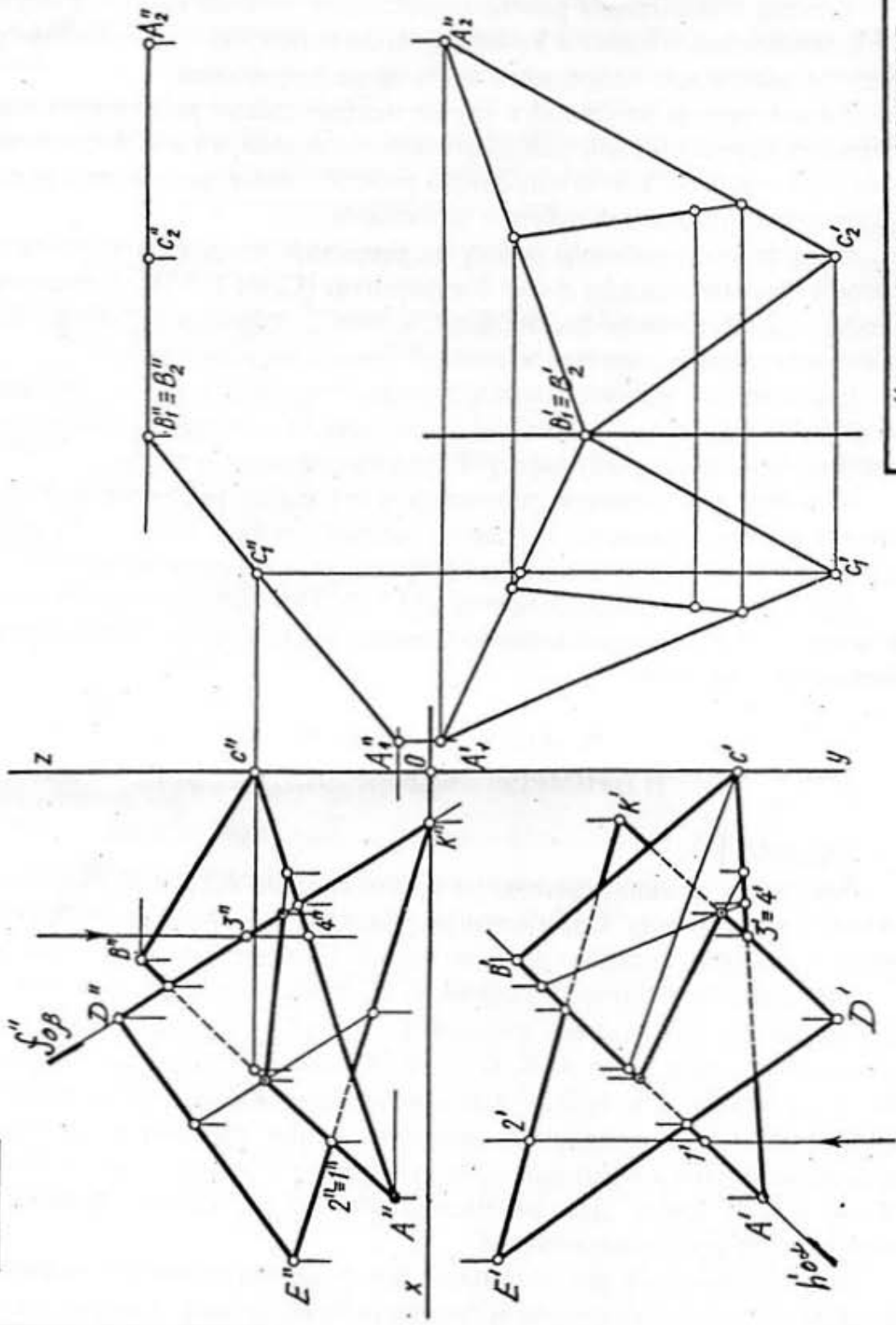
Построить линию пересечения треугольников ABC и EDK и показать их видимость в проекциях. Определить натуральную величину треугольника ABC . Данные для своего варианта взять из табл.3. Пример выполнения дан на рис.3.

Указания к решению задачи 1. В левой половине листа формата А3 (297×420 мм) намечаются оси координат и из табл.3, согласно своему варианту, берутся координаты точек A, B, C, D, E, K вершин треугольника (рис.3). Стороны треугольников и другие вспомогательные прямые проводятся вначале тонкими сплошными линиями. Линия пересечения треугольников строится по точкам пересечения сторон одного треугольника с другим. Достаточно определить две общие точки. Для построения обычно используют вспомогательные проецирующие секущие плоскости.

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

Плоскопараллельным перемещением треугольник ABC приводится в положение проецирующей плоскости ($A_1B_1C_1$) и далее вращением вокруг проецирующей прямой треугольник $A_1B_1C_1$ приводится в положение $A_2B_2C_2$, когда он

Задача 1



Начертательная геометрия

Рис.3. Пример выполнения задачи 1

будет параллелен плоскости проекций. В треугольнике ABC следует показать и линию пересечения его с треугольником EDK.

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

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

Таблица 3

Данные к задаче 1
(размеры и координаты, мм)

№	X _A	Y _A	Z _A	X _B	Y _B	Z _B	X _C	Y _C	Z _C
1	117	90	9	52	25	79	0	83	48
2	120	90	10	50	25	80	0	85	50
3	115	90	10	52	25	80	0	80	45
4	120	92	10	50	20	75	0	80	46
5	117	9	90	52	79	25	0	48	83
6	115	7	85	50	80	25	0	50	85
7	120	10	90	48	82	20	0	52	82
8	116	8	88	50	78	25	0	46	80
9	115	10	92	50	80	25	0	50	85
10	18	10	90	83	79	25	135	48	83
11	20	12	92	85	80	25	135	50	85
12	15	10	85	80	80	20	130	50	80
13	16	12	88	85	80	25	130	50	80
14	18	12	85	85	80	25	135	50	80
15	18	90	10	83	25	79	135	83	48
16	18	40	75	83	117	6	135	47	38
17	18	79	40	83	6	107	135	38	47
18	117	75	40	52	6	107	0	38	47
19	117	40	75	52	107	6	47	38	135
20	120	38	75	50	108	5	0	54	40
21	122	40	75	50	110	8	0	50	40
22	20	40	10	85	110	80	135	48	48
23	20	10	40	85	80	110	135	48	48
24	117	40	9	52	111	79	0	47	48
25	117	9	40	52	79	111	0	48	47
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48
27	18	9	46	83	79	111	135	48	47

№	x_D	y_D	z_D	x_E	y_E	z_E	x_K	y_K	z_K
1	68	110	85	135	19	36	14	52	0
2	70	110	85	135	20	35	15	50	0
3	65	105	80	130	18	35	12	50	0
4	70	115	85	135	20	32	10	50	0
5	68	85	110	135	36	19	14	0	52
6	70	85	110	135	40	20	15	0	50
7	65	80	110	130	38	20	15	0	52
8	70	85	108	135	36	20	15	0	52
9	70	85	110	135	35	20	15	0	50
10	67	85	110	0	36	19	121	0	52
11	70	85	110	0	35	20	120	0	52
12	70	80	108	0	35	20	120	0	50
13	75	85	110	0	30	15	120	0	50
14	70	85	110	0	35	20	120	0	50
15	67	110	85	0	19	36	121	52	0
16	67	20	0	0	111	48	121	78	86
17	67	0	20	0	48	111	121	86	78
18	135	0	20	68	48	111	15	86	78
19	20	0	0	68	111	48	15	78	86
20	135	20	0	70	110	50	15	80	85
21	140	20	0	70	110	50	20	80	85
22	70	20	85	0	110	35	120	80	0
23	70	85	20	0	35	110	120	0	80
24	68	20	85	135	111	36	14	78	0
25	68	85	20	135	36	111	14	0	78
26	67	20	85	0	111	36	121	78	0
27	67	85	20	0	36	111	121	0	78

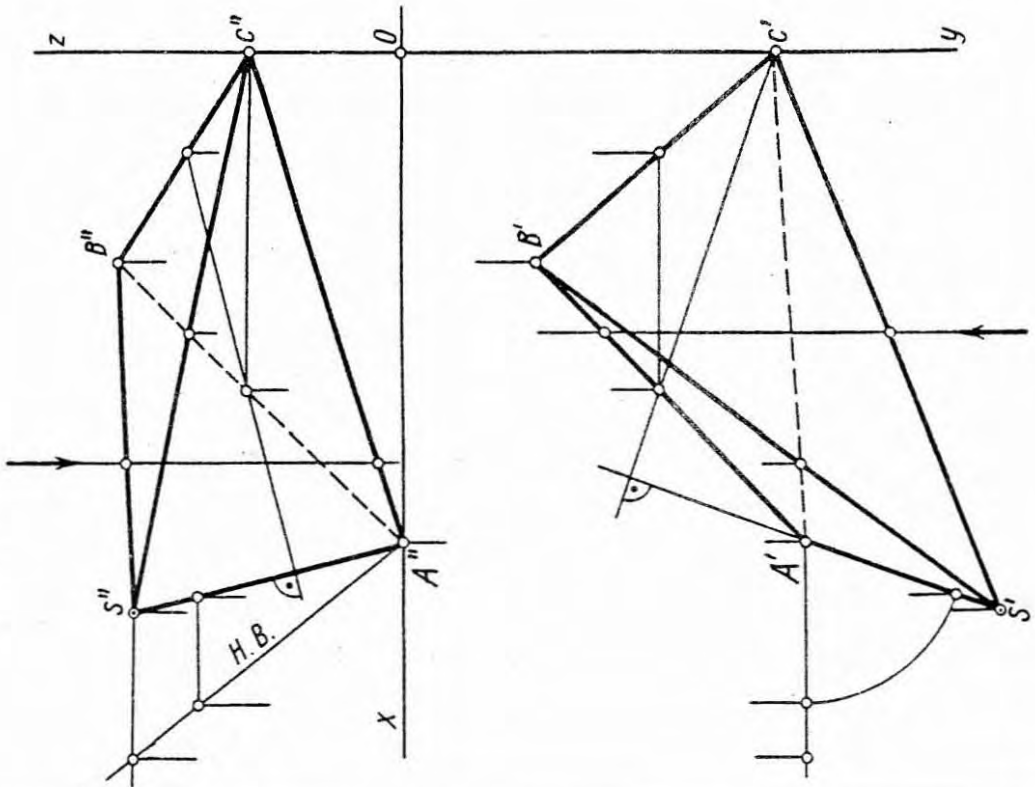
ЗАДАЧА 2

Построить проекции пирамиды, основанием которой является треугольник ABC , а ребро SA определяет высоту h пирамиды. Данные для своего варианта взять из табл.4. Пример выполнения задачи дан на рис.4.

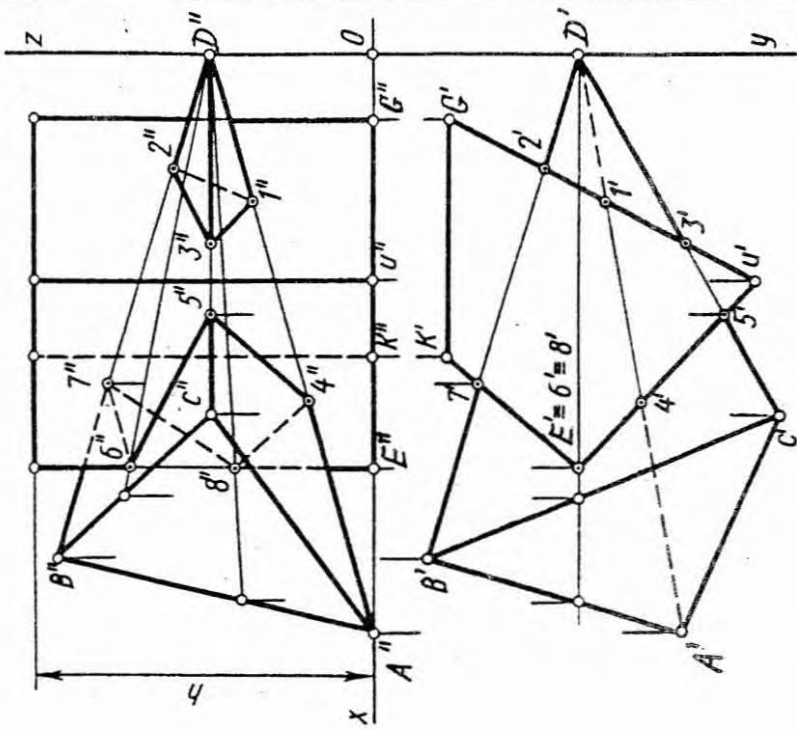
Указания к решению задачи 2. Задача выполняется на формате А (297×210 мм).

Для специальности 1704 разрешается совместить решение задач 2 и 3 в одном формате А3.

Задача 2



Задача 3



Начертательная геометрия

Рис. 4. Пример выполнения задач 2 и 3

Из табл.4 берутся координаты точек А, В и С вершин треугольника ABC. По координатам строится треугольник в проекциях. В точке А восстанавливается перпендикуляр к плоскости треугольника и на нем выше этой плоскости откладывается отрезок AS, равный заданной высоте h (высоту следует откладывать на натуральной величине перпендикуляра, найденной способом вращения). 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 показать черной тушью (пастой); ребра SA, SB и SC пирамиды показать красной тушью (пастой). Все вспомогательные построения необходимо сохранить на эюре и показать их тонкими сплошными линиями зеленой (синей) тушью или пастой шариковой ручки.

Таблица

Данные к задаче 2
(координаты и размеры, мм)

№	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	16	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	82	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	80
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

№	X _A	Y _A	Z _A	X _B	Y _B	Z _B	X _C	Y _C	Z _C	h
26	18	40	9	83	111	79	135	47	48	80
27	18	9	40	83	79	111	135	48	47	80

ЗАДАЧА 3

Построить линию пересечения пирамиды с прямой призмой. Данные для своего варианта взять из табл.5. Пример выполнения задачи дан на рис.4.

Указания к решению задачи 3. Задача выполняется на формате А4 (297×210 мм). Из табл.5, согласно своему варианту, берутся координаты точек А, В, С и D вершин пирамиды и координаты точек Е, К, 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 вырождаются в точки. Грани боковой поверхности призмы представляют собой горизонтально-проецирующие плоскости.

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

Видимыми являются только те части ребер многогранников, которые принадлежат видимым граням многогранников. Их следует показать сплошными толстыми линиями красной тушью (пастой). Невидимые отрезки пространственной ломаной показать штриховыми линиями красной тушью (пастой). Все вспомогательные построения на эюре сохранить и показать их тонкими линиями синей (зеленой) тушью или пастой шариковой ручки.

П р и м е ч а н и е. 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).

Таблица 5

Данные к задаче 3
(координаты и размеры, мм)

№	X _A	Y _A	Z _A	X _B	Y _B	Z _B	X _C	Y _C	Z _C	X _D	Y _D	Z _D
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	43	40
5	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40
6	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40
7	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40
8	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40

Продолжение таблицы 5

№	X _A	Y _A	Z _A	X _B	Y _B	Z _B	X _C	Y _C	Z _C	X _D	Y _D	Z _D
9	0	85	0	15	30	80	55	120	40	141	60	40
10	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40
11	141	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	40
12	141	68	0	122	7	77	87	93	40	0	43	40
13	141	82	0	122	21	77	87	112	40	0	57	40
14	141	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	40
15	141	90	0	122	29	77	87	120	40	0	65	40
16	135	75	0	116	14	77	81	100	40	0	50	40
17	145	75	0	126	14	77	91	100	40	0	50	40
18	145	95	0	120	34	77	87	120	40	0	70	60
19	145	70	0	122	10	80	90	95	40	0	70	45
20	145	65	0	122	20	70	85	100	40	0	68	47
21	122	14	77	141	75	0	87	100	40	0	50	40
22	120	15	80	140	75	0	85	100	45	0	50	45
23	125	20	80	140	75	0	85	100	45	0	55	45
24	140	70	0	120	15	80	85	95	50	0	50	45
25	140	65	0	115	20	75	80	90	40	0	50	40
26	135	65	0	120	20	75	80	90	40	0	55	45
27	135	60	0	115	20	80	85	90	40	0	50	40

№	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	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
2	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
3	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
4	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
5	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
7	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
8	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
9	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	86
10	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
11	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
12	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
13	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
14	130	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
15	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
16	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
17	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85

Скормание таблицы 5

№	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
18	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
19	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
20	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
21	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
22	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
23	98	52	0	76	20	0	18	22	0	57	95	0	85
24	100	50	0	75	22	0	20	20	0	60	90	0	85
25	100	45	0	75	17	0	22	25	0	60	95	0	85
26	100	48	0	70	15	0	20	27	0	65	95	0	85
27	100	43	0	70	20	0	20	20	0	60	90	0	85

ЗАДАЧА 4

Построить развертки пересекающихся многогранников – прямой призмы с пирамидой. Показать на развертках линию их пересечения. Пример выполнения задачи дан на рис.5.

Чтобы решить данную задачу, чертеж-задание необходимо получить, переведя на кальку формата 297×420 мм чертеж пересекающихся многогранников с задачи 3.

Указания к решению задачи 4. Заданные элементы многогранников на кальке показать черным цветом туши (пасты); линию их пересечения обвести красным цветом туши (пасты). Здесь выполняются вспомогательные построения (их обвести синей или зеленой тушью или пастой шариковой ручки) для определения натуральных величин ребер многогранников.

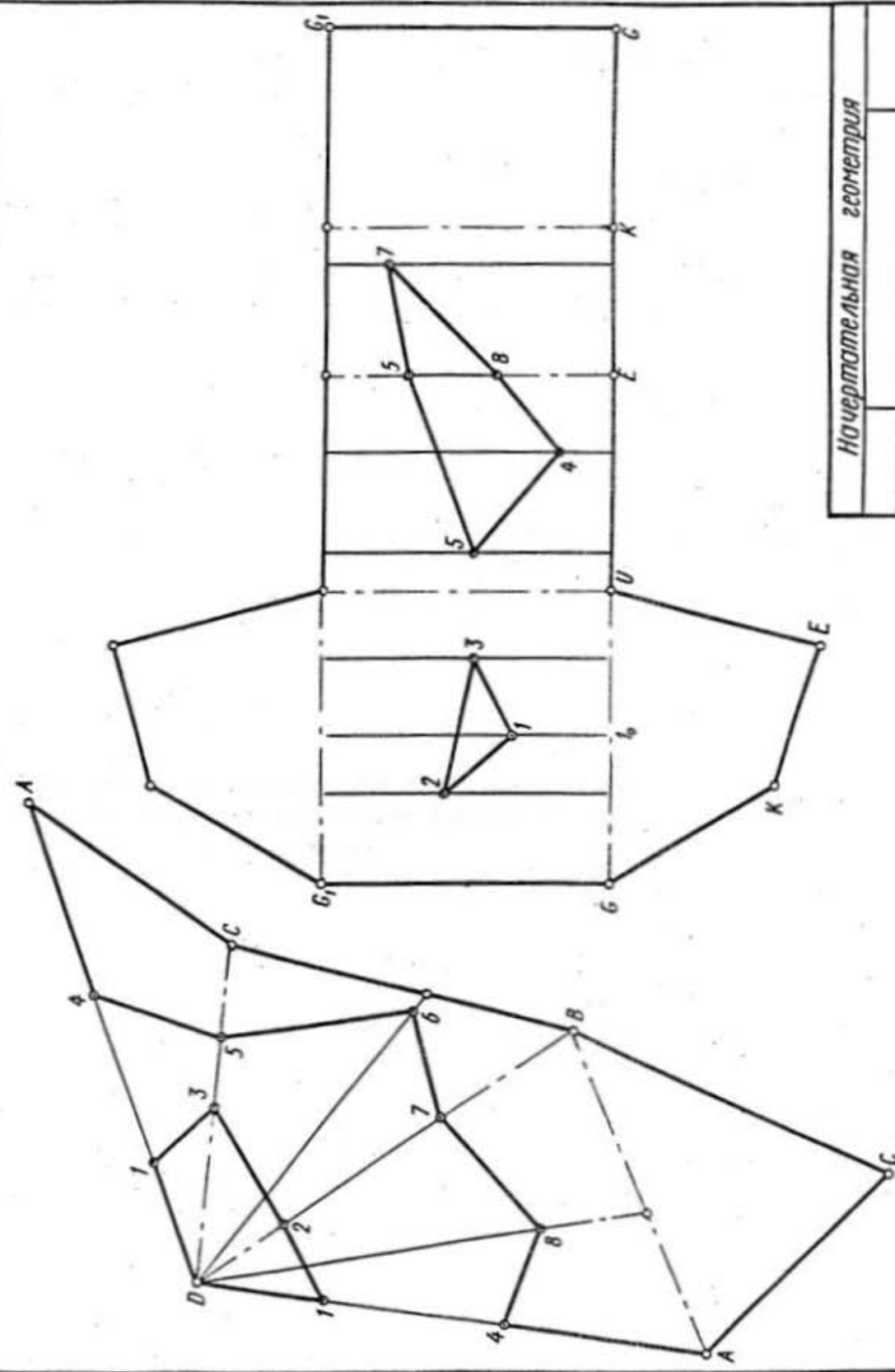
На листе бумаги формата А3 (297×420 мм) строятся развертки многогранников.

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

- проводят горизонтальную прямую;
- от произвольной точки G на этой прямой откладывают отрезки GU , UE , EK , KG , равные длинам сторон основания призмы;
- из точек G , U , E , K восстанавливают перпендикуляры и на них откладывают высоту h . Прямоугольник GG_1G_1G является разверткой боковой поверхности призмы;
- для получения полной развертки поверхности призмы к развертке боковой поверхности пристраивают многоугольники ее оснований.

Для построения на развертке линии пересечения призмы с пирамидой – замкнутых ломаных линий 123 и 45678 – пользуемся вертикальными прямыми. Например, для определения положения точки 1 на развертке поступаем так: на отрезке GU от точки G вправо откладываем отрезок $G1_0$ (рис.5). Из точки 1_0 восстанавливаем перпендикуляр к отрезку GU и на нем откладываем аппликату z точки 1. Аналогично строят и находят остальные точки.

Задача 4



Начертательная геометрия	

Рис.5. Пример выполнения задачи 4

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.

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

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

ЗАДАЧА 5

На формате А3 (297×420 мм) построить три проекции сферы заданного радиуса R , определив проекции сквозного отверстия. Фронтальная проекция отверстия представлена четырехугольником ABCD.

Радиус сферы и координаты вершин четырехугольника взять из табл.6, согласно своему варианту.

Пример выполнения задачи дан на рис.6.

Указания к решению задачи 5. Намечаются оси координат с началом в центре формата А3. Строятся проекции сферы заданного радиуса R с центром в точке O . Определяются по заданным координатам (табл.6) проекции точек A , B , C и D (вершин четырехугольника) сквозного отверстия на сфере и строится многоугольник – фронтальная проекция линии сквозного отверстия. Далее задача сводится к определению недостающих проекций точек поверхности сферы.

Вначале определяют характерные точки линий сквозного отверстия; точки на экваторе, главном меридиане, наиболее удаленные и ближайшие точки поверхности сферы к плоскостям проекций. Очертание сферы и проекцию сквозного сечения обвести черной тушью или пастой шариковой ручки, недостающие две проекции отверстия показать красной (пастой). Все вспомогательные построения на чертеже сохранить и обвести тонкими линиями зеленой (синей) тушью (пастой). В целях наибольшей наглядности чертежа сферу в проекциях можно покрыть бледными тонами акварели или цветного карандаша.

Таблица 6

Данные к задаче 5
(координаты и размеры, мм)

№	x_0	y_0	z_0	x_A	z_A	x_B	z_B	x_C	z_C	x_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

№	X _O	Y _O	Z _O	X _A	Z _A	X _B	Z _B	X _C	Z _C	X _D	Z _D	R
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	92	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
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	60	92	42	92	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

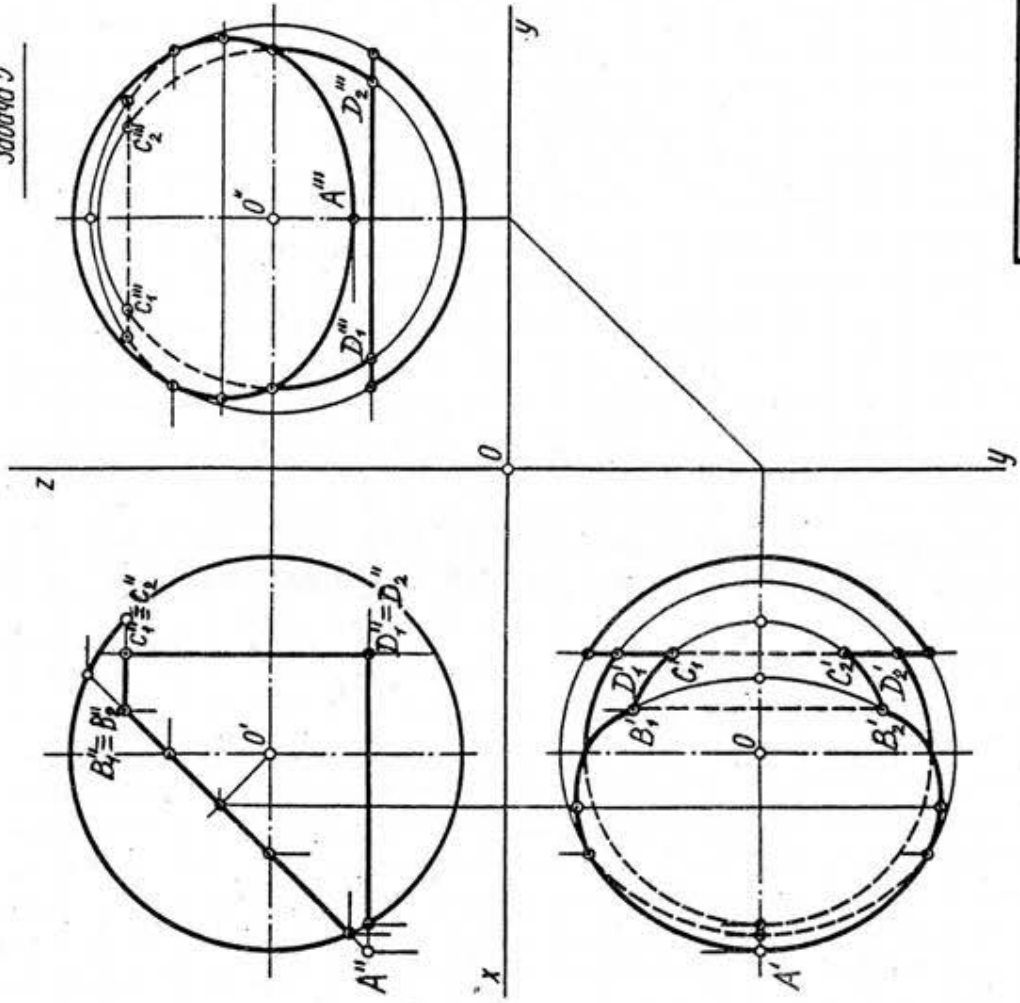
ЗАДАЧА 6

Построить линию пересечения конуса вращения плоскостью общего положения ABC. Данные для своего варианта взять из табл.7. Пример выполнения задачи дан на рис.7.

Указания к решению задачи 6. Задача выполняется на формате А4 (297×210 мм). Из табл.7, согласно своему варианту, берутся величины, которыми задаются поверхность конуса вращения и плоскость ABC. Определяется центр (точка К) окружности радиуса 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 А, В и С определяется секущая плоскость.

В целях облегчения построений линий сечения строится дополнительный чертеж заданных геометрических образов. Выбирается дополнительная система плоскостей проекций с таким расчетом, чтобы секущая плоскость была представлена как проецирующая. Дополнительная плоскость проекции перпендикулярна данной плоскости ABC. Линия сечения (эллипс) проецируется на плос-

Задача 5



Начертательная геометрия	

Рис.6. Пример выполнения задачи 5

кость проекций в виде отрезка прямой на следе этой плоскости. Имея проекцию эллипса сечения на дополнительной плоскости, строят основные ее проекции.

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

Таблица 7

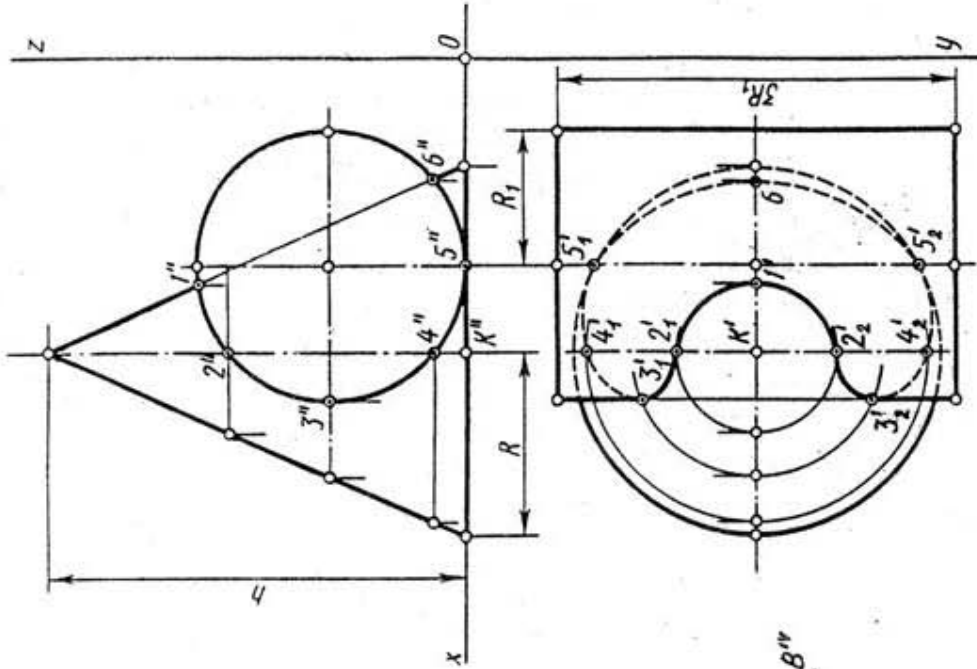
Данные к задаче 6
(координаты и размеры, мм)

№	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

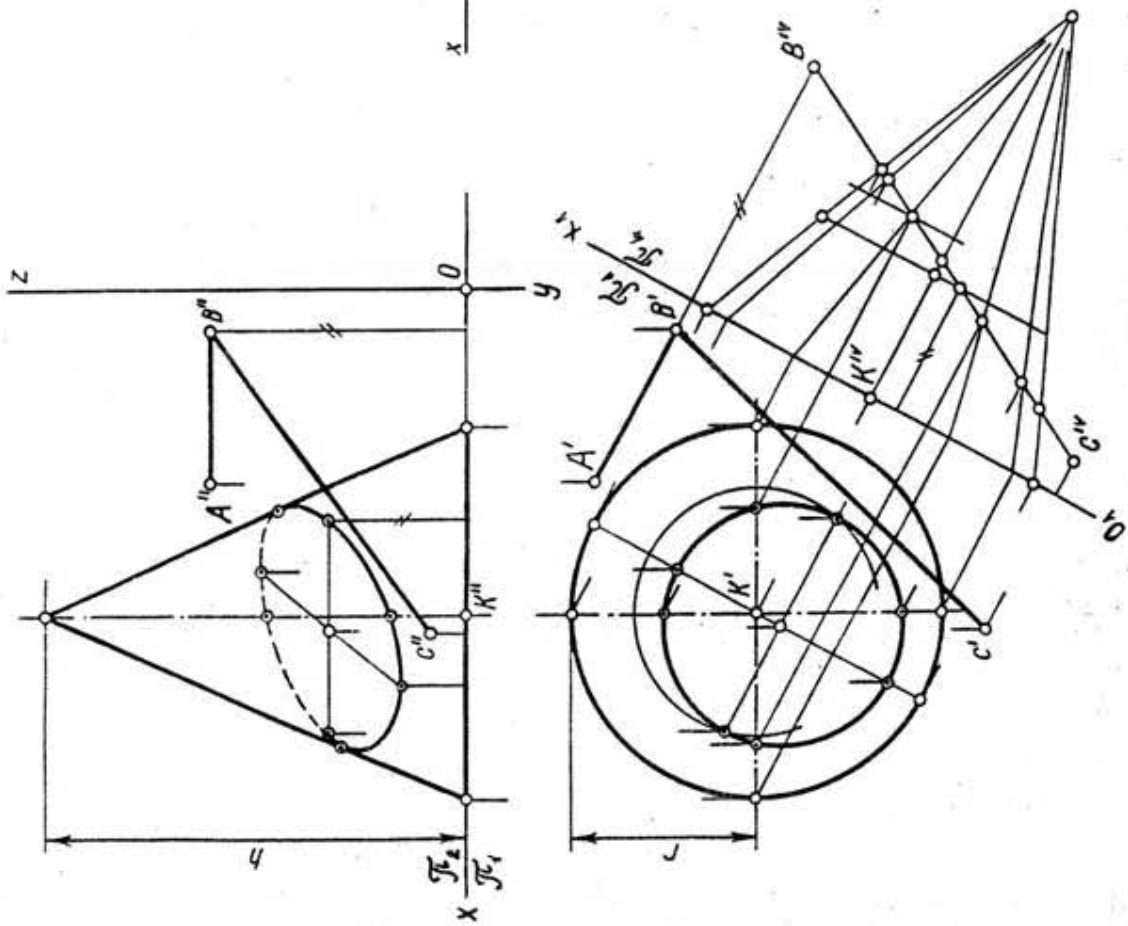
ЗАДАЧА 7

Построить линию пересечения конуса вращения с цилиндром вращения. Оси поверхностей вращения – взаимно-перпендикулярные проецирующие

Задача 7



Задача 6



Начертательная геометрия

Рис.7. Пример выполнения задач 6 и 7

скрещивающиеся прямые. Данные для своего варианта взять из табл.8. Пример выполнения задачи дан на рис.7.

Указания к решению задачи 7. В правой половине листа намечают оси координат и из табл.8 берут, согласно своему варианту, величины, которыми задаются поверхности конуса вращения и цилиндра вращения. Определяют центр (точка К) окружности радиусом 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 Е; основаниями цилиндра являются окружности радиусом r . Образующие цилиндра вращения имеют длину, равную $3r$, 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.

Вышнюю и низшую, а также промежуточные точки линии пересечения поверхностей 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 тушью (пастой), линию пересечения поверхностей обвести красной тушью (пастой). Все основные вспомогательные построения на эюре сохранить и показать тонкими сплошными линиями синей (зеленой) тушью или пастой шариковой ручки.

Таблица 8

Данные к задаче 7
(координаты и размеры, мм)

№	x_k	y_k	z_k	R	h	x_E	y_E	z_E	r
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

№	x_k	y_k	z_k	R	h	x_E	y_E	z_E	γ
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
19	70	74	0	44	98	68	74	32	34
20	75	70	0	42	98	68	70	32	36
21	75	72	0	42	95	66	72	35	35
22	75	75	0	46	95	66	75	38	32
23	80	75	0	46	96	64	75	36	32
24	80	75	0	46	96	64	75	34	34
25	80	70	0	46	97	62	70	38	32
26	80	70	0	45	97	62	70	38	34
27	80	70	0	45	102	60	70	34	34

ЗАДАЧА 8

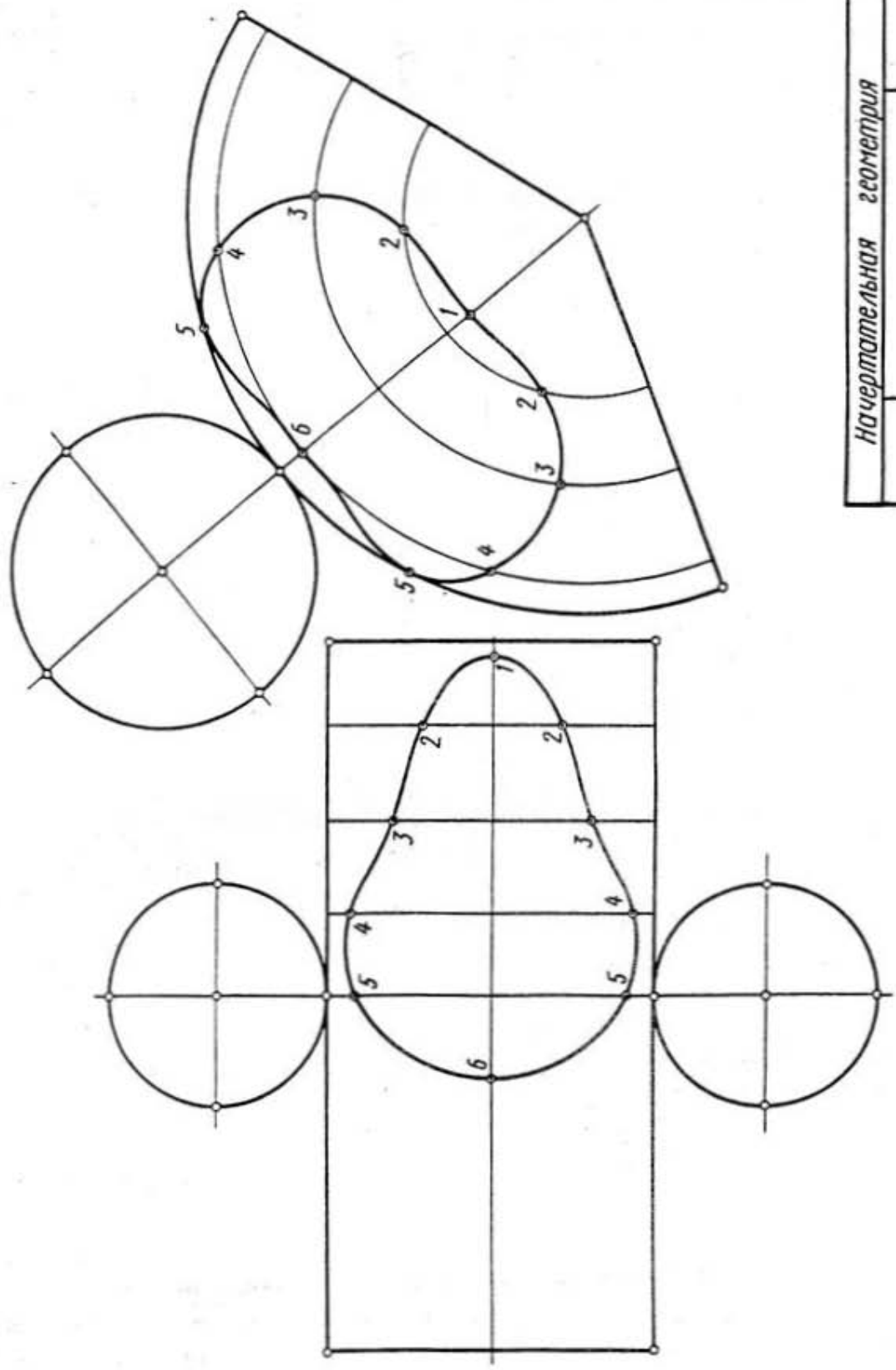
Построить развертки пересекающихся цилиндра вращения с конусом вращения. Показать на развертках линию их пересечения. Чертеж-задание для задачи 8 получить, переведя на кальку формата А3 (297×420 мм) чертеж пересекающихся поверхностей с листа задачи 7. Пример выполнения задачи приведен на рис. 8.

Указания к решению задачи 8. Заданные очерковые линии поверхностей на кальке показать черной тушью (пастой); линии их пересечения выделить красной тушью (пастой). Все вспомогательные построения для определения натуральных величин образующих поверхностей и точек их пересечения обвести синей (зеленой) тушью или пастой шариковой ручки.

На листе бумаги ватман 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 радиусом R . Строят развертку боковой поверхности цилиндра. На развертке помечают прямолинейные образующие, проходящие через характерные точки линии пересечения цилиндра с конусом. Эти точки замечают на соответствующих образующих. Они определяют линию пересечения поверхностей на развертке. Полная развертка цилиндра вращения пред-

Задача 8



Начертательная геометрия	

Рис. 8. Пример выполнения задачи 8

ставляется разверткой его боковой поверхности и основаниями – окружностями радиуса R .

Развертка конуса вращения. Разверткой поверхности конуса вращения является круговой сектор с центральным углом

$$\alpha = 360^\circ \frac{R}{L},$$

где R – радиус окружности основания конуса вращения;

L – длина образующей.

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

На развертке конуса вращения строят прямолинейные образующие или параллели, проходящие через характерные точки линии пересечения конуса вращения с цилиндром вращения. Через такие точки проходит линия 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 тушью (пастой); линии пересечения заданных поверхностей обвести красной, а все вспомогательные построения – синей (зеленой) тушью или пастой шариковой ручки.

Кальку и листы писчей бумаги с планом решения задачи 8 наклеить с левого края формата А3.

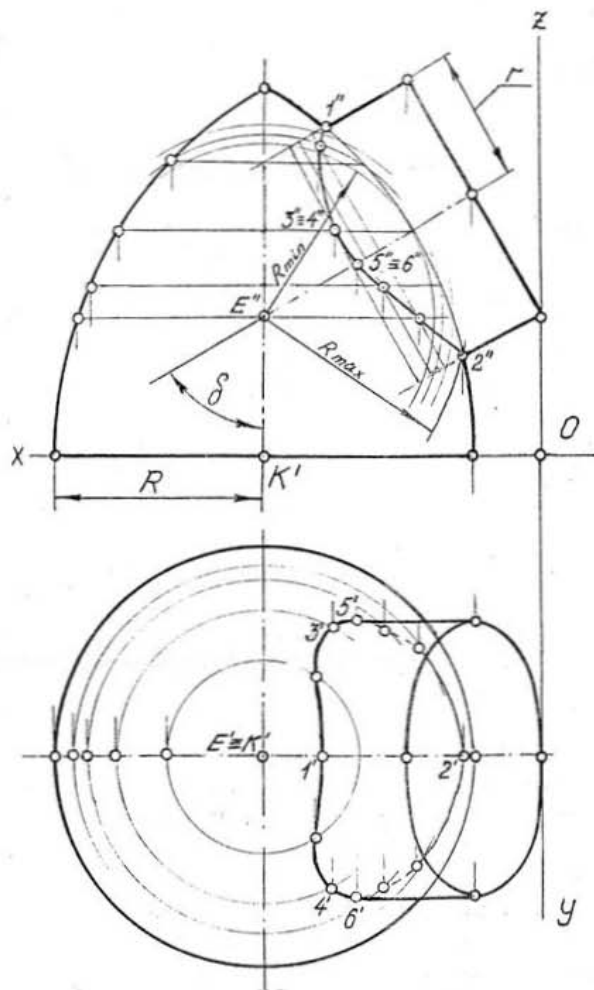
ЗАДАЧА 9

Построить линию пересечения закрытого тора с поверхностью наклонного цилиндра вращения. Заданные поверхности имеют общую фронтальную плоскость симметрии. Данные для своего варианта взять из табл.9. Пример выполнения задачи дан на рис.9.

Указания к решению задачи 9. Задачу выполнить на формате А4 (297×210 мм). Сперва на листе формата намечают оси координат и из табл.9, согласно своему варианту, берут заданные величины, которыми определяются поверхности тора и цилиндра. По координатам определяют положение точки E , т.е. точки пересечения вертикальной оси тора с наклонной осью цилиндра вращения радиуса $r = (2/3)R$.

Главным меридианом поверхности тора (очерк тора на фронтальной плоскости) является линия, состоящая из двух пересекающихся на оси вращения дуг окружностей радиусом $2R$ и отрезка прямой – проекции экваториальной параллели, представляющей собой окружность с центром в точке K и радиусом R , лежащую в горизонтальной плоскости.

Задача 9



Начертательная геометрия		

Рис. 9. Пример выполнения задачи 9

Ось цилиндра вращения пересекается с осью поверхности тора в точке E под углом δ . Основание цилиндра вращения касается профильной плоскости.

Так как оси тел вращения, находясь в одной фронтальной плоскости, пересекаются в точке E , то задача решается способом секущих сфер. Точка E является их центром.

Решение задачи следует начать с определения "опорных" точек:

а) это точки 1 и 2, лежащие на пересечении фронтальных проекций тел (самая высокая и самая низкая). Наиболее удаленная от центра E точка (1 или 2) определит радиус секущей сферы – R_{max} ;

б) сфера, вписанная в контур наибольшего тела, определит радиус секущей сферы – R_{min} . Эта сфера даст симметричные "опорные" точки 3 и 4, одна из которых является ближайшей, а вторая – самой удаленной от наблюдателя.

Все сферы радиуса R_c будут являться промежуточными, причем $R_{max} > R_c > R_{min}$.

Секущие сферы пересекают заданные поверхности по окружностям. Фронтальные проекции окружностей изображаются отрезками прямых линий, которые пересекаются в точках, являющихся фронтальными проекциями точек искомой линии пересечения поверхностей.

Измеряя радиус вспомогательных секущих сфер, определяют последовательный ряд точек линии пересечения, соединив которые можно получить проекции линии пересечения.

Чертеж обводят, соблюдая видимость. Желательно проекции линии пересечения обвести красным цветом, оси координат и линии, задающие поверхности, – черным, а все линии построения – синим или зеленым цветом.

Таблица 9

Данные к задаче 9
(координаты и размеры, мм)

№	x_K	y_K	z_K	x_E	y_E	z_E	R	δ°
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

Окончание таблицы 9

№	x_K	y_K	z_K	x_E	y_E	z_E	R	δ°
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

ЛИТЕРАТУРА

Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. М.: Наука, 1988.

Гордон В.О., Иванов Ю.Б., Солнцева Т.В. Сборник задач по курсу начертательной геометрии. М.: Наука, 1969.

Попова Г.Н., Алексеев С.Ю. Справочник по машиностроительному черчению/СПб.: Политехника, 1994.

СОДЕРЖАНИЕ

Инженерная графика.....	3
Часть 1. Начертательная геометрия.....	—
Содержание, исходные данные, указания к решению и примеры выполнения задач.....	7
Литература.....	28

НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛИМЕРОВ