

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ЗАОЧНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**ОГАНЕСОВ О.А., КУЗЕНЕВА Н.Н.,
РЯБИКОВА И.М.**

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ
ГЕОМЕТРИЯ И
ИНЖЕНЕРНАЯ
ГРАФИКА:
теория, контрольные задания и
примеры решения задач**

Часть 1

МОСКВА 2002

УДК 514.18
ББК 22.151.3

Оганесов О.А., Кузенева Н.Н., Рябикова И.М. Начертательная геометрия и инженерная графика: теория, контрольные задания и примеры решения задач. Ч. 1/МАДИ(ГТУ). -М., 2002.- 65 с.

Рецензенты: канд. техн. наук, доцент П.Р.Доброгаев (МАДИ(ГТУ))
канд. техн. наук, доцент Г.Г.Наумов (ГИПРОДОРНИИ)

Данное учебное пособие включает в себя теоретический материал по начертательной геометрии, контрольные задания и примеры решения задач и предназначено для студентов заочной формы обучения МАДИ(ГТУ) и его филиалов. Пособие написано в соответствии с принятой на кафедре начертательной геометрии и черчения МАДИ(ГТУ) рабочей программой, разработанной на основании и действующих образовательных стандартов и учебных планов.

Настоящее пособие является первой частью курса начертательной геометрии и инженерной графики, в которой рассмотрены вопросы задания точек, линий и поверхностей на чертеже, а также решения некоторых комплексных задач с данными геометрическими образами.

© Московский автомобильно-дорожный институт (государственный технический университет), 2002г.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение начертательной геометрии необходимо для приобретения знаний и навыков, позволяющих составлять и читать технические чертежи, проектную документацию, а также для развития инженерного пространственного воображения. Общим для начертательной геометрии является метод построения изображений, называемый методом проецирования. В начертательной геометрии изучают теоретические основы этого метода, а в черчении - его практическое использование. Знания по построению изображений, решению проекционных задач, приобретенные в курсе начертательной геометрии, правила составления и оформления чертежей, изученные в черчении, находят широкое применение при разработке проектов и осуществлении их на практике.

Основная форма работы студента - заочника - самостоятельное изучение материала по учебнику, учебным пособиям; знакомство с положениями ГОСТов и других официальных документов; основная форма отчетности по пройденному материалу - выполненные графические контрольные работы и экзамены.

Настоящее методическое пособие предназначено для студентов механических и строительных специальностей заочной формы обучения. Содержание заданий курса "Начертательная геометрия" разработано на основе действующих образовательных стандартов и учебных программ, принятых на кафедре начертательной геометрии и черчения МАДИ(ГТУ).

При изучении начертательной геометрии (в течение первого семестра) предусматривается: лекционное изложение курса; самостоятельная работа с учебником; практические занятия; выполнение контрольной работы №1 в срок, установленный учебным планом; консультации по курсу. К экзамену допускаются студенты, сдавшие и защитившие контрольную работу.

Методическое пособие посвящено выполнению заданий по начертательной геометрии. В каждом задании приведена минимально необходимая информация и пример выполнения графической работы.

Контрольная работа №1 состоит из трех расчетно-графических работ (РГР): РГР №1- “Точка, прямая, плоскость”; РГР №2 - “Пересечение поверхностей”; РГР №3 - “Геометрические тела с вырезами”.

РГР №1 состоит из 4-х задач (№1 - №4) и посвящена решению метрических и позиционных задач с точкой, прямой и плоскостью.

РГР №2 состоит из 2-х задач (№5 и №6), в которых строится линия пересечения заданных поверхностей.

РГР №3 состоит из 3-х задач (№7 - №9), в которых рассматривается задание простейших геометрических тел со сквозными вырезами и срезами.

Контрольная работа проходит две стадии проверки: первая - рецензирование листов преподавателем, вторая - устная защита листов студентом.

Контрольная работа рецензируется в несброшюрованном виде и должна включать все листы, предусмотренные ее содержанием. В противном случае контрольная работа рецензентом не рассматривается. Контрольную работу возвращают студенту с пометкой о допуске к защите и замечаниями о недостатках работы.

Для каждой задачи разработано 10 вариантов задания. Студент выполняет тот вариант задания, номер которого совпадает с последней цифрой номера студенческого билета. Например, если номер студенческого билета заканчивается на 8, студент выполняет вариант 8, если на 0, то вариант 10.

Для выполнения графических заданий необходимы следующие чертежные инструменты и принадлежности: чертежная бумага, чертежные треугольники с углами 45° , 30° , 60° , циркуль, измеритель, набор лекал, чертежный карандашный ластик, кнопки, набор карандашей типа “Конструктор” - 2Т, Т, ТМ, М или типа “КОН-I-NOOR” 2Н, Н, НВ, В.

Общие требования к оформлению контрольной работы

Все РГР выполняются в соответствии с государственными стандартами ЕСКД (Единой системы конструкторской документации).

Они должны отличаться выразительностью, аккуратностью и четкостью графического исполнения.

Задания выполняются на листах формата А3 (297x420) и А4 (210x297) в масштабе 1:1. На всех форматах проводят рамку чертежа, отступая на 20 мм слева и по 5 мм со всех других сторон от границ формата.

Координаты точек и размерные числа, встречающиеся в условиях задач РГР, приведены в мм. При этом размеры, указанные в условии задачи, на чертеже не проставляются.

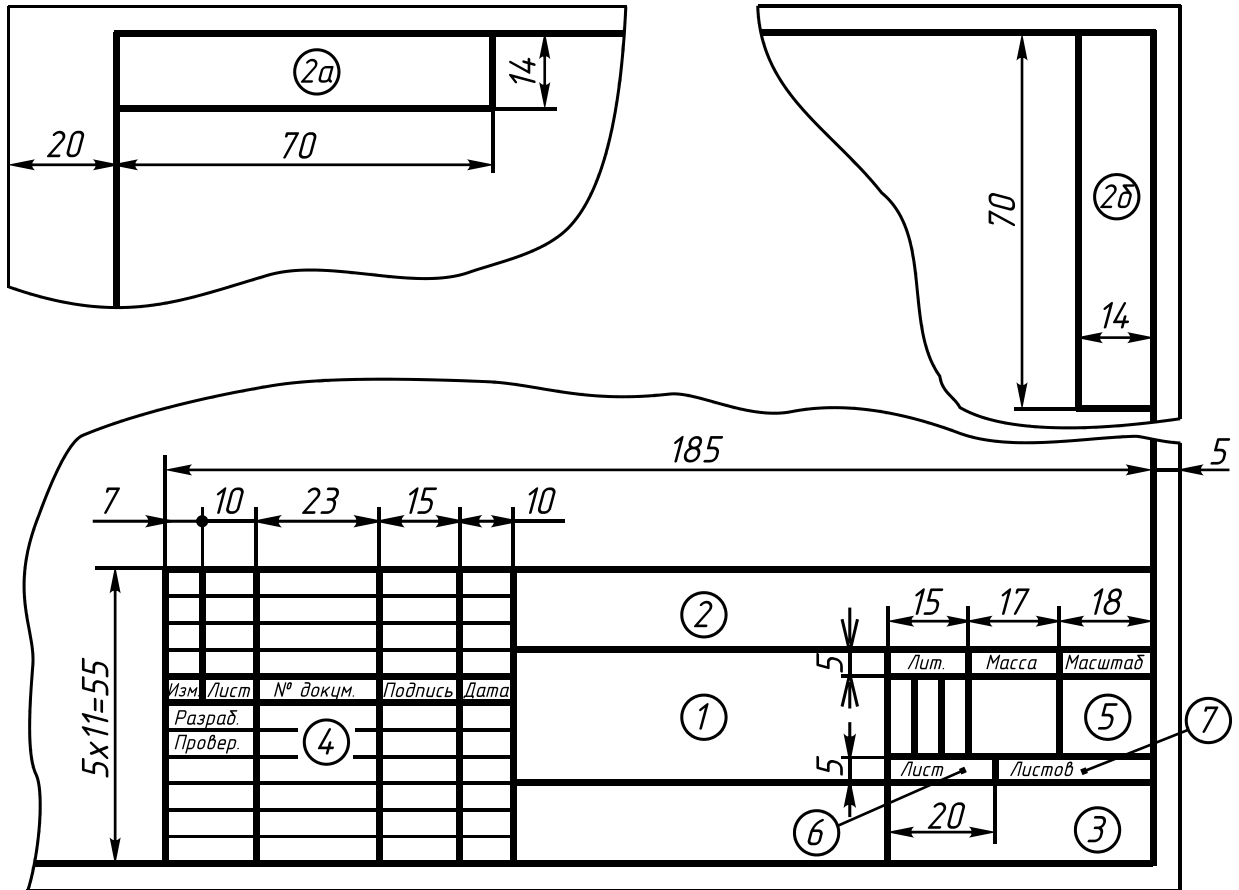
Толщина и тип используемых для решения и оформления задач линий устанавливается ГОСТ 2.303-68*. В РГР применяют сплошную толстую основную линию (рекомендуемая толщина - 0,8-1 мм) для изображения линий видимого контура, штриховую линию для вычерчивания линий невидимого контура, сплошную тонкую линию для вычерчивания линий связи и графических построений и штрихпунктирную тонкую линию для вычерчивания осевых и центральных линий. Все геометрические построения, включая графическое условие задач, должны выполняться с помощью чертежных инструментов.

Надписи и буквенные обозначения на листах и в основной надписи выполняются стандартным шрифтом по ГОСТ ЕСКД 2.304-81. Высота шрифта для буквенно-цифровых обозначений принята 5 мм, для цифровых индексов - 3,5 мм. Номера задач на листах выполняются шрифтом высотой 5 или 7 мм.

Форма и размеры основной надписи выполняются по ГОСТ 2.104-68*. Образец выполнения и заполнения основной надписи приведен на рис. 1.

Дополнительные требования к оформлению графических работ отмечены в соответствующих указаниях к решению конкретных задач.

Изучение начертательной геометрии завершается сдачей экзамена или зачета. На экзамен или зачет студент приносит зачетную книжку, альбом контрольных работ, рецензию по контрольной работе, чистый лист чертежной бумаги формата А3 (297x420) с основной надписью, чертежный инструмент.



- 1 - наименование графической работы (шрифт №7);
- 2 - обозначение чертежа в основной надписи (шрифт №10);
- 2а - обозначение чертежа в дополнительной графе (шрифт №7), повернутое на 180° , для горизонтально расположенных листов;
- 2б - обозначение чертежа в дополнительной графе (шрифт №7), повернутое на 90° , для вертикально расположенных листов (кроме А4);
- 3 - институт, группа (шрифт №5);
- 4 - фамилии студента и преподавателя (шрифт №3,5);
- 5 - масштаб (шрифт №5);
- 6 - лист (шрифт №3,5);
- 7 - листов (шрифт №3,5).

Обозначение чертежа: 40.XX.XXX.XXX

Шифр кафедры _____

Порядковый номер графической работы _____

Номер индивидуального варианта задания _____

Порядковый номер детали (в черчении) _____

Рис. 1

1. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 “ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ”

1.1. Общие замечания и указания

В указаниях по решению задач будут использоваться такие условные обозначения и сокращения:

\cap - пересечение геометрических образов;

\equiv - тождественное совпадение;

$=$ - результат действия, равны;

\parallel - параллельность геометрических образов;

\perp - перпендикулярность геометрических образов;

Γ - построить, задать, взять, провести, найти, определить;

\subset или \supset - принадлежит, проходит, содержит;

(A, B) , $\alpha(A, B)$ - прямая, проходящая через точки A и B ;

$\triangle ABD$ - треугольник ABD ;

$|E, K|$ - расстояние между точками E и K или длина отрезка EK ;

$|E, \Sigma|$ - расстояние от точки E до плоскости Σ ;

$||\overline{E, \Sigma}|$ - найти расстояние от точки E до плоскости Σ ;

$|\triangle ABD|$ - натуральный вид треугольника ABD ;

$|A, (D, E)|$, $|A, \alpha|$ - расстояние от точки A до прямой, проходящей через точки D и E , или до прямой α ;

$|\alpha, b|$ - расстояние между прямыми α и b ;

$x_{1 \equiv 2}$, $x_{1 \equiv 4}$ - ось проекций в системе плоскостей проекций Π_1, Π_2 и Π_1, Π_4 соответственно;

X_A, Y_A, Z_A - координаты X, Y и Z точки A соответственно;

ПП - плоскость проекций.

РГР №1 связана с вопросами задания на чертеже точки, прямой и плоскости и решения некоторых позиционных и метрических задач с этими геометрическими образами.

РГР №1 включает в себя четыре задачи, которые выполняются на двух горизонтально расположенных листах ватмана формата А3: на первом листе выполняются задачи №1 и №2, а на втором листе - задачи №3 и №4.

Исходными данными для решения задач РГР №1 являются заданные координатами X , Y , и Z четыре точки A , B , D и E . В задачах №1 и №4 используются все точки, в задаче №2 - точки A , B и D , а в задаче №3 - три точки, указанные в личном варианте студента. Варианты заданий РГР №1 даны на следующей странице.

На рис. 1.1 и рис. 1.2 представлены примеры компоновки и оформления чертежных листов с решенными задачами РГР №1. Следует обратить внимание на следующее:

- для каждой задачи приводится знак-кодовая запись её условия;
- на обоих форматах на свободном месте вычерчивается таблица с координатами заданных точек;
- точки на чертежах выделяются окружностями;
- проекции прямых, указанных в условии задачи, треугольника ABD и отрезков, определяющих искомое расстояние между геометрическими образами, проводятся основными линиями;
- проекции вспомогательных прямых (горизонтали h или фронталы f) и оси проекций проводятся тонкими сплошными линиями (примерная толщина - $1/2$ от толщины основной линии);
- линии связи проводятся более тонкими сплошными линиями (примерная толщина - $1/3$ от толщины основной линии);
- шифр работы в основной надписи записан для варианта №35.

В приводимых примерах решения задач РГР №1, РГР №2 и РГР №3 для лучшего восприятия графических построений последние могут даваться на отдельных последовательно выполняемых чертежах, начиная с исходного чертежа и завершая итоговым чертежом. При этом часть построений и обозначений, имеющих на промежуточных чертежах, на итоговом чертеже отсутствует. Студент же все построения выполняет на исходном чертеже, оставляя на нем после решения задачи построения и обозначения, которые показаны на итоговом чертеже этой задачи, приведенном на соответствующем рисунке данного пособия.

Перед выполнением задач РГР №1 студенту рекомендуется ознакомиться с разделами учебного курса начертательной геометрии, связанными с заданием на чертеже точек, прямых линий и плоскостей общего и частных положений.

Варианты заданий к РГР №1 "Точка, прямая, плоскость."

1	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Координаты</th> </tr> <tr> <th>Точка</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>5</td> <td>60</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>60</td> <td>40</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	Координаты				Точка	X	Y	Z	A	5	60	30	B	60	40	10	D	30	20	60	E	15	20	20	<p>1. $\frac{E, \Sigma(A, B, D)}{\ E, \Sigma\ }$ 2. $\frac{A, B, D}{\ \Delta ABD\ }$</p>	<p>3. $\frac{A, (B, E)}{\ A, (B, E)\ }$ 4. $\frac{(A, D), (B, E)}{\ (A, D), (B, E)\ }$</p>
Координаты																											
Точка	X	Y	Z																								
A	5	60	30																								
B	60	40	10																								
D	30	20	60																								
E	15	20	20																								
2	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Координаты</th> </tr> <tr> <th>Точка</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>75</td> <td>45</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>30</td> <td>5</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>55</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	Координаты				Точка	X	Y	Z	A	75	45	30	B	30	5	55	D	10	55	0	E	45	60	65	<p>1. $\frac{E, \Sigma(A, B, D)}{\ E, \Sigma\ }$ 2. $\frac{A, B, D}{\ \Delta ABD\ }$</p>	<p>3. $\frac{A, (B, E)}{\ A, (B, E)\ }$ 4. $\frac{(A, E), (B, D)}{\ (A, E), (B, D)\ }$</p>
Координаты																											
Точка	X	Y	Z																								
A	75	45	30																								
B	30	5	55																								
D	10	55	0																								
E	45	60	65																								
3	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Координаты</th> </tr> <tr> <th>Точка</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>60</td> <td>5</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>30</td> <td>65</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>70</td> <td>55</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Координаты				Точка	X	Y	Z	A	60	5	35	B	30	65	65	D	10	5	15	E	70	55	15	<p>1. $\frac{E, \Sigma(A, B, D)}{\ E, \Sigma\ }$ 2. $\frac{A, B, D}{\ \Delta ABD\ }$</p>	<p>3. $\frac{A, (D, E)}{\ A, (D, E)\ }$ 4. $\frac{(A, B), (D, E)}{\ (A, B), (D, E)\ }$</p>
Координаты																											
Точка	X	Y	Z																								
A	60	5	35																								
B	30	65	65																								
D	10	5	15																								
E	70	55	15																								
4	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Координаты</th> </tr> <tr> <th>Точка</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>60</td> <td>50</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>30</td> <td>0</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>30</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>15</td> <td>63</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	Координаты				Точка	X	Y	Z	A	60	50	30	B	30	0	60	D	10	30	0	E	15	63	30	<p>1. $\frac{E, \Sigma(A, B, D)}{\ E, \Sigma\ }$ 2. $\frac{A, B, D}{\ \Delta ABD\ }$</p>	<p>3. $\frac{A, (B, E)}{\ A, (B, E)\ }$ 4. $\frac{(A, D), (B, E)}{\ (A, D), (B, E)\ }$</p>
Координаты																											
Точка	X	Y	Z																								
A	60	50	30																								
B	30	0	60																								
D	10	30	0																								
E	15	63	30																								
5	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Координаты</th> </tr> <tr> <th>Точка</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>80</td> <td>20</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>60</td> <td>70</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>50</td> <td>10</td> <td>80</td> </tr> </tbody> </table>	Координаты				Точка	X	Y	Z	A	80	20	10	B	60	70	80	D	10	30	30	E	50	10	80	<p>1. $\frac{E, \Sigma(A, B, D)}{\ E, \Sigma\ }$ 2. $\frac{A, B, D}{\ \Delta ABD\ }$</p>	<p>3. $\frac{E, (A, D)}{\ E, (A, D)\ }$ 4. $\frac{(A, E), (B, D)}{\ (A, E), (B, D)\ }$</p>
Координаты																											
Точка	X	Y	Z																								
A	80	20	10																								
B	60	70	80																								
D	10	30	30																								
E	50	10	80																								
6	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Координаты</th> </tr> <tr> <th>Точка</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>70</td> <td>38</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>34</td> <td>60</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>0</td> <td>66</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	Координаты				Точка	X	Y	Z	A	70	38	64	B	10	10	36	D	34	60	12	E	0	66	65	<p>1. $\frac{E, \Sigma(A, B, D)}{\ E, \Sigma\ }$ 2. $\frac{A, B, D}{\ \Delta ABD\ }$</p>	<p>3. $\frac{A, (D, E)}{\ A, (D, E)\ }$ 4. $\frac{(A, B), (D, E)}{\ (A, B), (D, E)\ }$</p>
Координаты																											
Точка	X	Y	Z																								
A	70	38	64																								
B	10	10	36																								
D	34	60	12																								
E	0	66	65																								
7	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Координаты</th> </tr> <tr> <th>Точка</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>70</td> <td>28</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>30</td> <td>55</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>8</td> <td>5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>15</td> <td>38</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Координаты				Точка	X	Y	Z	A	70	28	5	B	30	55	50	D	8	5	15	E	15	38	5	<p>1. $\frac{E, \Sigma(A, B, D)}{\ E, \Sigma\ }$ 2. $\frac{A, B, D}{\ \Delta ABD\ }$</p>	<p>3. $\frac{A, (B, E)}{\ A, (B, E)\ }$ 4. $\frac{(A, D), (B, E)}{\ (A, D), (B, E)\ }$</p>
Координаты																											
Точка	X	Y	Z																								
A	70	28	5																								
B	30	55	50																								
D	8	5	15																								
E	15	38	5																								
8	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Координаты</th> </tr> <tr> <th>Точка</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>79</td> <td>10</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>89</td> <td>72</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>0</td> <td>50</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>75</td> <td>85</td> <td>63</td> </tr> </tbody> </table>	Координаты				Точка	X	Y	Z	A	79	10	50	B	89	72	0	D	0	50	50	E	75	85	63	<p>1. $\frac{E, \Sigma(A, B, D)}{\ E, \Sigma\ }$ 2. $\frac{A, B, D}{\ \Delta ABD\ }$</p>	<p>3. $\frac{A, (D, E)}{\ A, (D, E)\ }$ 4. $\frac{(A, B), (D, E)}{\ (A, B), (D, E)\ }$</p>
Координаты																											
Точка	X	Y	Z																								
A	79	10	50																								
B	89	72	0																								
D	0	50	50																								
E	75	85	63																								
9	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Координаты</th> </tr> <tr> <th>Точка</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>90</td> <td>52</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>0</td> <td>78</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>30</td> <td>18</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>71</td> <td>84</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Координаты				Точка	X	Y	Z	A	90	52	62	B	0	78	50	D	30	18	0	E	71	84	10	<p>1. $\frac{E, \Sigma(ABD)}{\ E, \Sigma\ }$ 2. $\frac{A, B, D}{\ \Delta ABD\ }$</p>	<p>3. $\frac{A, (D, E)}{\ A, (D, E)\ }$ 4. $\frac{(A, D), (B, E)}{\ (A, D), (B, E)\ }$</p>
Координаты																											
Точка	X	Y	Z																								
A	90	52	62																								
B	0	78	50																								
D	30	18	0																								
E	71	84	10																								
10	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Координаты</th> </tr> <tr> <th>Точка</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>94</td> <td>26</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>56</td> <td>59</td> <td>82</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>23</td> <td>73</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	Координаты				Точка	X	Y	Z	A	94	26	11	B	56	59	82	D	10	0	44	E	23	73	10	<p>1. $\frac{E, \Sigma(A, B, D)}{\ E, \Sigma\ }$ 2. $\frac{A, B, D}{\ \Delta ABD\ }$</p>	<p>3. $\frac{A, (D, E)}{\ A, (D, E)\ }$ 4. $\frac{(A, B), (D, E)}{\ (A, B), (D, E)\ }$</p>
Координаты																											
Точка	X	Y	Z																								
A	94	26	11																								
B	56	59	82																								
D	10	0	44																								
E	23	73	10																								

Задача 2. $\frac{A, B, D}{|\triangle ABD|}$

Задача 1. $\frac{E, \Sigma(A, B, D)}{|\Sigma|}$

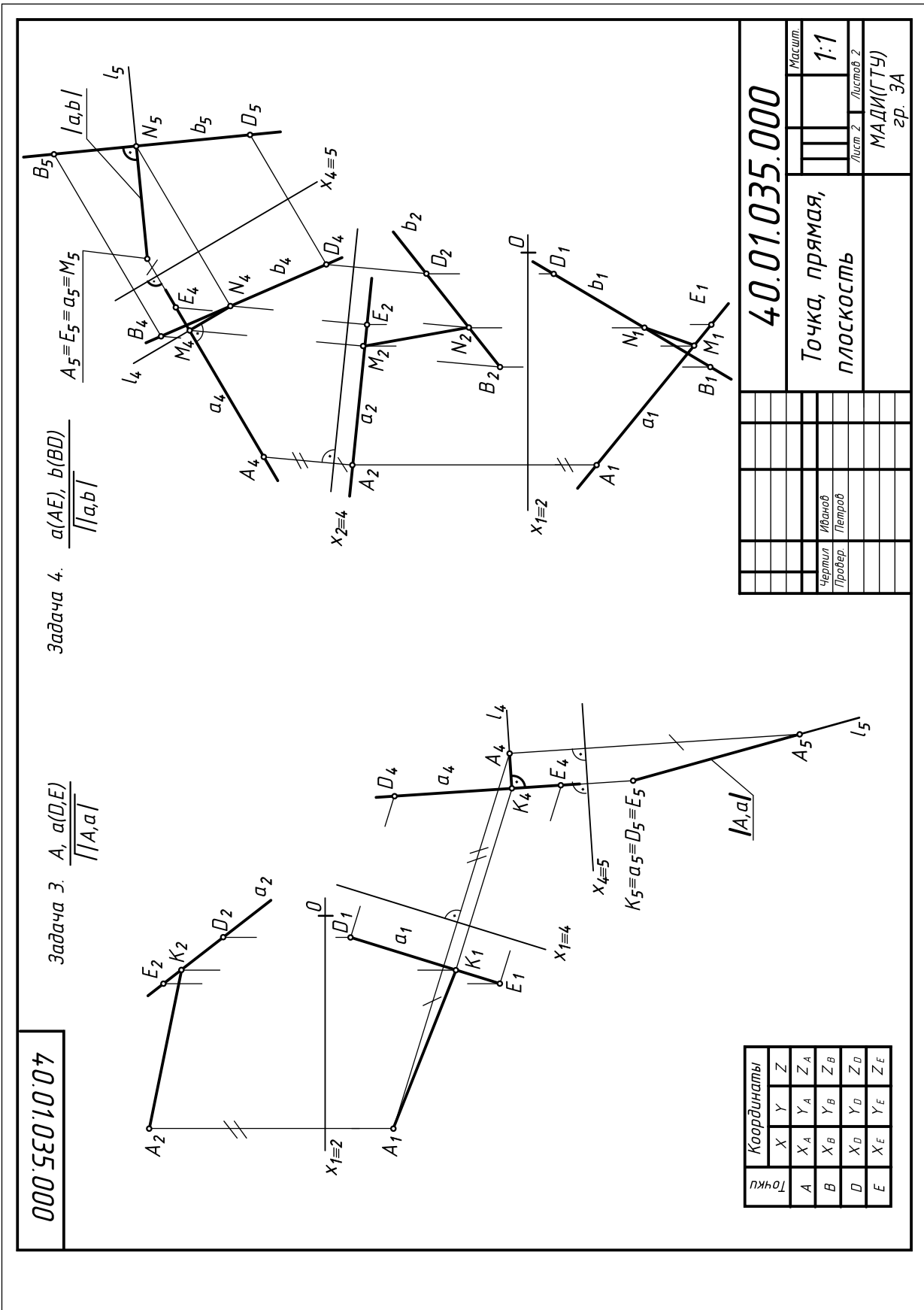
Точка	Координаты		
	X	Y	Z
A	X _A	Y _A	Z _A
B	X _B	Y _B	Z _B
D	X _D	Y _D	Z _D
E	X _E	Y _E	Z _E

Чертил	Иванов
Провер	Петров
Лист 1	Листов 2
МАДИ(ГТУ)	
гр. 3А	

40.01.035.000

Точка, прямая,
плоскость

Рис. 1.1



Точки	Координаты		
	X	Y	Z
A	X _A	Y _A	Z _A
B	X _B	Y _B	Z _B
D	X _D	Y _D	Z _D
E	X _E	Y _E	Z _E

40.01.035.000		Масштаб	
		1:1	
Точка, прямая, плоскость	Лист 2	Листов 2	
	МАДИ(ГТУ)		
			гр. 3А

Рис. 1.2

1.2. ЗАДАЧА №1 “Определение расстояния от точки до плоскости”

Условие задачи №1: используя способ задания новой плоскости проекций, найти расстояние от точки E до плоскости Σ , заданной точками A, B, D .

Ниже это условие записано в знако-кодовом виде, при этом над чертой пишутся исходные данные, а под чертой - указание, что надо в задаче найти или сделать:

$$\frac{E, \Sigma(A,B,D)}{|\Sigma|}$$

Расстояние от точки до плоскости определяется длиной отрезка перпендикуляра, проведенного из точки на плоскость. Независимо от способа решения задачи это расстояние ищется в соответствии с таким алгоритмическим предписанием:

1. Через точку проводится прямая, перпендикулярная плоскости.
2. Определяется точка пересечения этой прямой и плоскости, что позволяет получить отрезок, длина которого и есть искомое расстояние.
3. Находится длина этого отрезка.

Цель задания новой ПП при решении задачи - преобразовать данную плоскость общего положения в проецирующую, чтобы найти искомое расстояние, используя свойства прямых и плоскостей частного положения.

Рекомендуемая последовательность выполнения задачи №1:

I. По данным в личном варианте студента координатам точек A, B, D и E строят их горизонтальные и фронтальные проекции и задают плоскость Σ треугольником ABD :

1. На выделенном для решения задачи №1 месте формата (рис. 1.1) проводят ось проекций $x_{1\equiv 2}$ с указанным на ней началом координат точкой O (рис. 1.3).
2. Через точку O перпендикулярно оси $x_{1\equiv 2}$ проводят оси y и z (рис. 1.3).
3. Строят проекции A_1 и A_2 точки A по её координатам X_A, Y_A, Z_A (рис. 1.3):

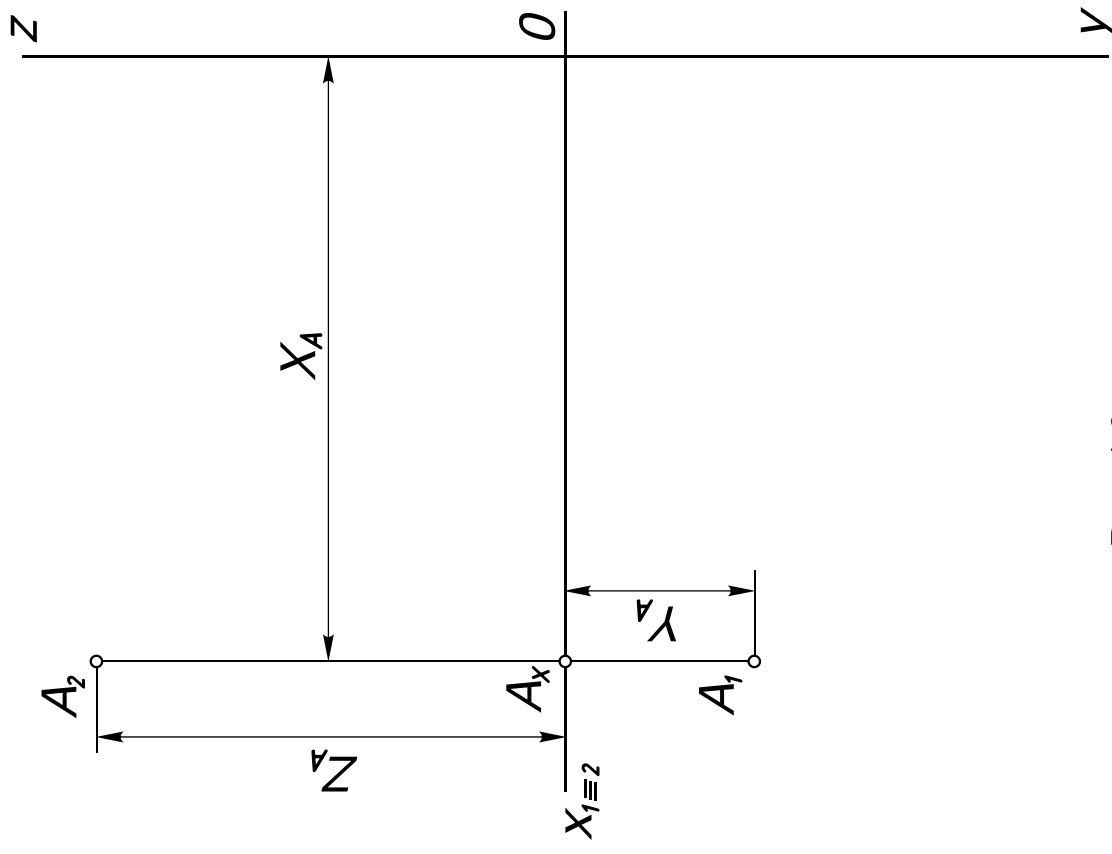


Рис. 1.3

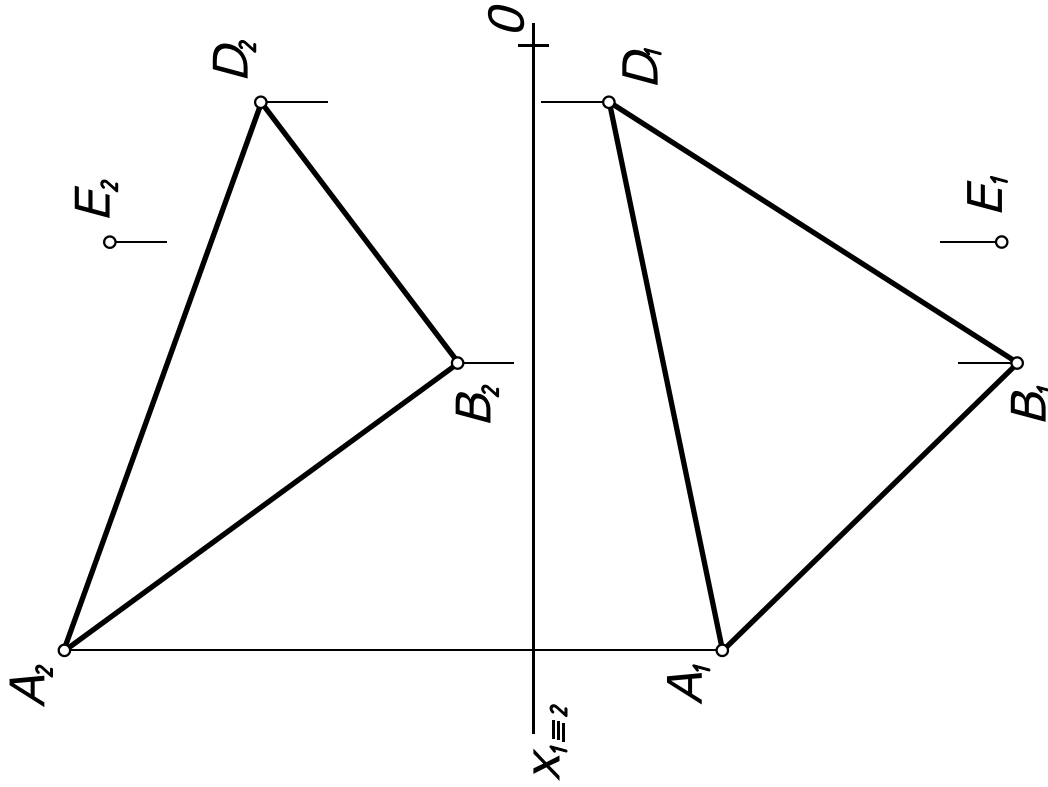


Рис. 1.4

- влево от точки O по оси $x_{1\equiv 2}$ откладывают координату X_A и получают на оси $x_{1\equiv 2}$ точку A_X ;
 - от точки A_X в направлении оси Y откладывают координату Y_A и получают точку A_1 , которая при $Y_A = 0$ совпадает с точкой A_X ;
 - от точки A_X в направлении оси Z откладывают координату Z_A и получают точку A_2 , которая при $Z_A = 0$ совпадает с точкой A_X .
4. Аналогично строят проекции остальных точек, после чего убирают оси y и z , точки A_X, B_X, D_X и E_X , оставив проекции точек, линии связи и ось $x_{1\equiv 2}$ с точкой O (рис. 1.4).
 5. Соединяют точки A_1, B_1, D_1 и A_2, B_2, D_2 , переходя к заданию плоскости Σ треугольником ABD (рис. 1.4).

II. заданием новой плоскости проекций Π_4 преобразуют плоскость Σ общего положения в проецирующую.

В этом месте возможны два решения:

- задать новую ПП Π_4 перпендикулярно горизонтали h плоскости;
- задать новую ПП Π_4 перпендикулярно фронтали f плоскости.

При задании $\Pi_4 \perp h$ для перевода плоскости Σ в проецирующее положение выполняют такие построения (рис. 1.5):

1. Проводят через одну из вершин треугольника (здесь через точку D) горизонталь h плоскости, начиная с $h_2 \parallel x_{1\equiv 2}$ с последующим проведением h_1 через точки D_1 и 1_1 .
2. Проводят новую ось проекций $x_{1\equiv 4} \perp h_1$.
3. Находят новую проекцию A_4 точки A :
 - из точки A_1 перпендикулярно оси $x_{1\equiv 4}$ проводят новую линию связи;
 - от оси $x_{1\equiv 4}$ по этой линии связи откладывают расстояние от точки A_2 до оси $x_{1\equiv 2}$, помеченное на чертеже.
4. Аналогичным образом строят проекции B_4 и D_4 точек B и D .
5. Через точки A_4, B_4 и D_4 проводят прямую Σ_4 - основную проекцию плоскости Σ .

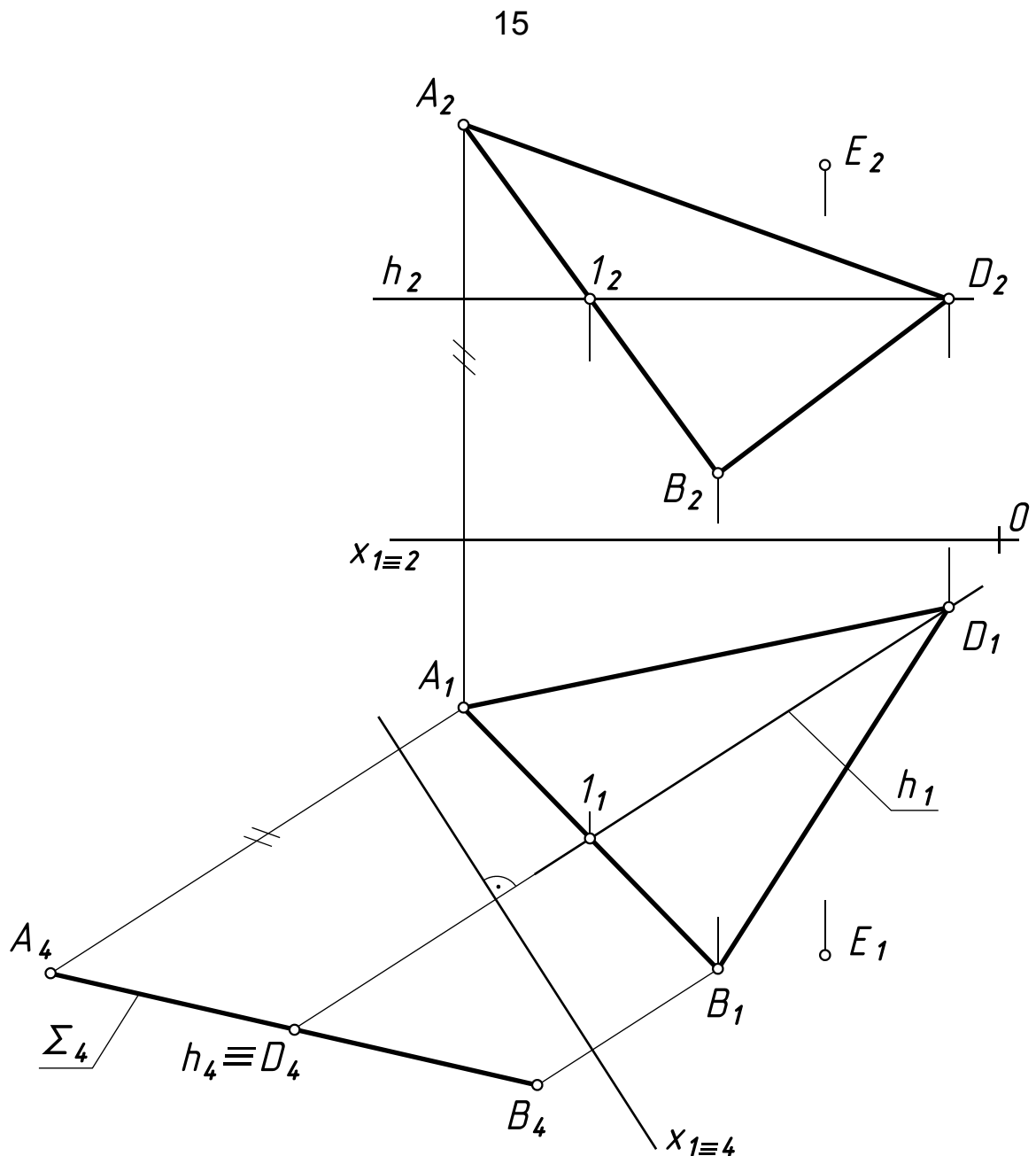


Рис. 1.5

III. Определяют искомое расстояние, равное длине отрезка EK перпендикуляра l , проведенного из точки E на плоскость Σ (рис. 1.6):

1. Строят проекцию E_4 точки E .
2. Через точку E_4 проводят прямую $l_4 \perp \Sigma_4$.
3. Через точку E_1 проводят прямую $l_1 \perp h_1$.
4. Находят проекции точки K пересечения перпендикуляра l с плоскостью Σ ($K = l \cap \Sigma$):
 - $K_4 = l_4 \cap \Sigma_4$;
 - K_1 - ищется на l_1 с помощью линии связи, проведенной из точки K_4 перпендикулярно оси $x_{1 \equiv 4}$;

- K_2 располагается на линии связи, проведенной из точки K_1 перпендикулярно оси $x_{1 \equiv 2}$, на расстоянии от оси $x_{1 \equiv 2}$, равном помеченному расстоянию от точки K_4 до оси $x_{1 \equiv 4}$.
5. Обозначается найденное расстояние от точки E до плоскости Σ , равное длине отрезка $E_4 K_4$, т.к. отрезок $E K_1 \perp \Pi$:

$$|E_4, K_4| = |E, K_1| = |E, \Sigma|.$$

На рис. 1.6 приведен итоговый чертеж задачи №1.

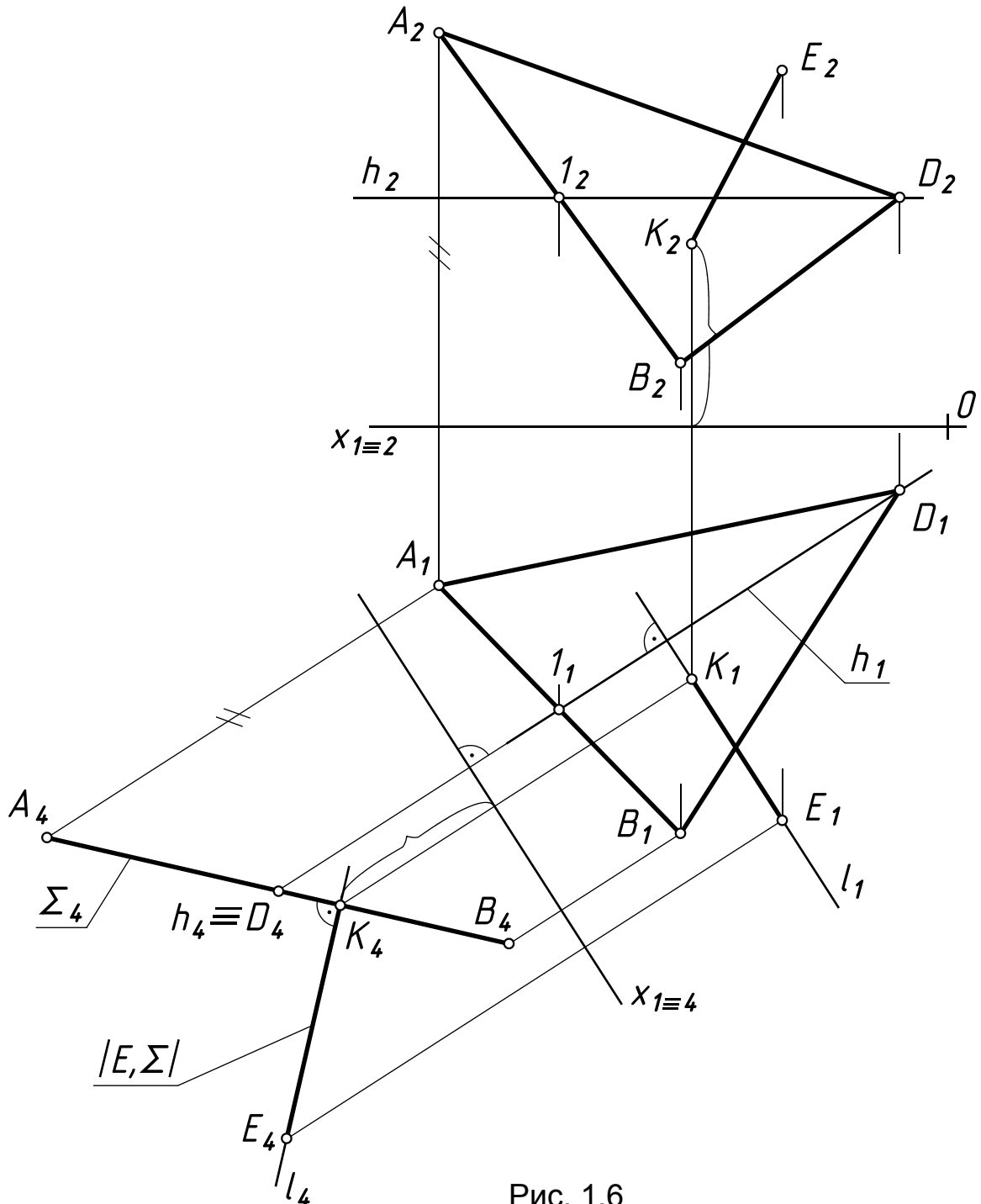


Рис. 1.6

1.3. ЗАДАЧА №2 “Определение натурального вида плоской фигуры”

Условие задачи №2: используя способ задания новой плоскости проекций, определить натуральный вид треугольника, вершинами которого являются точки A , B и D .

Это же условие в знако-кодовой записи имеет вид:

$$\frac{A, B, D}{\overline{\overline{|\Delta ABD|}}}$$

Для определения натурального вида фигуры, лежащей в плоскости Σ общего положения, последовательно решают две задачи:

- преобразуют плоскость Σ фигуры в проецирующую, задавая новую ПП Π_4 перпендикулярно Π_1 или Π_2 ;
- проецирующую плоскость Σ заданием новой ПП Π_5 параллельно Σ и перпендикулярно Π_4 переводят в положение плоскости уровня, в результате чего фигура на ПП Π_5 будет проецироваться в натуральную величину.

Уже отмечалось, что задача №2 выполняется на одном формате с задачей №1 (рис. 1.1).

I-й и II-й этапы решения задачи №2 совпадают с I-м и II-м этапами решения задачи №1 с той разницей, что в задаче №2 не используется точка E :

I. На этом этапе строят проекции точек A , B , D и получают треугольники $A_1B_1D_1$ и $A_2B_2D_2$ - проекции треугольника ABD (рис. 1.4).

II. Заданием новой ПП $\Pi_4 \perp \Sigma_4$ (в примере $\Pi_4 \perp h_4$) плоскость Σ переводится в проецирующее положение (рис. 1.5 и описание к нему).

Новые построения, завершающие решение задачи №2, выполняют на последнем шаге решения.

III. Задают новую ПП Π_5 ($\Pi_5 \perp \Pi_4$, $\Pi_5 \parallel \Sigma$) и определяют натуральный вид треугольника ABD (переход от рис. 1.5 к рис. 1.7):

1. Проводят новую ось проекций $x_{4 \equiv 5} \parallel \Sigma_4$.
2. Строят проекции A_5 , B_5 и D_5 точек A , B и D :

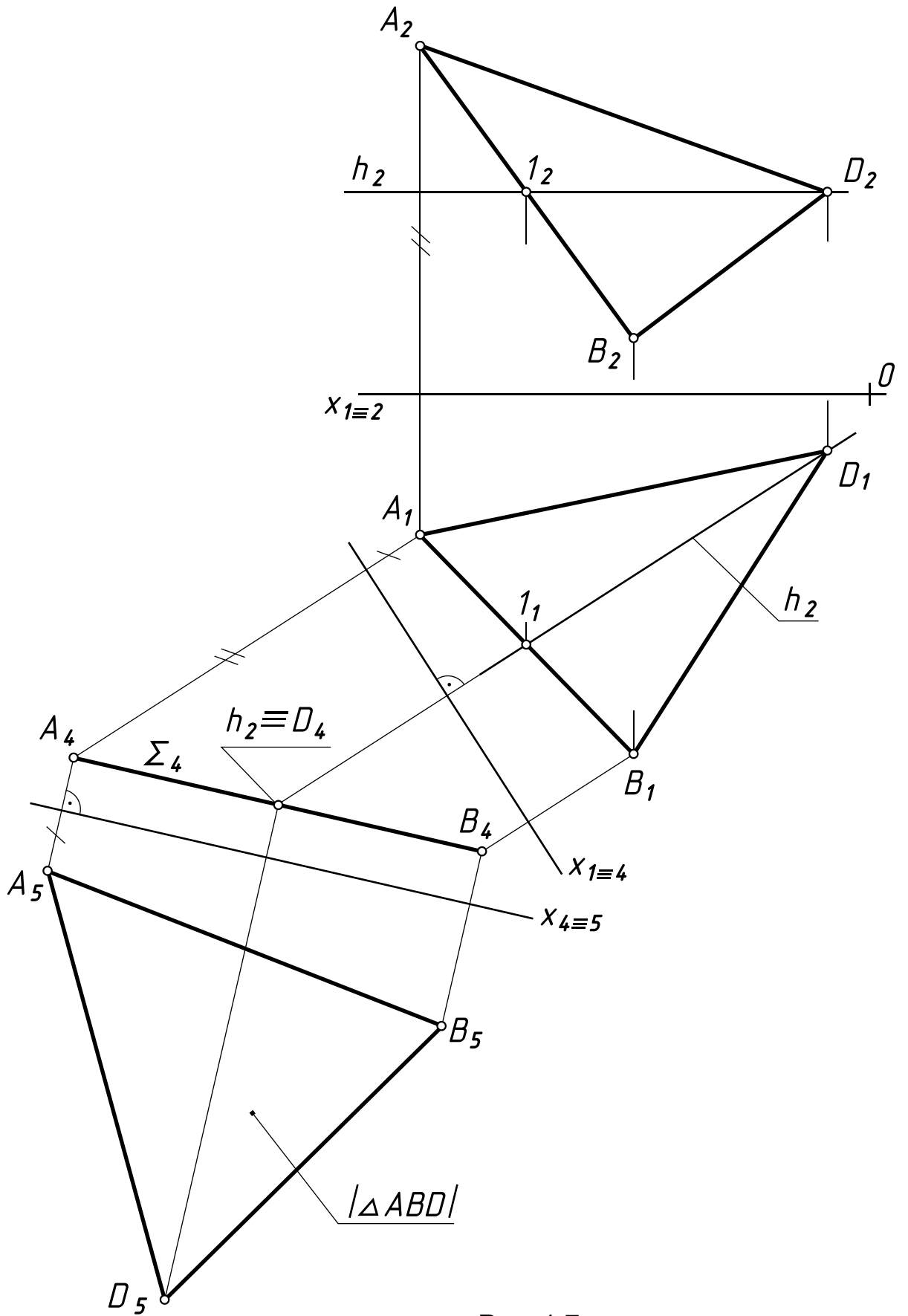


Рис. 1.7

- из точек A_4 , B_4 и D_4 перпендикулярно оси $x_{4 \equiv 5}$ проводят новые линии связи ;
 - от оси $x_{4 \equiv 5}$ по новым линиям связи откладывают расстояния, аналогичные расстоянию, помеченному для точки A .
3. Соединяют точки A_5 , B_5 и D_5 и получают треугольник $A_5 B_5 D_5$ - натуральный вид треугольника ABD :

$$|\triangle ABD| = |\triangle A_5 B_5 D_5|.$$

На рис. 1.7 приведен итоговый чертеж задачи №2.

1.4. ЗАДАЧА №3 “Определение расстояния от точки до прямой”

Условие задачи №3: используя способ задания новой плоскости проекций, найти расстояние от данной точки до прямой α общего положения, проходящей через две указанные точки.

Для задачи №3 в каждом варианте указано от какой точки ищется расстояние и какими точками задается прямая α . Пусть, например, требуется найти расстояние от точки A до прямой α , проходящей через точки D и E . В этом случае условие задачи в знако-кодовой записи имеет вид:

$$\frac{A, \alpha(D, E)}{||A, \alpha||}.$$

Расстояние от точки до прямой определяется длиной отрезка перпендикуляра, опущенного из точки на прямую.

Цель задания новой ПП при решении задачи - преобразовать данную прямую в проецирующую с тем, чтобы найти искомое расстояние, используя свойства прямых частного положения.

Пример компоновки задачи №3 на формате приведен на рис. 1.2.

Решение задачи №3 рекомендуется выполнять в такой последовательности:

I. По координатам строят проекции указанных в условии точек A , D и E , после чего соединяют точки E_1, D_1 и E_2, D_2 , получая проекции прямой α (рис. 1.8). Построения по данному пункту аналогичны построениям пункта I задачи №1, показанным на рис. 1.3 и 1.4.

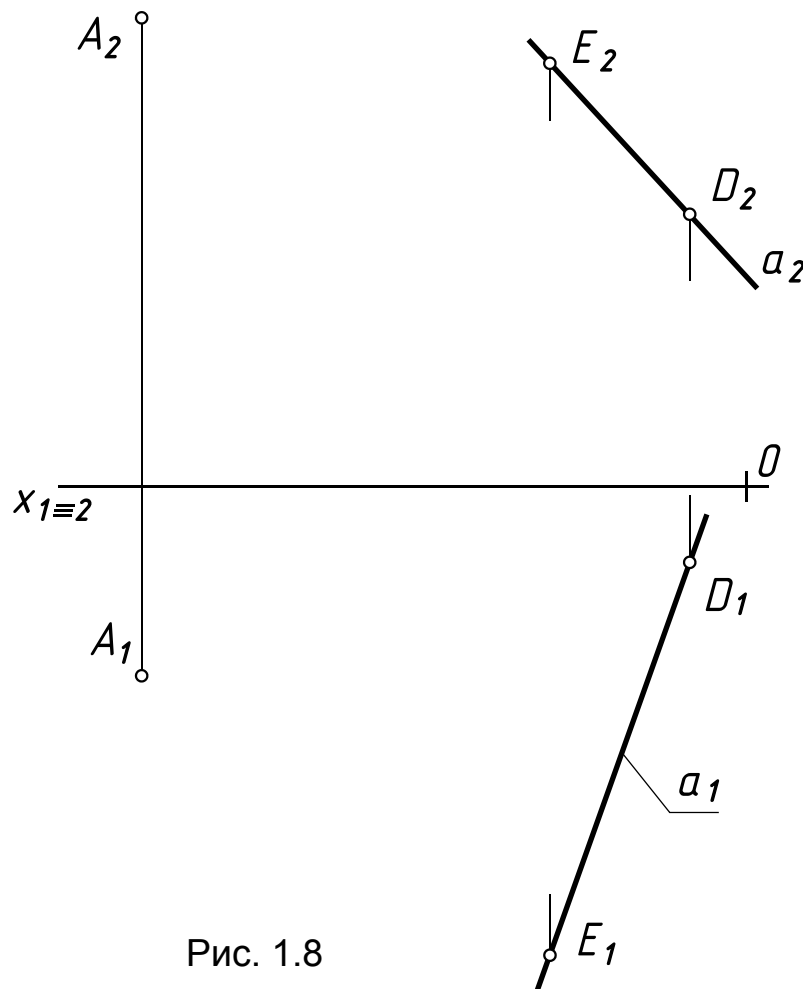


Рис. 1.8

II. Прямую a переводят в положение прямой уровня. Для этого задают новую ПП Π_4 параллельно a и перпендикулярно Π_1 или Π_2 (в примере $\Pi_4 \perp \Pi_1$) и выполняют такие построения (рис. 1.9):

1. Проводят новую ось проекций $x_{1 \equiv 4} \parallel a_1$.
2. Строят проекции A_4, D_4 и E_4 точек A, D и E , выполняя построения, аналогичные построениям проекций A_4, B_4 и D_4 в задаче №1 на рис. 1.5.
3. Соединяют точки D_4 и E_4 , получая проекцию a_4 прямой a .

III. Заданием новой ПП Π_5 перпендикулярно ПП Π_4 и прямой a прямую a переводят в проецирующее положение (рис. 1.10):

1. Проводят новую ось проекций $x_{4 \equiv 5} \perp a_4$.
2. Строят проекции A_5, D_5 и E_5 точек A, D и E , выполняя построения, аналогичные построениям проекций A_5, B_5 и D_5 в задаче №2 на рис. 1.7.

В результате прямая a проецируется в точку: $a_5 \equiv D_5 \equiv E_5$.

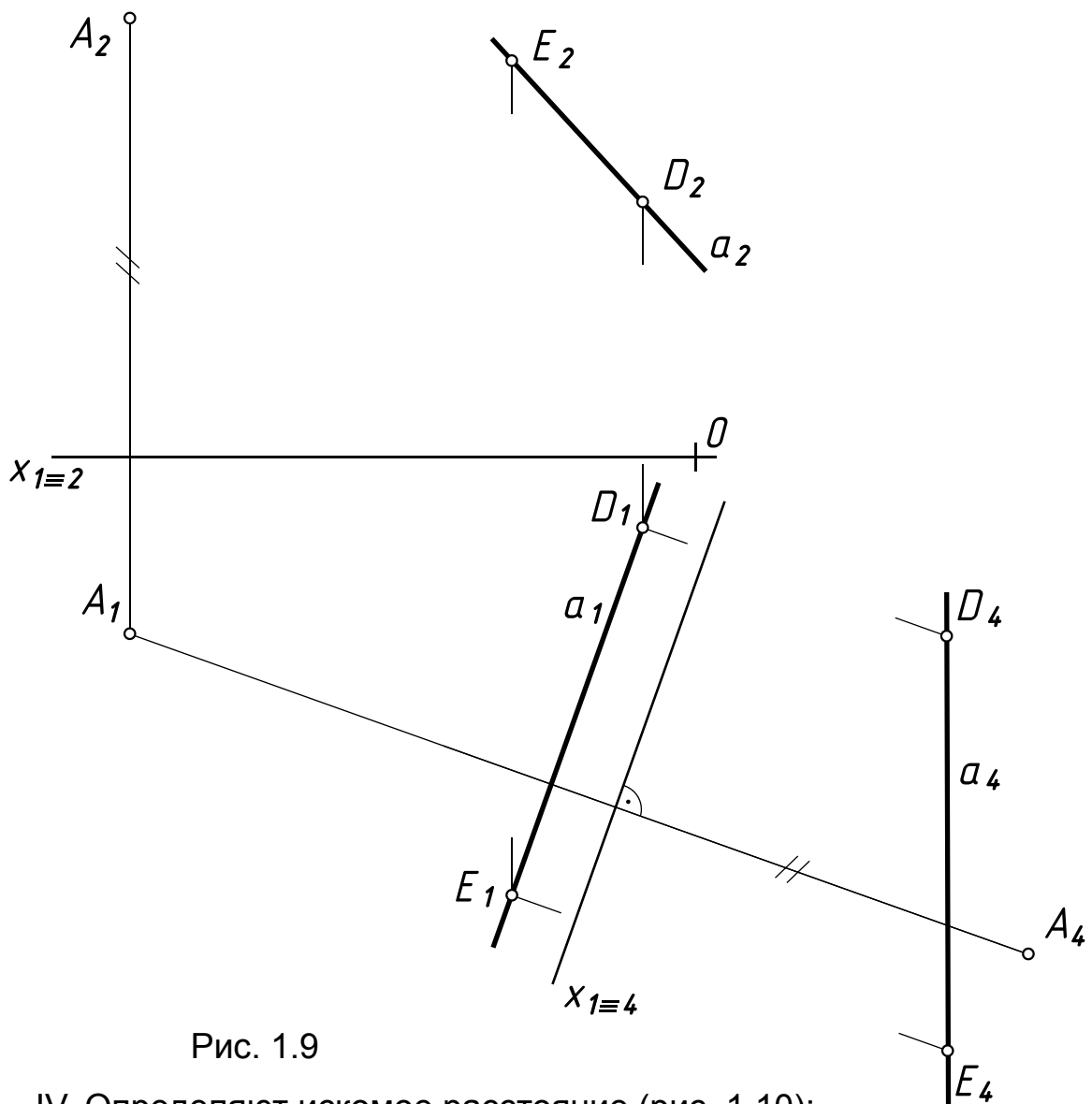


Рис. 1.9

IV. Определяют искомое расстояние (рис. 1.10):

1. Проводят проекции l_5 и l_4 прямой l , проходящей через точку A перпендикулярно прямой a : $l_5 \supset A_5, a_5$; $l_4 \supset A_4, l_4 \perp a_4$.
2. Находят проекции точки K пересечения прямых l и a :
 $K_5 \equiv D_5 \equiv E_5$; $K_4 = l_4 \cap a_4$; точки K_1 и K_2 находятся с
 линий связи соответственно на прямых a_1 и a_2 .
3. Соединяют точки A_1 с K_1 и A_2 с K_2 , получая проекции
 отрезка AK в полях проекций Π_1 и Π_2 .
4. Искомое расстояние - длина отрезка AK , проецирующегося в
 натуральную величину на ПП Π_5 :

$$|A, a| = |A, K| = |A_5, K_5|.$$

На рис. 1.10 приведен итоговый чертеж задачи №3.

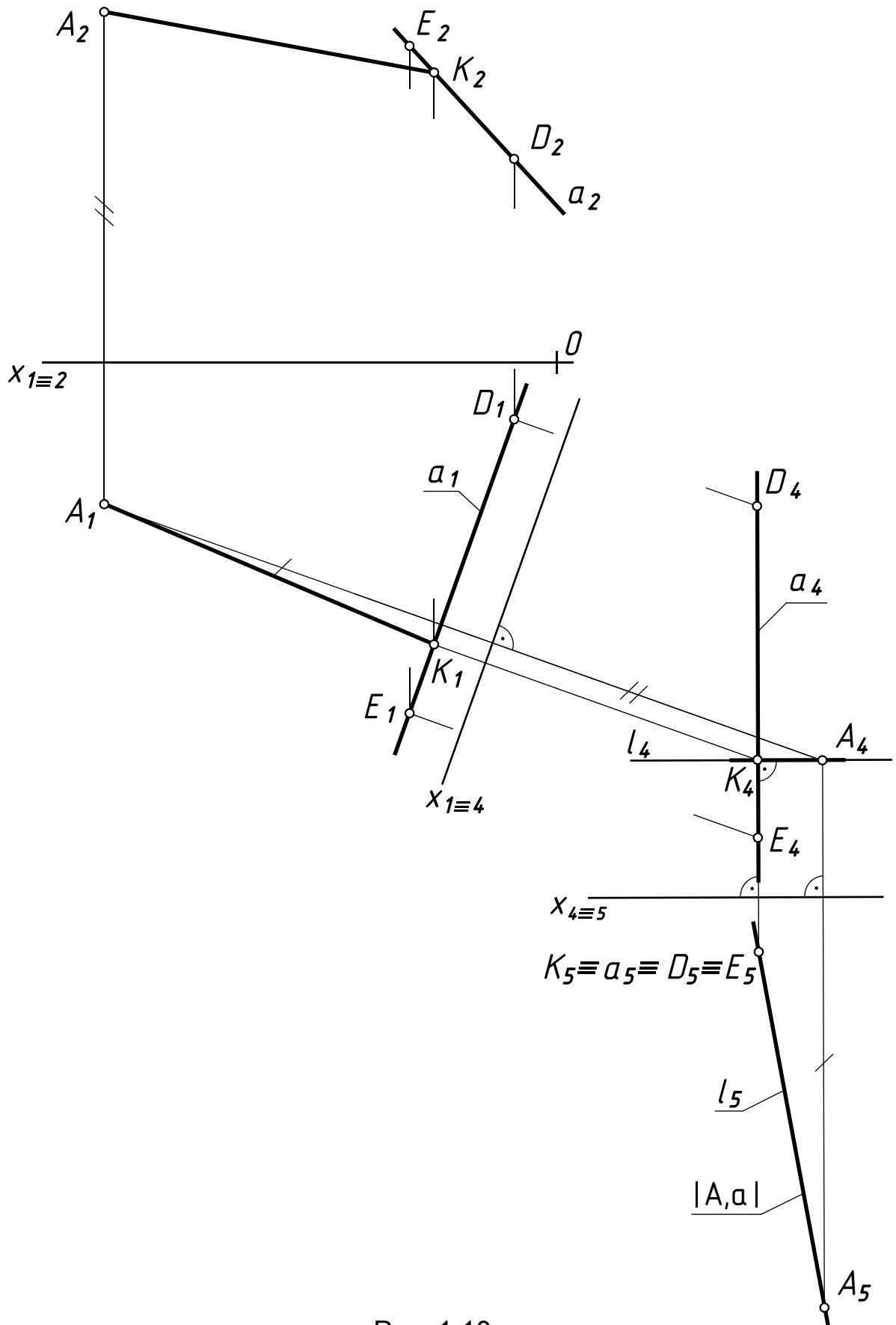


Рис. 1.10

1.5. ЗАДАЧА №4 “Определение расстояния между
скрещивающимися прямыми”

Условие задачи №4: используя способ задания новой плоскости проекций, найти расстояние между скрещивающимися прямыми a и b , проходящими через заданные пары точек.

Для задачи №4 в каждом варианте указано через какие пары точек из четырех заданных проходят скрещивающиеся прямые, одну из которых обозначают буквой a , а вторую буквой b . В рассматриваемом примере пусть прямая a проходит через точки A и E , а прямая b - через точки B и D : $a(A,E)$, $b(B,D)$. В этом случае условие задачи в знако-кодовой записи имеет вид:

$$\frac{a(A,E), b(B,D)}{\parallel a,b \parallel} .$$

Расстояние между скрещивающимися прямыми определяется длиной отрезка общего перпендикуляра, проведенного к обеим прямым.

Способ задания новой ПП при решении задачи применяют для преобразования одной из данных прямых в проецирующую с тем, чтобы затем найти искомое расстояние, используя свойства прямых частного положения.

Пример компоновки задачи №4 на формате приведен на рис. 1.2.

Решение задачи №4 рекомендуется выполнять в такой последовательности (рис. 1.11):

I. По координатам строят проекции точек A , B , D , E и соединяют проекции точки A с проекциями точки E , получая проекции прямой a , а проекции точки B с проекциями точки D , получая проекции прямой b .

II. Прямую a переводят в положение прямой уровня заданием новой ПП Π_4 (в примере $\Pi_4 \parallel a$ и $\Pi_4 \perp \Pi_2$). На этом этапе выполняются построения, подобные построениям этапа II при решении задачи №3:

1. Проводят новую ось проекций $x_{2 \equiv 4} \parallel a_2$.
2. Строят проекции A_4 , B_4 , D_4 и E_4 точек A , B , D и E .

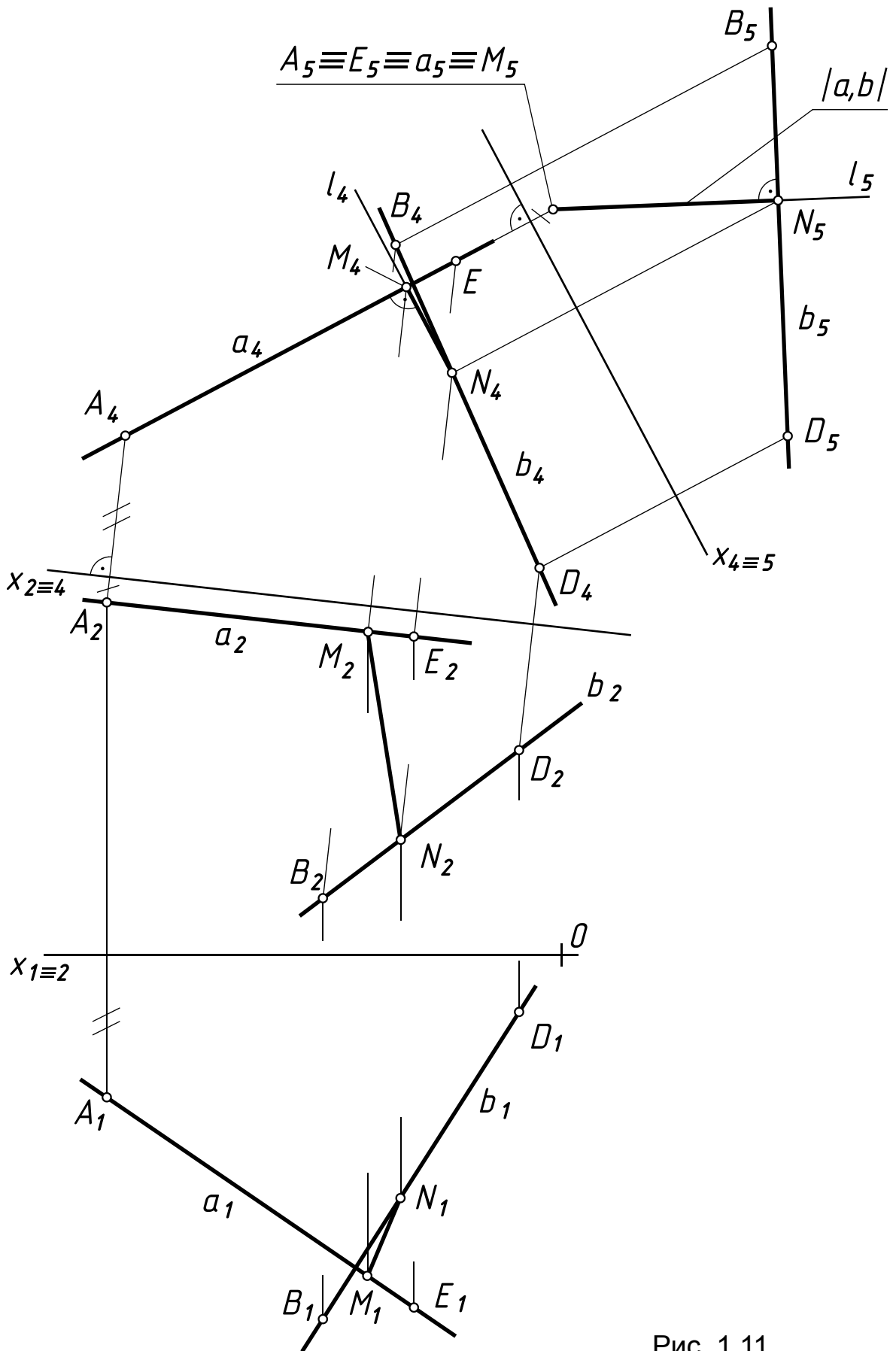


Рис. 1.11

3. Через точки A_4 и E_4 проводят прямую a_4 , а через точки B_4 и D_4 - прямую b_4 .

III. заданием новой ПП Π_5 перпендикулярно ПП Π_4 и прямой a последнюю переводят в проецирующее положение, выполняя при этом построения, подобные построениям этапа III при решении задачи №3:

1. Проводят новую ось проекций $x_{4\equiv 5} \perp a_4$.

2. Строят проекции A_5, B_5, D_5 и E_5 точек A, B, D и E .

3. Соединяют точки B_5 и D_5 , получая проекцию b_5 прямой b .

IV. Определяют искомое расстояние:

1. Через точку $a_5 \equiv A_5 \equiv E_5$ проводят прямую $l_5 \perp b_5$ (l - прямая, перпендикулярная прямой a и b).

2. Находят проекции точки N - точки пересечения прямых l и b :

- $N_5 = l_5 \cap b_5$;

- проекции N_4, N_2 и N_1 находятся соответственно на проекциях b_4, b_2 и b_1 прямой b с помощью последовательного проведения линий связи из проекций точки N .

3. Через точку N_4 проводят прямую $l_4 \perp a_4$.

4. Находят проекции точки M - точки пересечения прямых l и a :

- $M_5 \equiv a_5 \equiv A_5 \equiv E_5$;

- $M_4 = l_4 \cap a_4$;

- проекции M_2 и M_1 находятся соответственно на проекциях a_2 и a_1 прямой a с помощью линий связи.

5. Соединяя соответствующие проекции точек M и N , получают проекции отрезка MN , определяющего искомое расстояние.

6. Искомое расстояние - длина отрезка MN , проецирующегося в натуральную величину на ПП Π_5 :

$$|M,N| = |M_5,N_5| = |a,b|.$$

На рис. 1.1 приведен итоговый чертеж задачи №4.

Задача может быть решена подобным образом, если на II-м этапе переводить прямую a в положение прямой уровня заданием новой ПП Π_4 перпендикулярно Π_1 или если в проецирующее положение в результате задания новых ПП будет переведена прямая b . Следует только при каждом конкретном случае разумно задавать положение осей проекций, чтобы решение задачи помещалось на выделенной части формата.

2. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 “ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ”

2.1. Общие замечания и указания

РГР №2 имеет целью закрепить изучение одного из основных разделов курса начертательной геометрии “Главные позиционные задачи”, а именно решение задач на пересечение поверхностей.

РГР №2 состоит из задач №5 и №6, каждая из которых решается на вертикально расположенном формате А3. Обе задачи имеют абсолютно одинаковые условия и отличаются друг от друга тем, что в задаче №5 пересекаются кривая и гранная поверхности, а в задаче №6 - две кривые поверхности.

Условие задач №5 и №6: назвать заданные поверхности и построить линию к их пересечения, найдя её характерные точки; определить видимость построенной линии и взаимную видимость контурных линий пересекающихся поверхностей.

Характерная особенность обеих задач РГР №2 заключается в том, что одна из пересекающихся поверхностей является проецирующей, а вторая - непроецирующей.

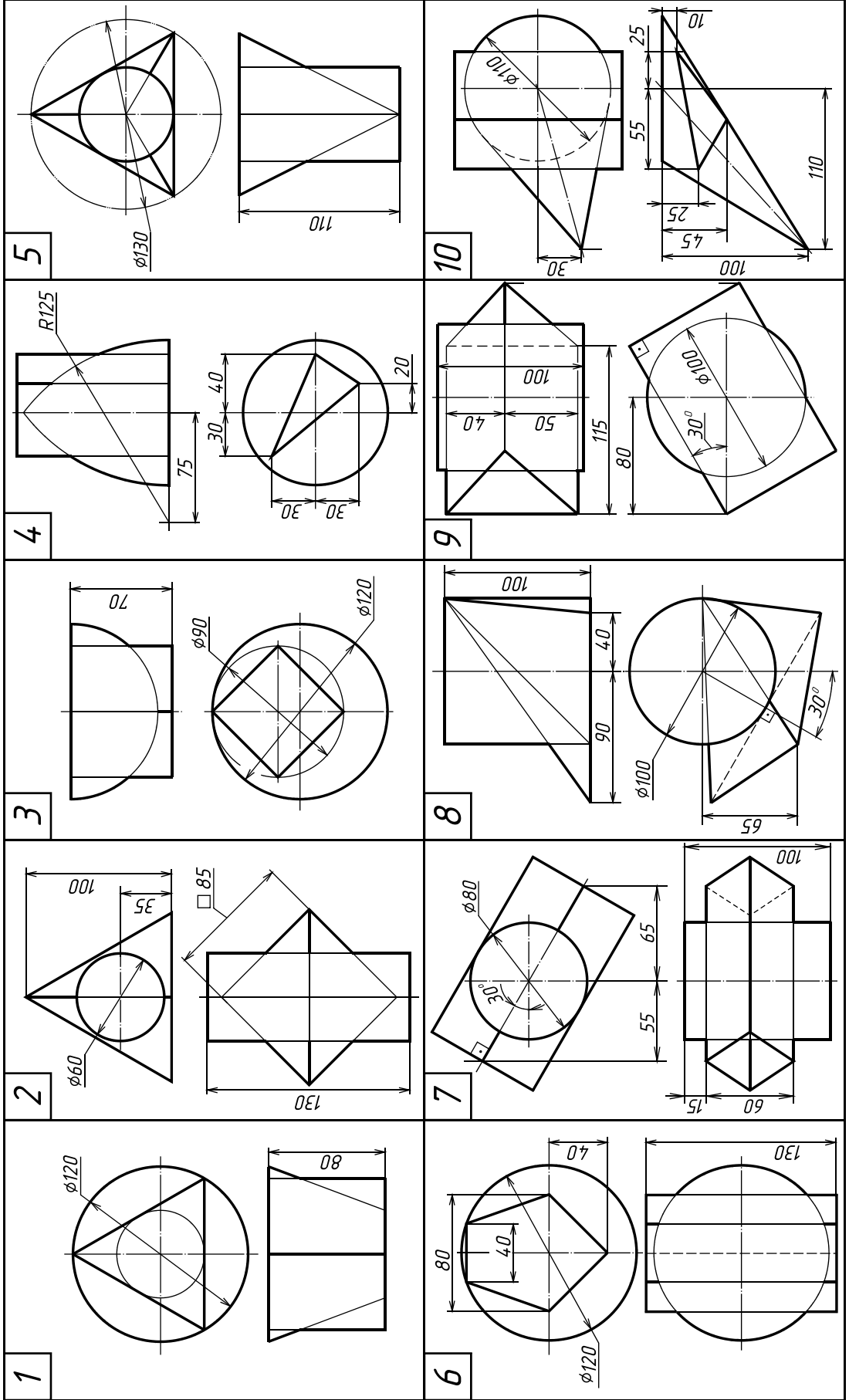
Исходными данными для решения РГР №2 являются чертежи пересекающихся поверхностей, приведенные на следующих страницах.

Выполнение задач РГР №2 подразумевает знание и понимание следующих теоретических положений курса начертательной геометрии:

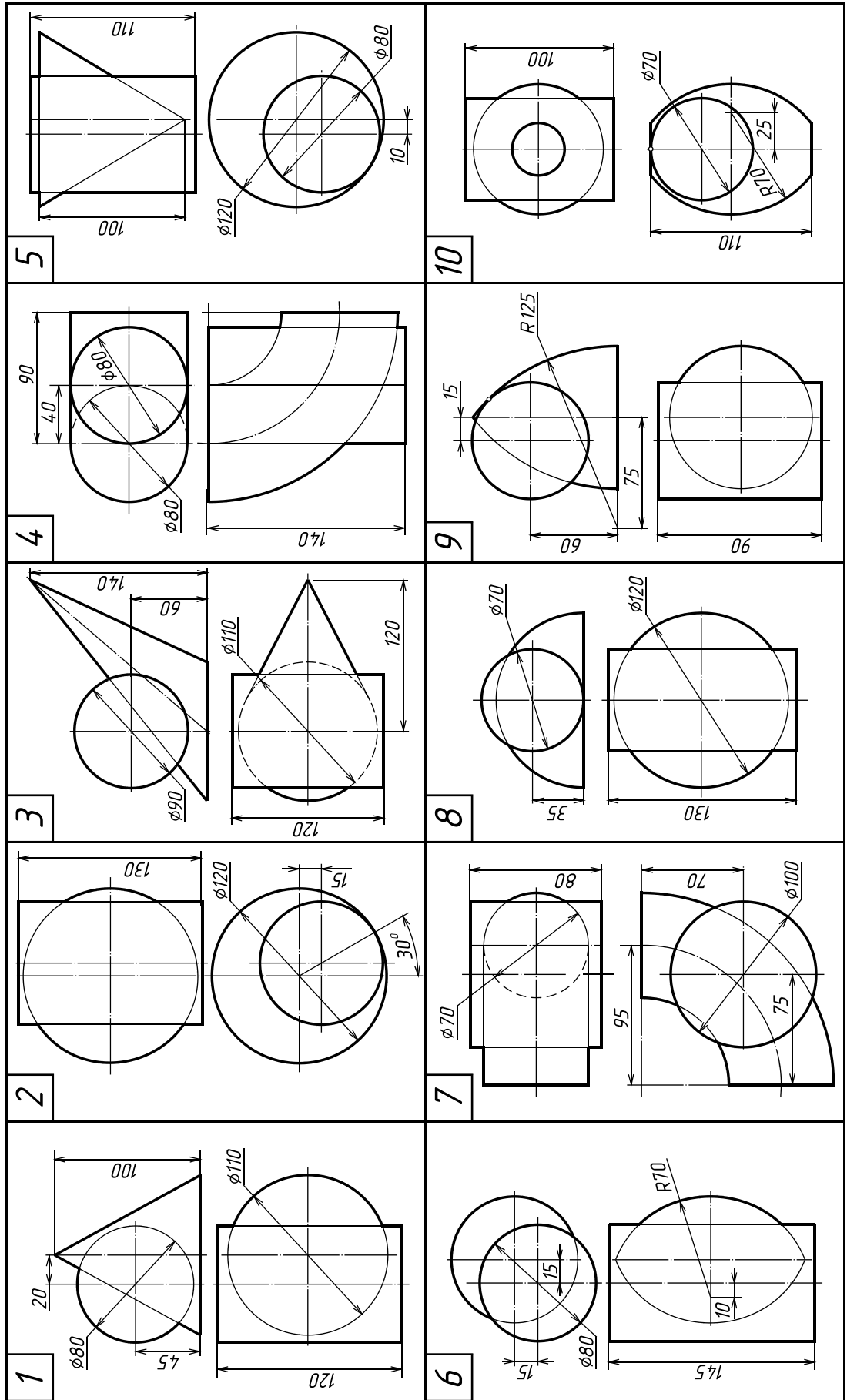
1. Образование поверхности.

Поверхность рассматривается как результат движения в пространстве линии, называемой образующей поверхности. Поверхности можно подразделить на поверхности линейчатые (плоскость, коническая, пирамидальная, цилиндрическая и призматическая поверхности), образующиеся перемещением (но не вращением) прямой линии, и вращения (цилиндрическая, коническая поверхности и торы, включая сферу), образующиеся при вращении какой-то линии вокруг неподвижной оси.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К РГР № “ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ”
(ЗАДАЧА № 5)



ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К РГР № "ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ"
(ЗАДАЧА № 6)



2. Задание поверхности на чертеже.

Студент должен знать и понимать, каким образом на чертеже задается та или иная поверхность, и уметь определять по чертежу заданную на нем поверхность.

3. Построение точки, принадлежащей поверхности.

Точки на поверхности строятся с помощью линий, принадлежащих этой поверхности: вначале на поверхности строится линия, а потом на ней берется точка. Точки на линейчатых поверхностях удобно строить с помощью образующих прямых, а на поверхностях вращения - с помощью окружностей.

4. Проецирующие поверхности.

Проецирующая поверхность проецируется на плоскость проекций, которой она перпендикулярна, в линию, называемую основной проекцией поверхности. Проецирующими могут быть плоскость, цилиндрическая и призматическая поверхности.

5. Алгоритм решения задачи на пересечение проецирующей и непроекцирующей поверхностей.

Приведенный ниже алгоритм основан на утверждении, что линия пересечения - общая линия, принадлежащая обоим пересекающимся поверхностям, и на собирательном свойстве основной проекции проецирующей поверхности:

- одна проекция линии пересечения задана на чертеже;
- она принадлежит основной проекции проецирующей поверхности и её надо только обозначить;
- вторая проекция линии пересечения строится по точкам из условия принадлежности её непроекцирующей поверхности.

6. Сечения цилиндрической и конической поверхностей и сферы плоскостью.

Студенты должны понимать, по какой линии плоскость может пересекать любую из указанных поверхностей.

7. Решение вопросов видимости линий пересечения поверхностей.

Задачи РГР №2 рекомендуется выполнять в такой последовательности:

1. В тонких линиях с соблюдением размеров вычерчивается исходный чертеж задачи.

2. Определяется вид заданных поверхностей, включая их названия и способы образования.

3. Определяется, какая из данных поверхностей является проецирующей (пусть это будет поверхность Ψ) и обозначается её основная проекция Ψ_1 , если Ψ проецирующая на Π_1 , или Ψ_2 , если она проецирующая на Π_2 .

4. Обозначается известная проекция линии k пересечения поверхностей, которая принадлежит основной проекции проецирующей поверхности Ψ : $k_1 \subset \Psi_1$, или $k_2 \subset \Psi_2$ (в ряде задач $k_1 \equiv \Psi_1$ или $k_2 \equiv \Psi_2$).

5. Делается попытка определить возможный характер линии k пересечения поверхностей.

Кривая и гранная поверхности пересекаются по линии, состоящей из частей, каждая из которых есть результат пересечения кривой поверхности с одной из граней (плоскостью). Эти части соединяются между собой в общих точках, расположенных на ребрах гранной поверхности.

Плоскость может пересекать кривую поверхность по линиям, названия, свойства и характер которых должны быть студенту известны.

6. Выполняются графические построения, позволяющие получить неизвестную проекцию линии пересечения.

Имея на чертеже одну проекцию линии пересечения, её вторую проекцию в общем случае строят, решая задачу на принадлежность точек линии пересечения непроецирующей поверхности.

Чтобы получить неизвестную проекцию какой-то одной точки линии пересечения k , на её известной проекции берется произвольная точка и строится её вторая проекция из условия принадлежности точки непроецирующей поверхности.

Для получения неизвестной проекции линии пересечения k подобным образом строят ряд неизвестных проекций её точек. Число проекций точек, которые следует построить, должно быть достаточным для того, чтобы по ним можно было однозначно определить и вычертить неизвестную проекцию линии пересечения.

Точки линии пересечения подразделяются на характерные, которые по возможности строятся обязательно, и промежуточные или произвольные.

Характерными называют точки кривой линии, которые выделяются особым расположением на ней по отношению к плоскостям проекций или занимают особые места на кривой.

7. Построенные проекции точек соединяют линией, получая неизвестную проекцию линии пересечения.

8. Определяется видимость линии пересечения и взаимная видимость контурных линий пересекающихся поверхностей. После этого линии видимого контура проводят сплошной основной линией, линии невидимого контура - штриховой линией, линии контура поверхностей, оказавшиеся внутри другой поверхности, - сплошной тонкой линией.

При решении вопросов видимости в задачах на пересечение необходимо учитывать следующее:

- поверхность рассматривается как тончайшая непрозрачная оболочка;
- пересекающиеся поверхности образуют единую фигуру, и контурные линии одной поверхности в другую поверхность не проникают и существуют лишь теоретически;
- видимость точек поверхности относительно плоскости проекций меняется в точках, принадлежащих крайним контурным (относительно этой плоскости проекций) линиям поверхности;
- относительно плоскости проекций видны те части линии пересечения, которые одновременно видны с точки зрения обеих пересекающихся поверхностей.

В следующем разделе в качестве примеров практического применения сформулированных рекомендаций рассматривается решение задач, аналогичных задачам, выполняемым студентами в РГР №2.

2.2. Примеры решения задач в РГР №2

Напомним, что в приводимых примерах решение задач для лучшего их восприятия и возможности дать подробные пояснения осуществляется на нескольких чертежах, в то время как студент все построения выполняет на одном чертеже.

ПРИМЕР №1

Пояснения к решению примера имеют такую же нумерацию, что и соответствующие рекомендации по выполнению задач РГР №2, приведенные в разделе 2.1.

1. На рис. 2.1 дан исходный чертеж пересекающихся поверхностей.

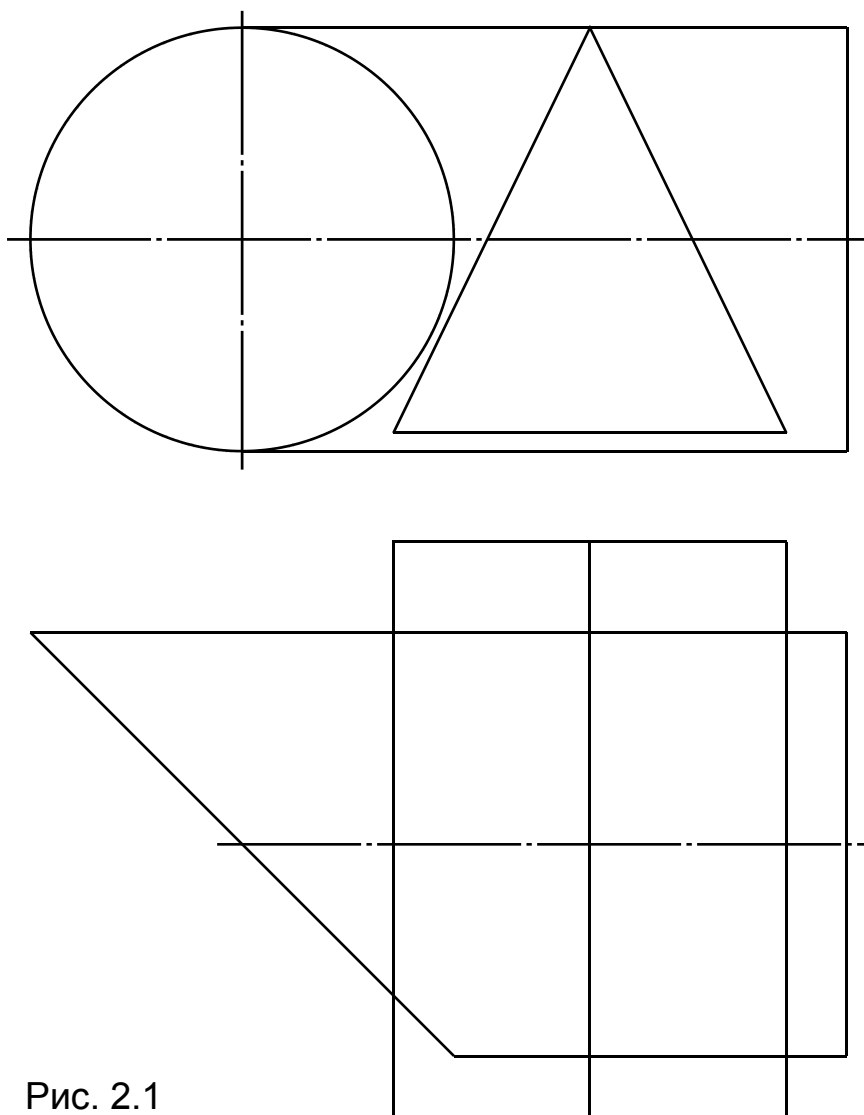


Рис. 2.1

2. Пересекаются две линейчатые поверхности - цилиндрическая и призматическая.

Цилиндрическая поверхность образуется перемещением прямой l , пересекающей кривую e и параллельной при этом самой себе (рис. 2.2). Контурными линиями этой поверхности относительно Π_1 являются линии e , l , l^1 , q , а относительно Π_2 - линии e , l^2 , l^3 , q (рис. 2.2).

Призматическая поверхность образуется перемещением прямой t , пересекающей $\triangle ABD$ и параллельной при этом самой себе. Контурными линиями этой поверхности относительно Π_1 являются $\triangle ABD$, аналогичный ему треугольник, не обозначенный на рис. 2.2, ребра t , a , b , а относительно Π_2 - $\triangle ABD$.

3. Проецирующей поверхностью Ψ является призматическая поверхность, все образующие которой, включая ребра t , a , b , проецируются на Π_2 в точки. Поэтому сама поверхность проецируется на Π_2 в треугольник Ψ_2 - основную проекцию поверхности (рис. 2.2).

4. Т.к. на Π_2 все точки и линии призматической поверхности проецируются в треугольник Ψ_2 , то одна проекция линии пересечения k известна: $k_2 \equiv \Psi_2$ (рис. 2.2).

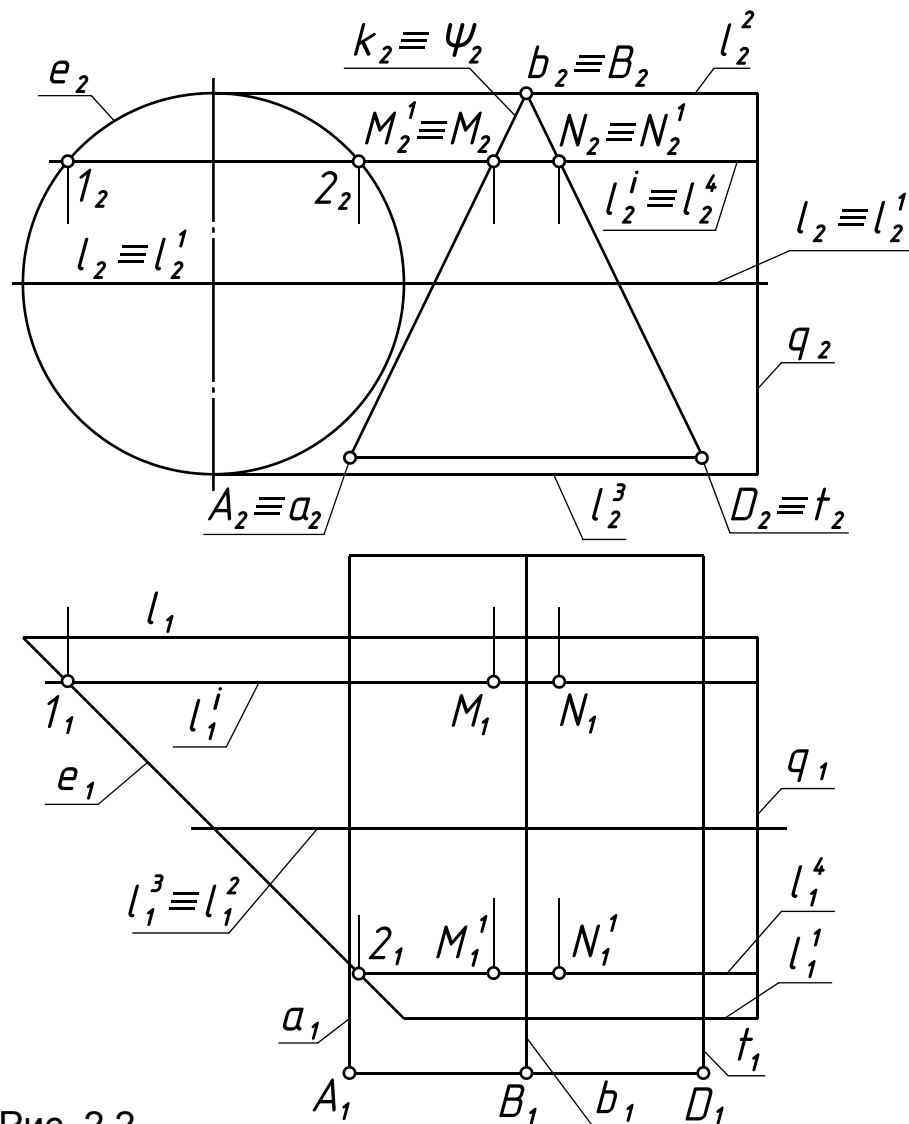


Рис. 2.2

5. Линия пересечения поверхностей по количеству граней призматической поверхности, пересекающих цилиндрическую поверхность, состоит из трех частей. Грань, определяемая ребрами a и t и параллельная образующей l цилиндрической поверхности, пересекает последнюю по отрезкам прямых, а две другие грани, определяемые соответственно ребрами a, b и b, t , - по дугам эллипсов.

6. Неизвестная проекция линии пересечения строится исходя из принадлежности её цилиндрической поверхности с помощью образующих прямых этой поверхности.

Построения неизвестной проекции произвольной точки M линии пересечения выполняются в таком порядке (рис. 2.2).

- на k_2 берется произвольная точка M_2 ;
- через неё параллельно l проводится l_2^i прямая l_2^i - проекция образующей l^i , на которой находится точка M ;
- обозначается точка 1_2 - точка пересечения l_2^i и e_2 ;
- с помощью линии связи на e_1 находят точку 1_1 ;
- через точку 1_1 параллельно l_1 проводят прямую l_1^i ;
- неизвестная проекция M_1 точки M ищется на l_1^i с помощью линии связи, проведенной на l_1^i из точки M_2 .

Заметим, что одной проекцией M_2 на цилиндрической поверхности в общем случае задается две точки - собственно точка M и точка M^1 , у которой $M_2^1 \equiv M_2$. Точка M при этом принадлежит образующей l^i цилиндрической поверхности, пересекающей линию e в точке 1 , а точка M^1 - образующей l^4 , пересекающей линию e в точке 2 ($l_2^i \equiv l_2^4$). Кроме того на образующей l^i расположена точка N , а на образующей l^4 точка N^1 , также принадлежащие линии пересечения (дуге второго эллипса).

Дальнейшие построения приведены на рис. 2.3, на котором убраны обозначения точек $A, B, D, 2, M^1, N, N^1$ (проекции точек M^1, N, N^1 оставлены) и образующей l^4 .

Характерными точками линии k являются (рис. 2.3):

- точка H , одновременно расположенная на ребре b призматической поверхности и образующей l^2 цилиндрической поверхности ($H_2 \equiv b_2$, а H_1 лежит на l^1);

- точки E, C, F, Q , расположенные на контурных образующих l и l^1 цилиндрической поверхности (берут $E_2 \equiv F_2$ и $C_2 \equiv Q_2$ и на l_1 находят E_1 и C_1 , а на l_1^1 - F_1 и Q_1);

- точки L, G и P, T , расположенные на ребрах a и t соответственно призматической поверхности ($L_2 \equiv G_2 \equiv a_2$ и $P_2 \equiv T_2 \equiv t_2$, а их горизонтальные проекции ищутся с помощью образующих цилиндрической поверхности, как это делалось для точки M).

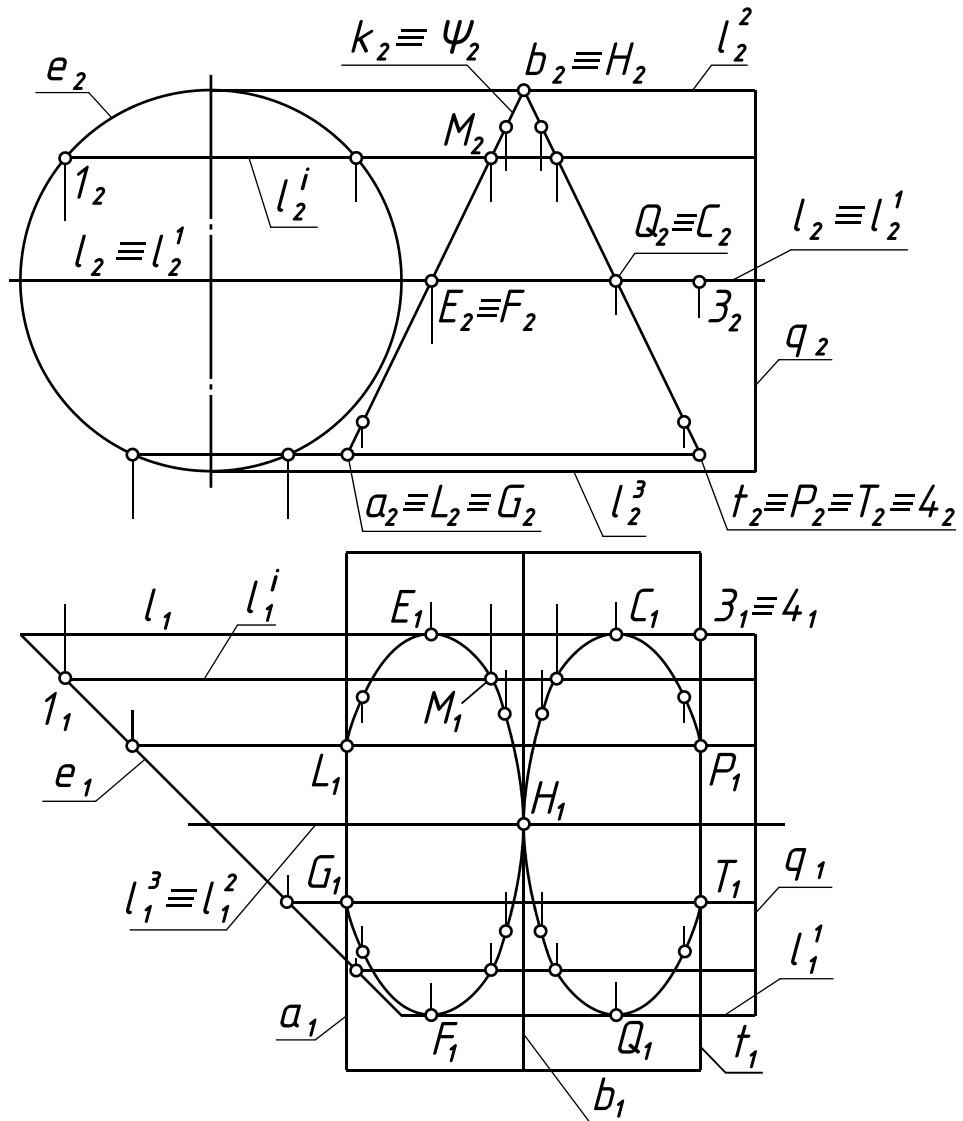


Рис. 2.3

Для большей точности следует построить несколько промежуточных точек, которые выделены на чертеже (рис. 2.3), но не обозначены. Построение этих точек полностью аналогично построению точки М и поэтому на чертеже не показано.

7. Тонкими линиями соединяются соответствующие проекции точек.

Через точки L, P и G, T проходят отрезки образующих, по которым грань, определяемая ребрами a и t, пересекает цилиндрическую поверхность.

Через точки L, E, M, H, F, G и соответствующие промежуточные точки проходит дуга одного эллипса, а через точки P, C, H, Q, T и соответствующие промежуточные точки - дуга второго эллипса.

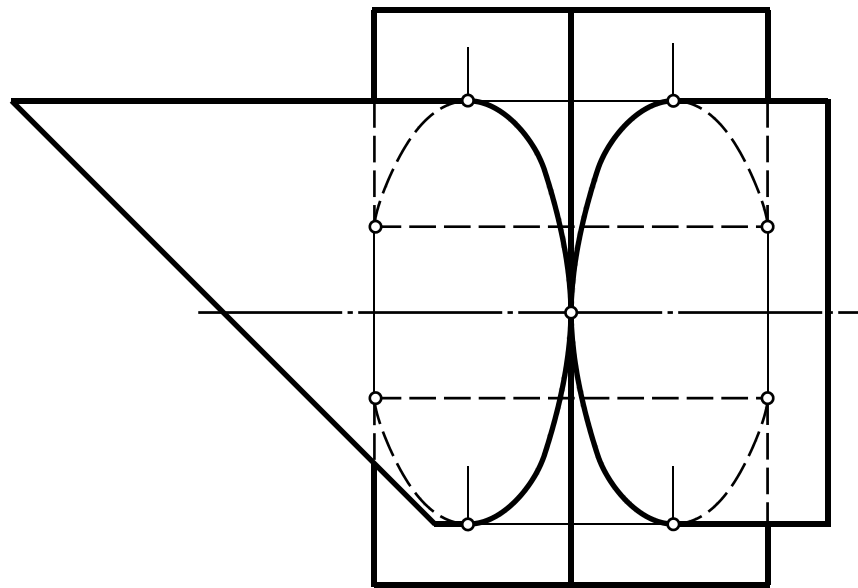
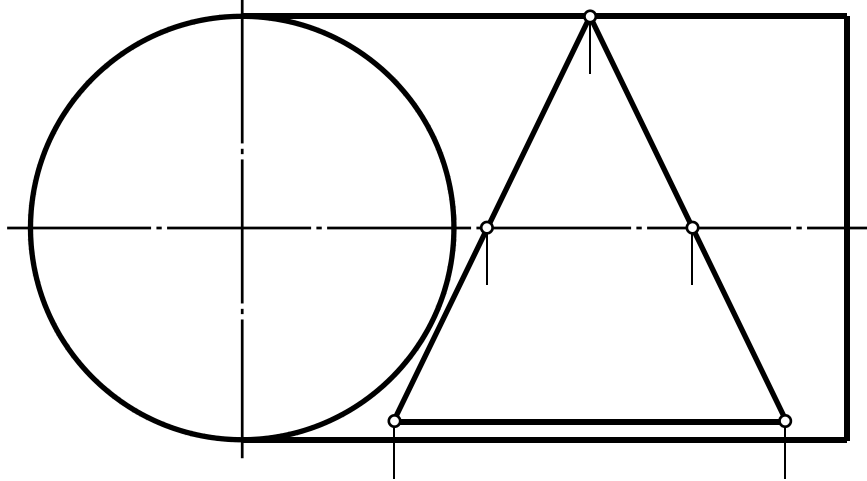
8. Определяется видимости линии пересечения и контурных линий пересекающихся поверхностей.

Относительно Π_1 (рис. 2.3) у призматической поверхности видны все точки, лежащие в двух верхних гранях, определяемых ребрами a, b и t, p, и не видны все точки, лежащие в грани, определяемой ребрами a, t (видимость меняется в точках, лежащих на этих ребрах). Поэтому с точки зрения призматической поверхности полностью видны обе дуги эллипса и не видны отрезки образующих.

Относительно Π_1 у цилиндрической поверхности видны все точки, лежащие в её верхней части (выше образующих l^2 и l^3 , являющихся в рассматриваемом случае границами видимости). Поэтому с точки зрения цилиндрической поверхности видны дуги эллипсов, проходящие через точку H и расположенные выше точек E, F и C, Q, а все остальные участки линии пересечения не видны. Такой же будет и итоговая видимость линий пересечения относительно плоскости Π_1 (рис. 2.4), т.к. только указанные дуги эллипсов одновременно видны с точки зрения обеих пересекающихся поверхностей относительно этой ПП.

Вопрос видимости линии пересечения относительно плоскости Π_2 не рассматривается, т.к. относительно Π_2 видимым является треугольник ABD призматической поверхности (рис. 2.2), с которым конкурирует линия пересечения k.

40.02.035.000



				40.02.035.000			
				<i>Пересечение поверхностей</i>			
						1:1	
				<i>Лист 1</i>		<i>Листов 2</i>	
				МАДИ(ГТУ)			
				<i>гр. 3А</i>			

*Чертил Иванов
Провер Петров*

Рис. 2.4

Взаимная видимость контурных линий пересекающихся поверхностей в общем случае определяется методом конкурирующих точек.

Пусть требуется определить взаимную видимость линий l и t относительно плоскости Π_1 . На них берется пара конкурирующих точек 3 и 4 , у которых $3_1 \equiv 4_1 = l_1 \cap t_1$. Т.к. точка 3 , принадлежащая l , выше точки 4 , принадлежащей t (см. на проекции 3_2 и 4_2 этих точек на рис. 2.3), то видимой относительно Π_1 является образующая l (см. рис. 2.4).

Аналогично решается вопрос взаимной видимости линий l^1 и t , а и e , а и l , l и b , b и l^1 (рис. 2.4).

Еще раз обратим внимание на уже отмечавшееся условие: контурные линии поверхности после пересечения со второй поверхностью в эту поверхность не проникают и внутри нее реально не существуют. Поэтому на рис. 2.4 контурные линии поверхности, оказавшиеся внутри второй поверхности, показаны тонкой линией как теоретически существующие для облегчения чтения чертежа.

Итоговый чертеж выполнения примера задачи № 5 приведен на рис. 2.4, на котором все промежуточные построения и обозначения убраны, но выделены характерные точки линии пересечения.

ПРИМЕР №2

1. На рис. 2.5 дан исходный чертеж пересекающихся поверхностей.
2. Пересекаются закрытый тор и цилиндрическая поверхность вращения.

Закрытый тор образован в результате вращения вокруг оси j дуги окружности m (рис. 2.6). Контурными линиями тора относительно Π_2 являются дуги m и m^1 и окружность q , а относительно Π_1 - окружность q .

Цилиндрическая поверхность вращения образована вращением прямой l вокруг оси j^1 (рис. 2.6).

3. Проецирующей поверхностью Ψ является цилиндрическая поверхность, ось вращения j^1 которой и все её образующие l^i перпендикулярны ПП Π_1 и проецируются на нее в точки. Поэтому сама поверхность проецируется на Π_1 в окружность Ψ_1 - основную проекцию поверхности (рис. 2.6).

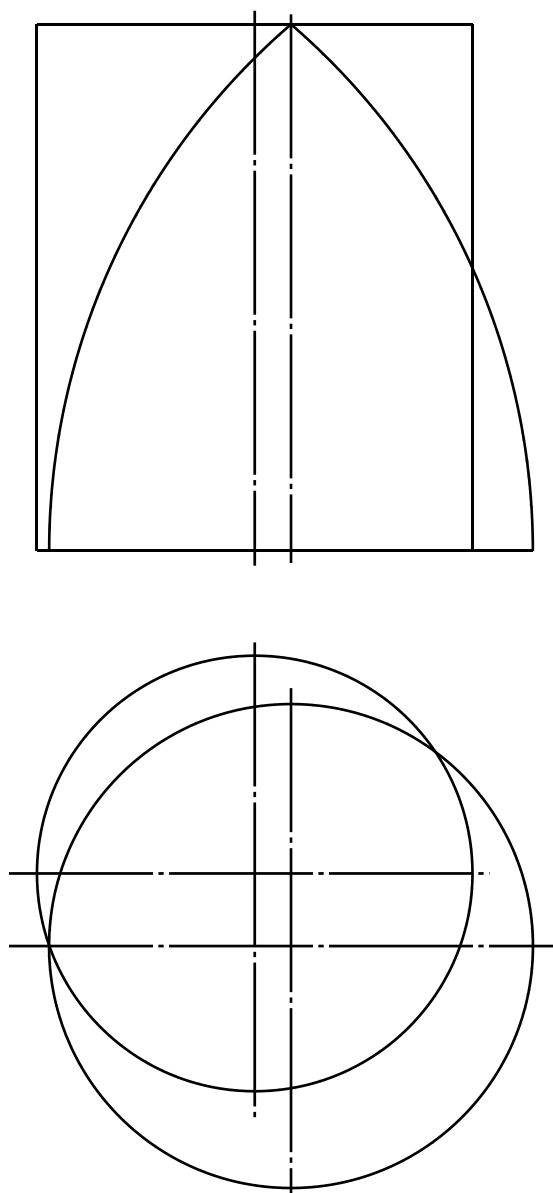


Рис. 2.5

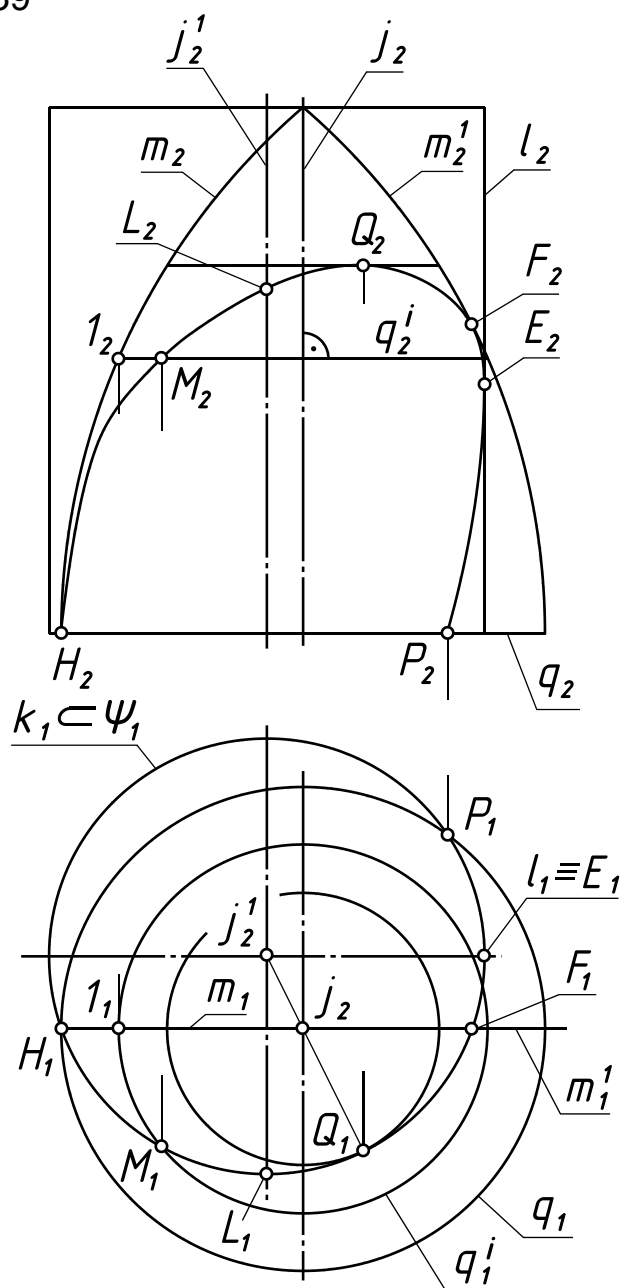


Рис. 2.6

4. Т.к. на Π_1 все точки и линии цилиндрической поверхности проецируются в окружность Ψ_1 , то одна проекция линии пересечения k известна: $k_1 \subset \Psi_1$ (рис. 2.6). При этом k_1 совпадает только с той частью основной проекции Ψ_1 , которая находится внутри очерка тора на Π_1 .

5. Линией пересечения двух кривых поверхностей в общем случае является кривая линия. Т.к. пересекающиеся поверхности - поверхности второго порядка, то линией их пересечения будет пространственная кривая четвертого порядка.

6. Неизвестная проекция k_2 линии пересечения k строится исходя из принадлежности линии k закрытому тору. Точки на поверхности вращения обычно строят с помощью окружностей, называемых параллелями, плоскости которых перпендикулярны оси вращения. Поэтому эти окружности на одну ПП будут проецироваться в окружности, а на другую - в отрезки.

Построение неизвестной проекции произвольной точки M линии пересечения k выполняется в таком порядке:

- на известной проекции k_1 берется произвольная точка M_1 ;
- через нее из центра j_1 проводится окружность q_1^i - горизонтальная проекция окружности q^i , принадлежащей поверхности тора;
- определяется точка 1_1 - горизонтальная проекция точки 1 , принадлежащей образующей дуге m и вращающейся с этой дугой по окружности q^i ;
- с помощью линии связи на m_2 определяется точка 1_2 ;
- через точку 1_2 перпендикулярно оси j_2 проводят отрезок q_2^i - вторую проекцию окружности q^i ;

Подобным образом можно построить любое число неизвестных проекций точек линии пересечения k , а затем провести через них её неизвестную проекцию k_2 .

В обязательном порядке следует построить характерные точки кривой k (рис. 2.6):

- точку H , принадлежащую одновременно контурным линиям m и q тора;
- точку P , расположенную на контурной линии q тора;
- точку E , расположенную на контурной линии l цилиндрической поверхности (E_2 строится подобно построению M_2);
- точку F , расположенную на контурной линии m^1 ($F_1 \subset m_1^1$, $F_2 \subset m_2^1$);
- точку Q - самую верхнюю точку кривой k (Q_2 строится подобно построению M_2).

Для большей точности аналогично точке M строятся еще несколько промежуточных (произвольных) точек кривой типа точки L (кроме точки L другие точки на рис. 2.6 не показаны). Обратим при этом

внимание на то, что в общем случае с помощью окружностей q^i одновременно можно строить по две точки линии k .

7. Тонкой линией с помощью лекала соединяют точки H_2, M_2, L_2, Q_2 , и т.д., получая вторую проекцию k_2 линии пересечения k .

8. Рассматривать вопрос видимости линии пересечения k относительно плоскости Π_1 смысла не имеет.

При определении видимости линии k относительно плоскости Π_2 рекомендуется провести такие рассуждения (см. на рис. 2.6):

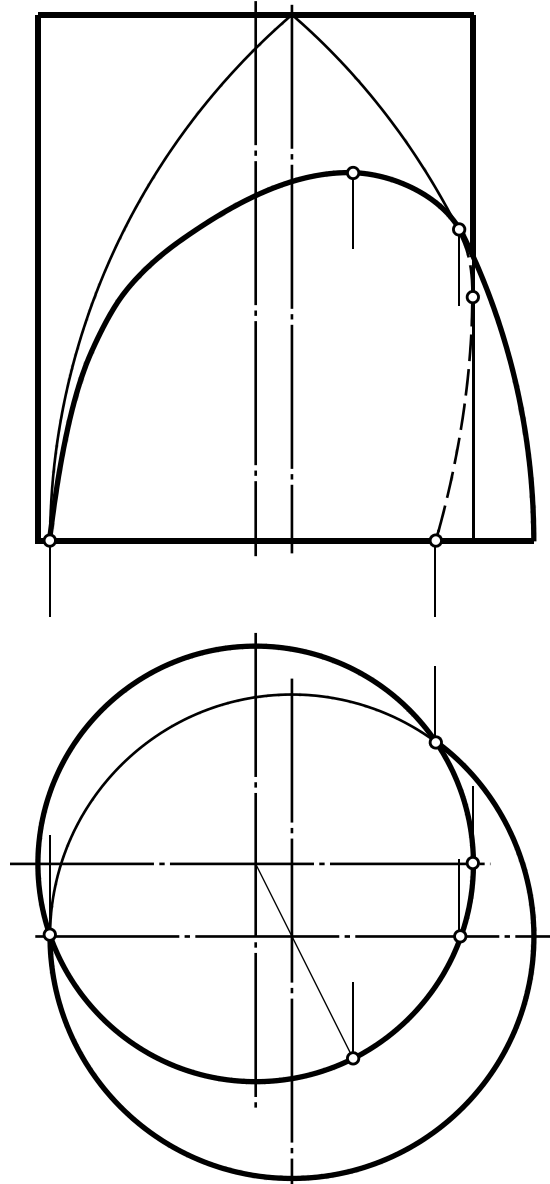
- относительно Π_2 с точки зрения тора видна дуга линии k , лежащая в его передней части и расположенная между точками H и F ;
- относительно Π_2 с точки зрения цилиндрической поверхности видна дуга линии k , лежащая в её передней части и расположенная между точками H и E ;
- таким образом относительно Π_2 видна часть линии k от точки H до точки F .

Результат определения видимости линии k отражен на рис. 2.7.

Взаимная видимость контурных линий поверхностей определялась по аналогии с ПРИМЕРОМ №1 с использованием метода конкурирующих точек и рекомендации о непроникновении контурных линий одной поверхностью внутрь другой (рис. 2.7).

В окончательном виде без промежуточных и поясняющих обозначений, но с выделенными характерными точками линии пересечения, задача приведена на рис. 2.7.

40.02.035.000



				<i>40.02.035.000</i>		
				<i>Пересечение поверхностей</i>		<i>1:1</i>
				<i>Лист 2 Листов 2</i>		
				<i>МАДИ(ГТУ) гр. 3А</i>		
<i>Чертил</i>	<i>Иванов</i>					
<i>Провер.</i>	<i>Петров</i>					

Рис. 2.7

3. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 “ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА С ВЫРЕЗАМИ”

3.1. Общие замечания и рекомендации

В РГР №3 строятся изображения простейших геометрических тел со сквозными вырезами или (и) срезами. Эта РГР, являясь логическим продолжением РГР №2, служит связующим звеном между курсами начертательной геометрии и черчения.

РГР №3 состоит из трех задач: в задаче №7 строят изображения цилиндра вращения, в задаче №8 - конуса вращения, в задаче №9 - шара.

Задача №7 выполняется на формате А4, а задачи №8 и №9 - на одном горизонтально расположенном формате А3. Примеры компоновки выполненных задач на форматах и их оформление приведены соответственно на рис. 3.3 и рис. 3.10.

Геометрическое тело - часть пространства, ограниченного поверхностями. Сквозные вырезы и срезы в телах задач РГР № 3 выполнены фронтально проецирующими плоскостями. Решение каждой из задач №7, №8 и №9 сводится к построению линий пересечения этих плоскостей с поверхностями цилиндра, конуса и шара соответственно. Поэтому при выполнении задач РГР №3 можно руководствоваться рекомендациями, приведенными для решения задач РГР №2, учитывая особенности, связанные с определением видимости линий пересечения и необходимостью строить линии пересечения секущих плоскостей между собой.

Отличительной особенностью задач РГР №3 является то, что изображения геометрических тел требуется строить на три плоскости проекций - фронтальную Π_2 (вид спереди), горизонтальную Π_1 (вид сверху) и профильную Π_3 (вид слева).

3.2. ЗАДАЧА №7 “Построение изображений цилиндра вращения”

Условие задачи №7: построить изображения цилиндра вращения со сквозным вырезом или (и) срезом, выполненными фронтально проецирующими секущими плоскостями на фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости проекций.

Варианты заданий к РГР №3 “Геометрические тела с вырезами”
(задача №7 “Цилиндр вращения”)

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

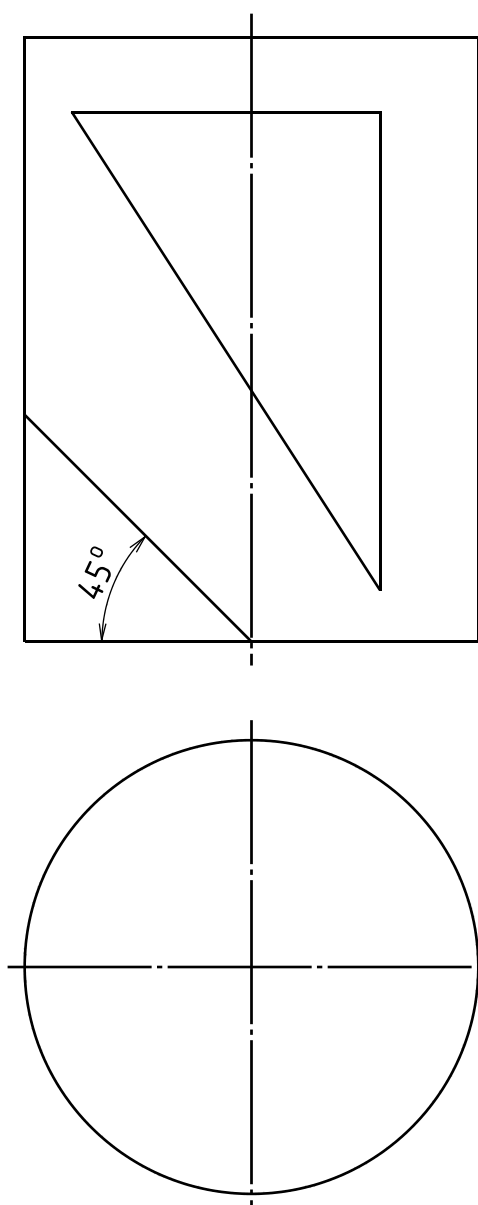


Рис. 3.1

Цилиндр вращения в задаче ограничен боковой цилиндрической поверхностью вращения и горизонтальными плоскостями двух оснований.

Варианты заданий для задачи №7 приведены на предыдущей странице.

Эту задачу рекомендуется выполнять, используя следующие построения и рассуждения:

1. В левой части формата А4 по размерам в тонких линиях вычерчивают исходный чертеж, содержащий расположенные в проекционной связи виды цилиндра спереди (прямоугольник) и сверху (окружность), а также образующие сквозной вырез и срез фронтально проецирующие плоскости (рис. 3.1).

Размеры на чертеже не проставляются (размер 45° на рис. 3.1 приведен для ссылки на него при дальнейших объяснениях).

2. В тонких линиях в проекционной связи с видом цилиндра спереди строят его вид слева (прямоугольник), задавая положение проекции оси цилиндра на Π_3

из условия рациональной компоновки видов на формате (рис. 3.2).

Проекция контурных относительно Π_2 образующих l^1 и l^2 на Π_3 совпадают с проекцией оси цилиндра. Аналогично на Π_2 с проекцией оси цилиндра совпадают проекции контурных относительно Π_3 образующих l^3 и l^4 .

3. Цилиндрическая поверхность проецирующая на Π_1 : все её точки на Π_1 проецируются в основную проекцию окружность Ψ_1 .

4. Особенностью задачи №7 является то, что в ней пересекаются проецирующие поверхности - цилиндрическая на Π_1 и плоскости на Π_2 . В силу этого в задаче известны две проекции линий пересечения

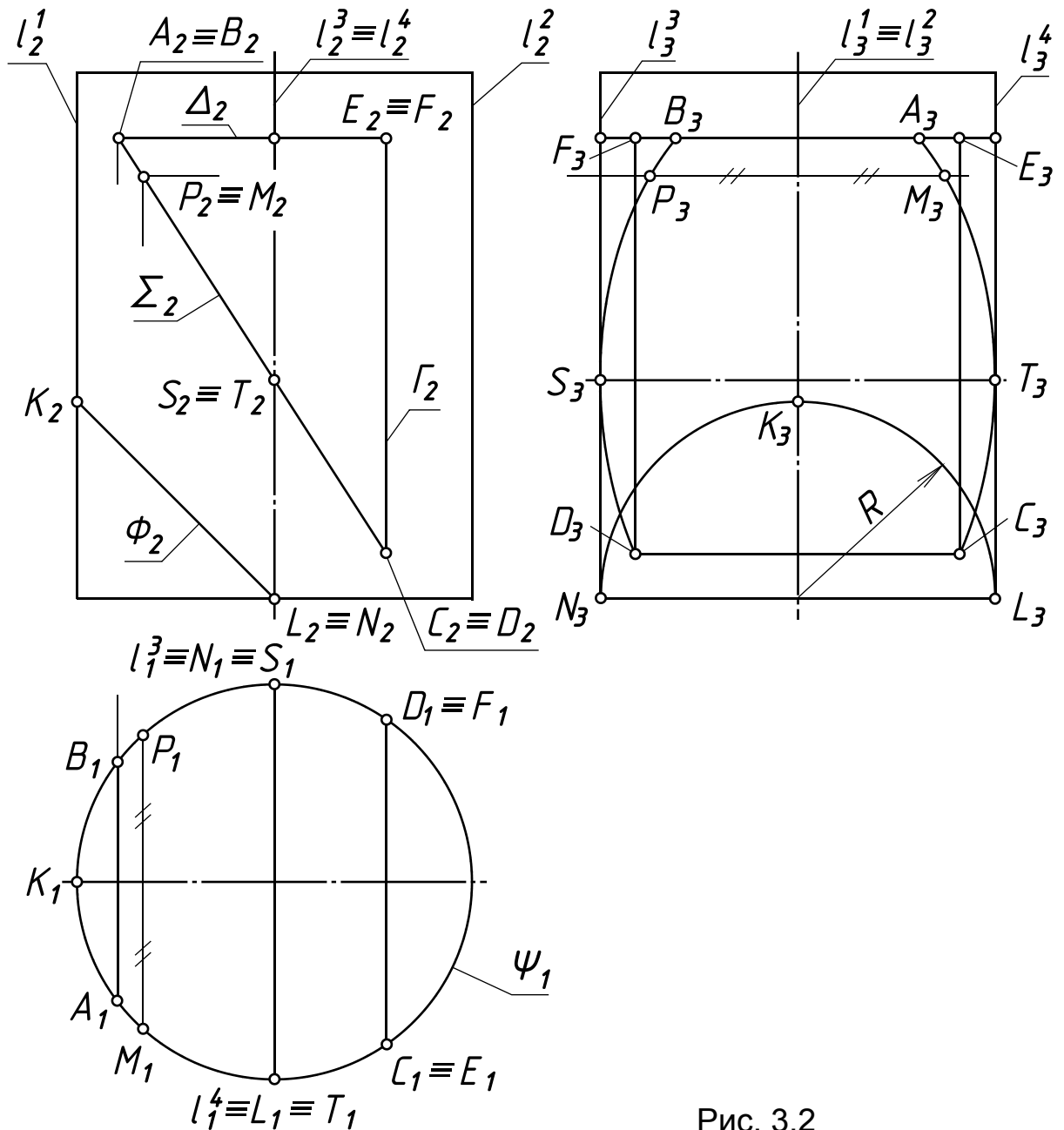


Рис. 3.2

цилиндрической поверхности с каждой плоскостью: на Π_1 эти линии проецируются в окружность ψ_1 , а на Π_2 - в отрезки, соответствующие основным проекциям секущих плоскостей. Фактически решение задачи сводится к построению профильных проекций линий пересечения цилиндрической поверхности с плоскостями по их горизонтальным и фронтальным проекциям и секущих плоскостей между собой и с плоскостью основания.

5. Для анализа характера линий пересечения обозначим секущие плоскости (рис. 3.2).

Плоскость Σ пересекает цилиндрическую поверхность по дугам эллипса AC и BD , которые на Π_2 проецируются в отрезки, на Π_1 - в дуги окружности, а на Π_3 - в дуги эллипса, которые следует построить.

Плоскость Δ , перпендикулярная оси цилиндра, пересекает его поверхность по дугам AE и BF окружности, которые на Π_2 проецируются в отрезки, на Π_1 - в дуги окружности, на Π_3 - в отрезки, которые надо построить.

Плоскость Γ , параллельная оси цилиндра, пересекает его поверхность по отрезкам CE и DF образующих прямых, которые на Π_2 проецируются в отрезки, на Π_1 - в точки, на Π_3 - в параллельные отрезки, которые надо построить.

Плоскость Φ пересекает цилиндрическую поверхность по дуге эллипса LKN , которая на Π_2 проецируется в отрезок, на Π_1 - в дугу окружности, на Π_3 - также в дугу окружности радиусом, равным радиусу цилиндра, т.к. плоскость Φ составляет с осью цилиндра угол 45° (рис. 3.1).

Между собой и с плоскостью основания цилиндра секущие плоскости пересекаются по соответствующим отрезкам. Например, Плоскости Δ и Σ пересекаются по отрезку AB , плоскость Φ пересекает плоскость основания цилиндра по отрезку LN и т.д.

6. Профильные проекции линий пересечения цилиндрической поверхности с плоскостями (кроме плоскости Φ) строятся по проекциям принадлежащих им точек.

Построение профильной проекции точки цилиндрической поверхности показано на примере произвольных точек M и P эллипса (рис. 3.2):

- на Σ_2 берется произвольная точка, являющаяся фронтальной проекцией точек M и P цилиндрической поверхности ($M_2 \equiv P_2$);
- из точки $M_2 \equiv P_2$ проводится вертикальная линия связи до пересечения с окружностью и определяются проекции M_1 и P_1 точек M и P (точка M относительно Π_2 видна, а точка P нет);
- из точки $M_2 \equiv P_2$ проводится горизонтальная линия связи, на ней от проекции оси цилиндра на Π_3 откладываются помеченные расстояния, получая проекции M_3 и P_3 точек M и P .

Проекции остальных обязательных для построения точек, к которым помимо обозначенных точек относятся точки T и S , и необходимых промежуточных точек, построены аналогично (рис. 3.2), при этом проекцию K_3 точки K можно было не строить.

7. Построенные в поле Π_3 проекции точек соединяют тонкими сплошными линиями:

- через точки B_3, P_3, S_3, D_3 и A_3, M_3, T_3, C_3 проводят дуги эллипса (желательно построить дополнительные промежуточные точки), а через точки S и T штрихпунктирной линией проводят центральную линию этого эллипса;
- отрезками соединяют точки F_3 и D_3 , E_3 и C_3 , B_3 и A_3 , F_3 и E_3 , C_3 и D_3 ;
- через точки L_3, K_3 и N_3 проводят дугу окружности.

В поле Π_1 тонкими линиями проводят отрезки через точки A_1 и B_1, N_1 и L_1 , E_1 и F_1 .

8. Определяется видимость линий пересечения относительно плоскостей Π_1 и Π_3 .

В рассматриваемом примере относительно Π_1 видно только ограниченное окружностью верхнее основание цилиндра. Поэтому все отрезки на Π_1 проводят штриховой линией (рис. 3.3).

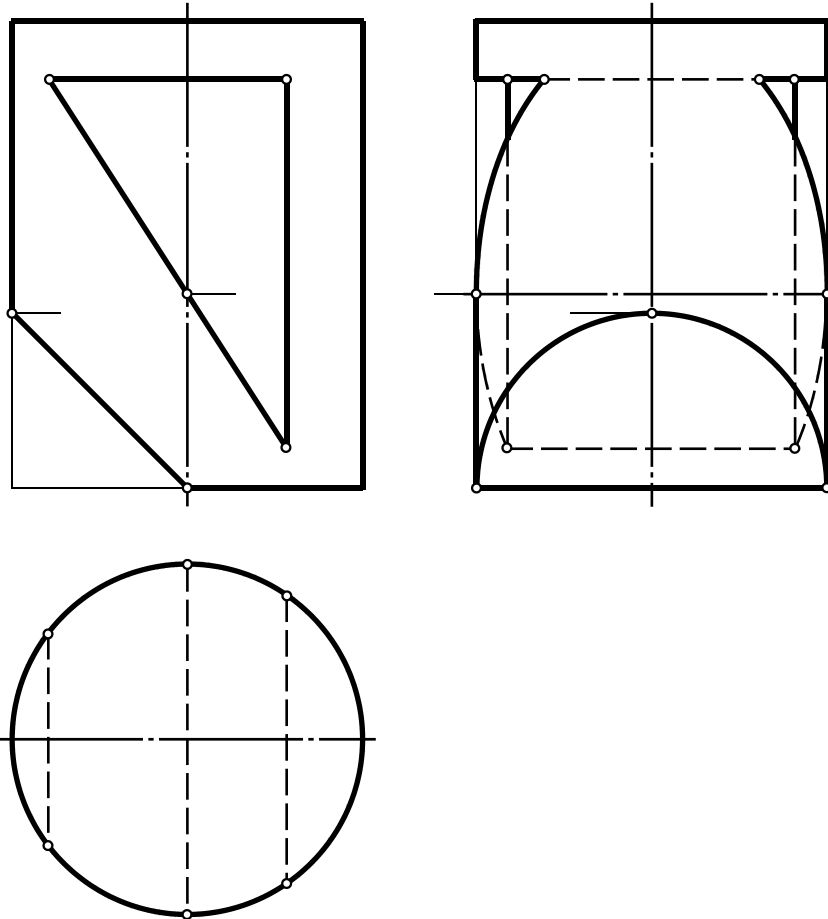
Относительно Π_3 видны точки цилиндрической поверхности, лежащие перед образующими l^3 и l^4 , в частности $N, K, L, T, M, A, B, P, S$, а также те её точки, расположенные за образующими l^3 и l^4 , которые становятся видны в результате выреза части тела, например, точки E и F (рис. 3.2 и 3.3). Поэтому часть отрезков FD и расположенных в “задней” относительно Π_3 половине цилиндра, “выглядывает” из-за дуг эллипса и становится видимой.

Отрезки, по которым пересекаются секущие плоскости, расположены внутри цилиндра и относительно Π_3 не видны.

Следует обратить внимание на то, что вырезаны контурные относительно Π_3 образующие l^3 и l^4 соответственно между точками S, T и плоскостью Δ (рис. 3.2 и 3.3).

На рис. 3.3 представлен итоговый чертеж примера выполнения задачи №7.

40.03.035.000



				40.03.035.000			
				<i>Тела</i>		<i>Масшт.</i>	
				<i>геометрические</i>		1:1	
				<i>Лист 1</i>		<i>Листов 2</i>	
				МАДИ(ГТУ)			
				<i>гр. 3А</i>			
<i>Чертил</i>	<i>Иванов</i>						
<i>Провер.</i>	<i>Петров</i>						

Рис. 3.3

3.3. ЗАДАЧА №8 “Построение изображений конуса вращения”

Условие задачи №8: построить изображения конуса вращения со сквозным вырезом или (и) срезом, выполненными фронтально проецирующими плоскостями, на фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости проекций.

Конус вращения в задаче ограничен боковой конической поверхностью, вершиной и плоскостью основания.

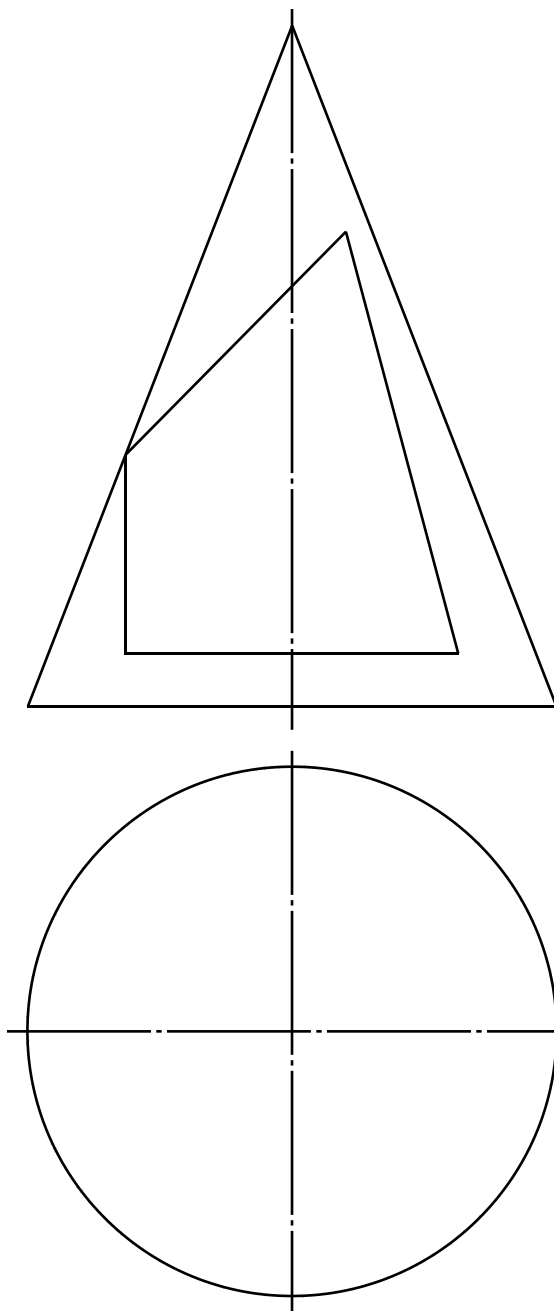


Рис. 3.4

Варианты заданий для задачи №8 приведены на следующей странице.

Эту задачу рекомендуется выполнять, используя следующие построения и рассуждения:

1. В левой части формата А3 по размерам в тонких линиях вычерчивают исходный чертеж, содержащий расположенные в проекционной связи виды конуса спереди (треугольник) и сверху (окружность), а также образующие сквозной вырез фронтально проецирующие плоскости (рис.3.4). Компонровку формата и размещение на нем задачи №8 смотри на рис. 3.10.

2. В тонких линиях в проекционной связи с видом конуса спереди строят его вид слева (треугольник), задавая положение проекции j_3 оси конуса j на Π_3 из условия рациональной компоновки на формате (рис. 3.5 и рис. 3.10).

Проекции контурных относительно Π_2 образующих l^1 и l^2 на Π_3 совпадают с проекцией оси конуса.

Варианты заданий к РГР №3 “Геометрические тела с вырезами”
 (задача №8 “Кон вращения”)

1		9	
2		7	
3		8	
4		6	
5		10	

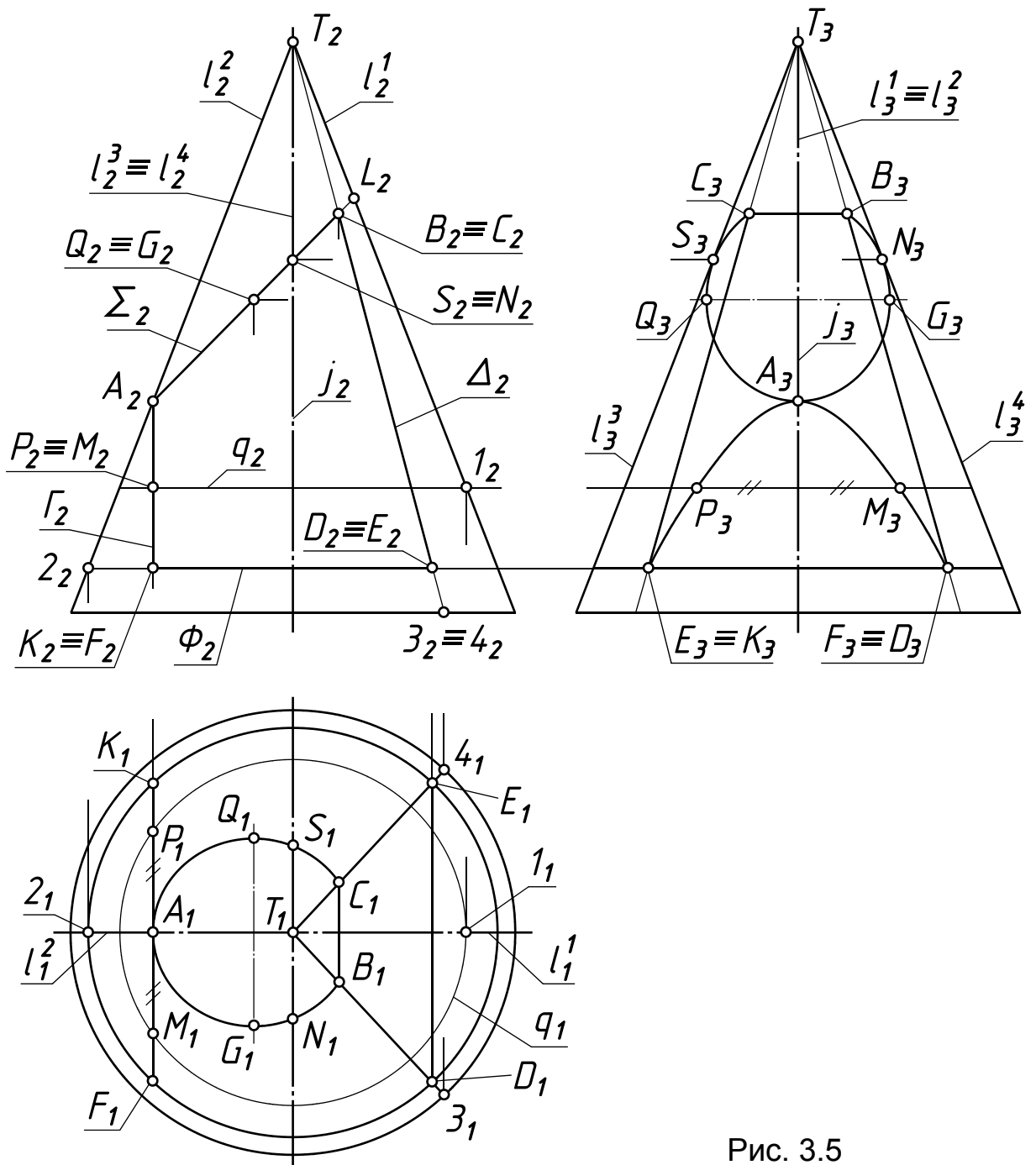


Рис. 3.5

Аналогично на Π_2 с проекцией оси конуса совпадают проекции контурных относительно Π_3 образующих l^3 и l^4 .

3. В задаче №8 известна одна проекция линий пересечения конуса с секущими плоскостями: на Π_2 эти линии проецируются в отрезки, соответствующие основным проекциям секущих плоскостей. Решение задачи сводится к построению горизонтальных и профильных проекций линий пересечения поверхности конуса с этими плоскостями.

4. Для анализа характера линий пересечения обозначим их характерные точки и секущие плоскости (рис. 3.5).

Плоскость Σ пересекает коническую поверхность по дуге эллипса (в дальнейшем по эллипсу) $ВАС$, которая на Π_1 , и на Π_3 проецируется в дуги эллипсов. Характерными точками эллипса являются также точки N и S , расположенные на контурных относительно Π_3 образующих l^3 и l^4 , и точки Q и G , проекция $Q_2 \equiv G_2$ которых отрезок A_2L_2 пополам ($ВЛС$ - не существующая дуга эллипса). Точки A и L определяют одну ось эллипса, а точки G и Q вторую. Две последние точки являются на Π_1 самыми ближней и дальней точками эллипса, а на Π_3 - его самыми правой и левой точками соответственно.

Плоскость Γ пересекает поверхность конуса по дуге ветви гиперболы (в дальнейшем по гиперболе) $КАФ$, которая на Π_1 проецируется в отрезок, а на Π_3 - в свою натуральную величину.

Плоскость Φ , перпендикулярная оси конуса, пересекает поверхность по дугам FD и KE окружности, которые на Π_1 проецируются в натуральную величину, а на Π_3 - в отрезки.

Плоскость Δ , проходящая через вершину конуса, пересекает его поверхность по отрезкам BD и CE образующих прямых конуса. Эти отрезки на Π_1 и на Π_3 проецируются в отрезки.

Между собой секущие плоскости пересекаются по соответствующим отрезкам. Так плоскости Φ и Δ пересекаются по отрезку DE и т.д.

5. Точки на конической поверхности удобно строить с помощью окружностей, плоскости которых перпендикулярны оси конуса. Эти окружности на Π_1 проецируются в окружности, а на Π_2 и Π_3 в отрезки.

Покажем построение горизонтальных и профильных проекций произвольных точек M и P гиперболы:

- на Γ_2 берется произвольная точка, являющаяся фронтальной проекцией точек M и P на конической поверхности ($M_2 \equiv P_2$);
- через точку $M_2 \equiv P_2$ перпендикулярно оси конуса проводится отрезок q_2 - проекция окружности q на поверхности конуса;

- определяется точка 1_2 - точка пересечения q_2 и l_2^1 (точка 1 - точка на поверхности конуса, которая при вращении вокруг его оси и образует окружность q);
- проводя вертикальную линию связи из точки 1_2 находят на l_1^1 точку 1_1 ;
- из точки T_1 через точку 1_1 проводят окружность q_1 ;
- проводя из точки $M_2 \equiv P_2$ вертикальную линию связи, на q_1 находят точки M_1 и P_1 ;
- из точки $M_2 \equiv P_2$ проводят горизонтальную линию связи;
- от проекции оси конуса на Π_3 по этой линии связи откладывают отмеченные на Π_1 расстояния и получают точки M_3 и P_3 .

Заметим, что относительно Π_2 точка M находится в видимой части конуса, а точка P - в невидимой. Относительно Π_3 обе точки находятся в видимой части конуса.

Аналогичным образом строят проекции точек Q, G, B, C, F, K, D, E и не отмеченных промежуточных точек эллипса и гиперболы. При этом для построения окружности, образующейся при пересечении конуса плоскостью Φ , целесообразно использовать точку 2.

Точки A, N, S находят на проекциях контурных образующих конуса l^2, l^3 и l^4 .

Точки на поверхности конуса можно строить с помощью образующих прямых, проходящих через вершину конуса. Конкретно в этой задаче таким образом удобно строить точки B, C, D, E . Для построения образующих прямых используют точку T и точки 3 и 4. Через точку, например, $B_2 \equiv C_2$ проводят прямую из точки T_2 и, используя точку $3_2 \equiv 4_2$, на окружности в Π_1 находят точки 3_1 и 4_1 и строят через точки $T_1 3_1$ и $T_1 4_1$ прямые, на которых и лежат точки B_1 и C_1 .

6. Построив проекции характерных и нескольких промежуточных точек, их соединяют тонкими линиями в поле Π_1 и поле Π_3 .

Через точки B_1, G_1, A_1, Q_1, C_1 и проекции промежуточных точек проводят горизонтальную проекцию дуги эллипса, а через точки B_3, G_3, A_3, Q_3, C_3 и проекции промежуточных точек - профильную проекцию дуги эллипса.

На Π_1 гипербола проецируется в отрезок F_1K_1 с точками P_1 , A_1 и M_1 на нем, а на Π_3 - в дугу гиперболы $K_3 P_3 A_3 M_3 F_3$.

Дугами окружности радиусом, равным длине отрезка $T_1 Z_1$, соединены точки K_1 с E_1 и F_1 с D_1 . На Π_3 через точки $K_3 \equiv E_3$ и $F_3 \equiv D_3$ проведены отрезки, в которые проецируются эти дуги (это отрезки от точки $F_3 \equiv D_3$ до l_3^4 и от точки $K_3 \equiv E_3$ до l_3^3).

Отрезками на Π_1 соединяют точки C_1 и E_1 , B_1 и D_1 , а на Π_3 - точки C_3 и E_3 , B_3 и D_3 .

Отрезками соединяют точки C_1 и B_1 , C_3 и B_3 , определяющие проекции отрезка, по которому пересекаются плоскости Σ и Δ . Аналогично строят проекции отрезков, по которым пересекаются между собой другие секущие плоскости.

7. Определяется видимость построенных линий и границы существования контурных линий конуса (см. рис. 3.5 и рис. 3.6).

Относительно Π_1 видны все линии на конической поверхности и не видны отрезки, по которым пересекаются секущие плоскости (отрезок FK конкурирует с гиперболой $FMAPK$, видимой относительно Π_1).

Относительно Π_3 видны все точки конической поверхности, лежащие перед контурными образующими l^3 и l^4 : вся гипербола на Π_3 , дуга эллипса $NGAQS$, дуга окружности от точек K и F до образующих l^3 и l^4 (рис. 3.5 и рис. 3.6). Кроме точек, лежащих перед образующими l^3 и l^4 , из-за выреза части тела относительно Π_3 могут быть видны точки, лежащие за указанными образующими. По этой причине видны части отрезков CE и BD . Отрезки, по которым пересекаются секущие плоскости находятся внутри конуса и в данной задаче на видны.

Обращаем внимание, что от точек N и S до плоскости Φ контурные относительно Π_3 образующие l^3 и l^4 вырезаны (рис. 3.5), и поэтому показаны на этих участках на Π_3 тонкими линиями (рис. 3.6).

На рис. 3.6 приведен итоговый чертеж примера выполнения задачи №8.

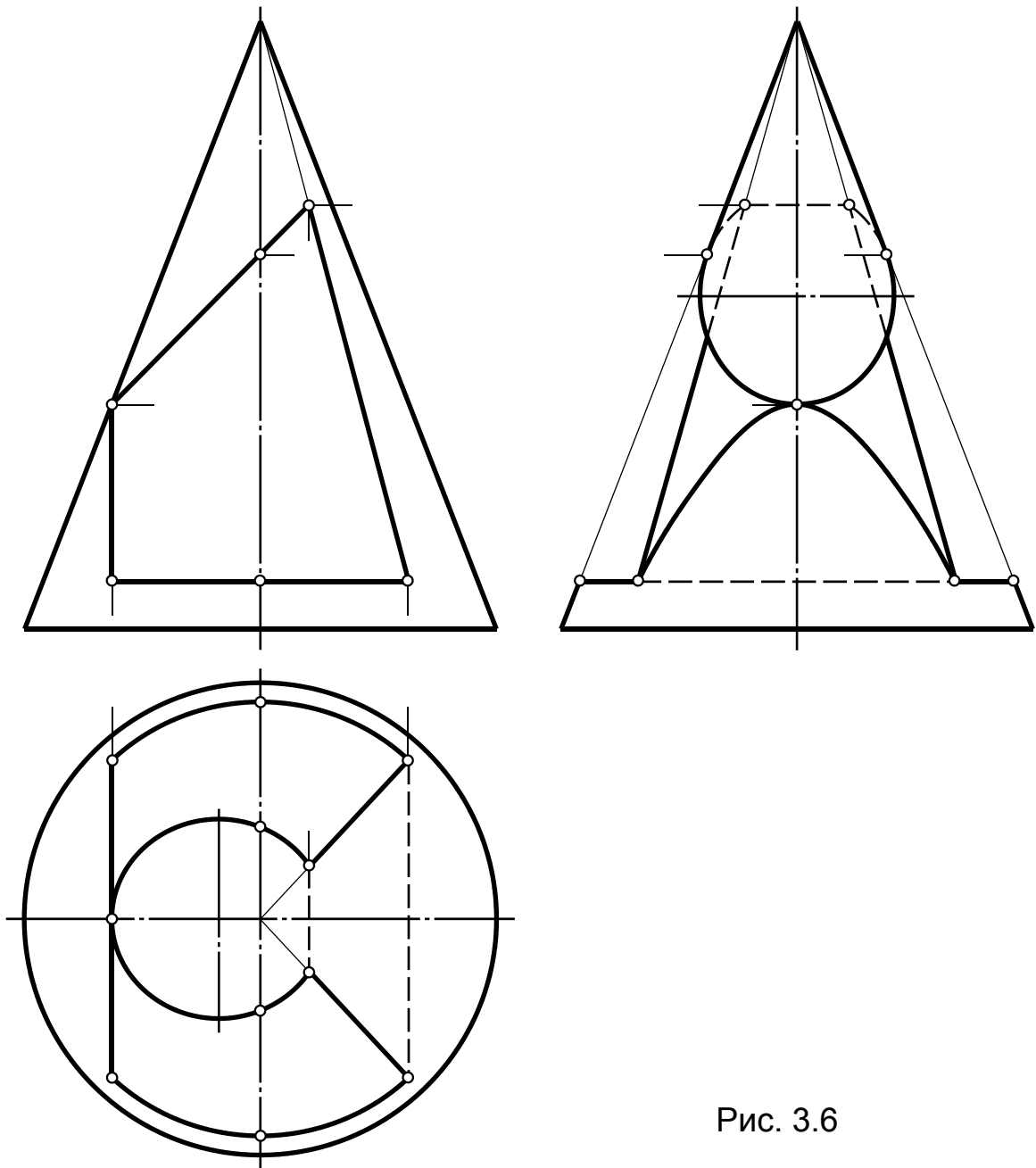


Рис. 3.6

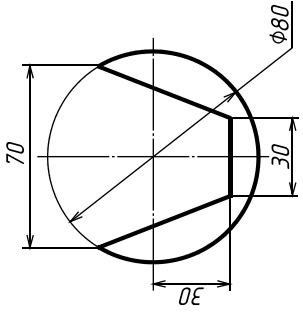
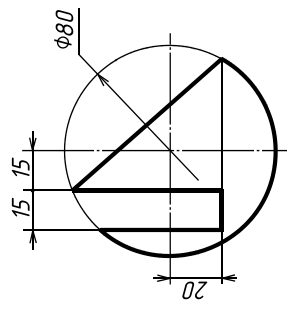
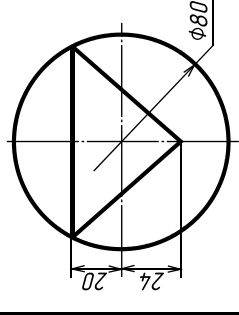
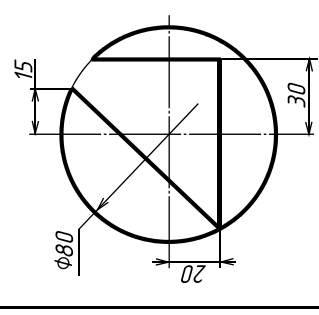
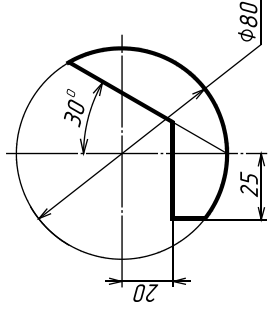
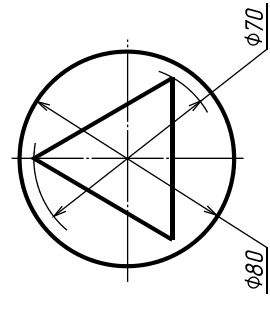
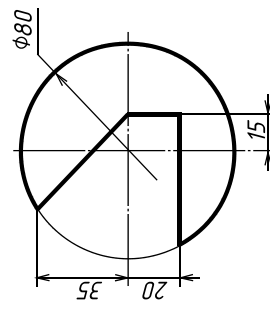
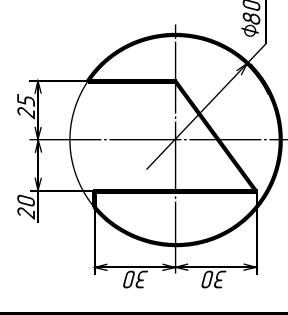
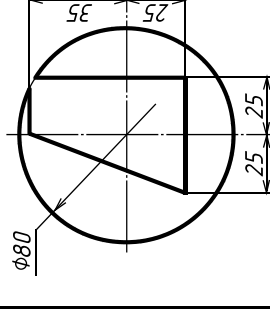
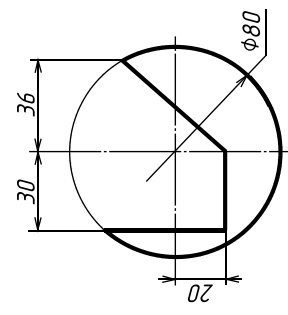
3.4. ЗАДАЧА №9 “Построение изображений шара”

Условие задачи №9: построить изображения шара со сквозным вырезом или (и) срезом, выполненными фронтально проецирующими плоскостями, на фронтальную, горизонтальную и профильную плоскости проекций.

Шар - это часть пространства, ограниченного сферой.

Варианты заданий для задачи №9 приведены на следующей странице.

Варианты заданий к РГР №3 “Геометрические тела с вырезами”
(задача №9 “Шар”)

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

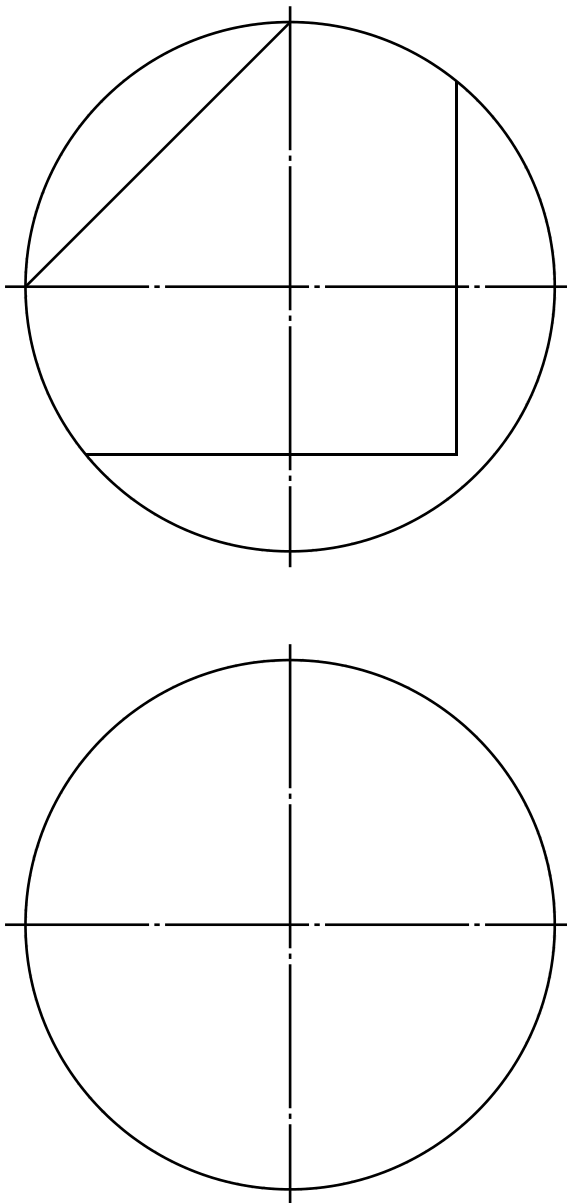


Рис. 3.7

Эту задачу рекомендуется выполнять, используя следующие рассуждения и построения:

1. В правой части формата А3 по размерам в тонких линиях вычерчивают исходный чертеж, содержащий расположенные в проекционной связи виды шара спереди и сверху, а также секущие фронтально проецирующие плоскости (рис.3.7). Компоновка задачи №9 на формате показана на рис. 3.10.

2. В тонких линиях в проекционной связи с видом спереди строят вид шара слева (рис. 3.8 и 3.10).

Контурной линией шара относительно плоскости Π_2 является окружность главного меридиана m , относительно Π_1 - окружность экватора q , относительно Π_3 - профильный меридиан c (рис. 3.8).

Сфера может быть образована вращением меридиана m вокруг оси вращения j .

3. В задаче №9 известна одна проекция линий пересечения поверхности шара (сферы) с секущими плоскостями: на Π_2 эти линии проецируются в отрезки, соответствующие основным проекциям секущих плоскостей. Решение задачи сводится к построению горизонтальных и профильных проекций линий пересечения сферы с этими плоскостями.

4. При анализе характера линий пересечения сферы с секущими плоскостями следует учитывать, что любая плоскость пересекает сферу по окружности.

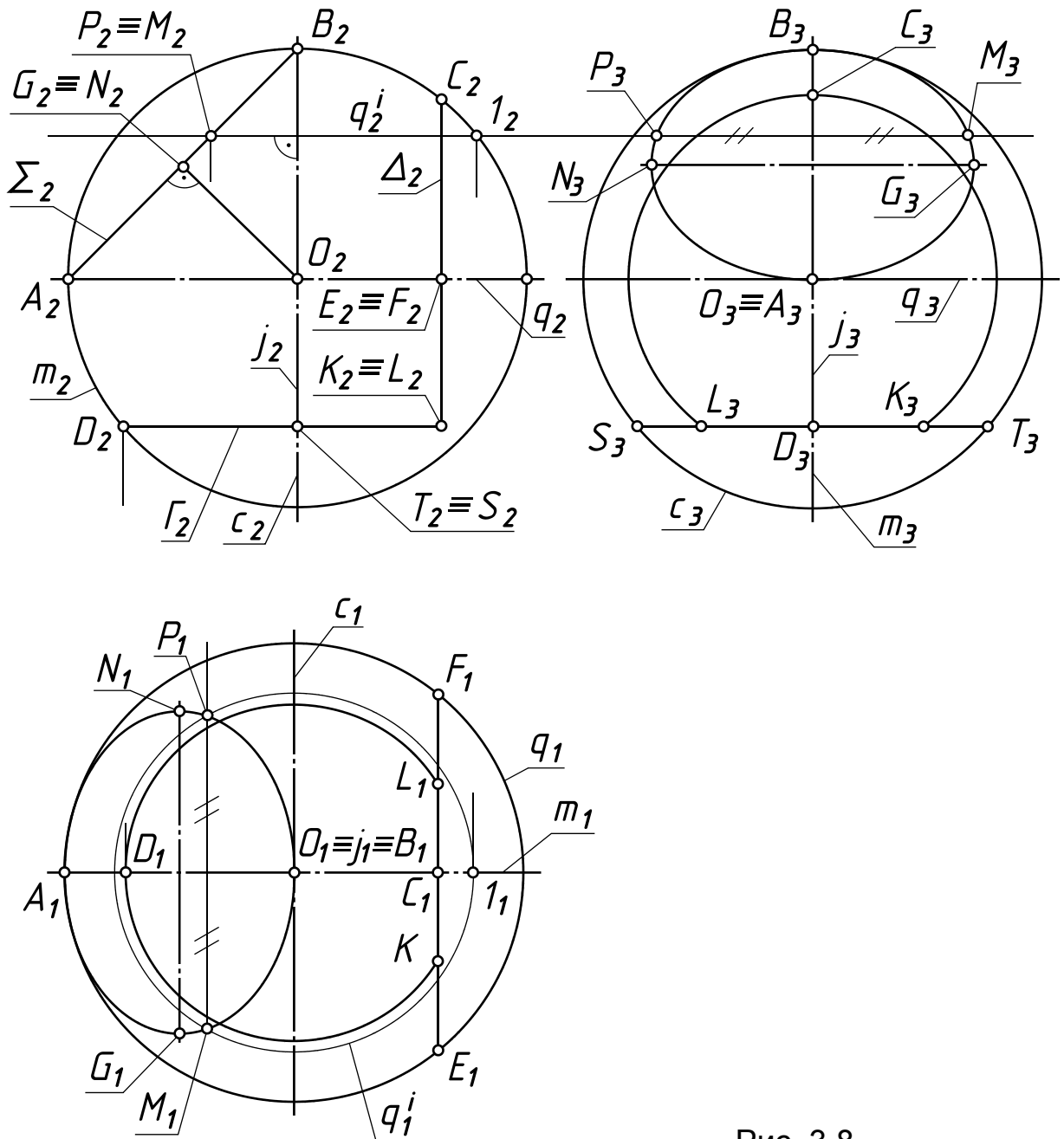


Рис. 3.8

В рассматриваемом примере плоскость Σ пересекает сферу по окружности $AGBNA$, которая на плоскость Π_2 проецируется в отрезок A_2B_2 , а на Π_1 и Π_3 - в эллипсы. Плоскость Γ пересекает сферу по дуге окружности KDL , которая на плоскость Π_1 проецируется в дугу окружности, а на Π_2 и Π_3 - в отрезки. Плоскость Δ пересекает сферу по дуге окружности KCL , которая на плоскости Π_1 и Π_2 проецируется в отрезки, а на Π_3 - в дугу окружности.

5. Проекция эллипсов, в которые на Π_1 и Π_2 проецируется окружность, по которой сферу пересекает плоскость Σ , строят по проекциям точек этой окружности. Покажем построение горизонтальных и профильных проекций её произвольных точек M и P :

- на Σ_2 берется произвольная точка $M_2 \equiv P_2$, являющаяся проекцией точек M и P сферы;
- через точку $M_2 \equiv P_2$ перпендикулярно j_2 проводится отрезок q_2^i - проекция окружности q^i сферы (поверхности шара);
- определяется точка 1_2 - проекция точки 1 меридиана m , которая при вращении вокруг оси j образует окружность q^i (точка 1_3 не обозначена);
- на m_1 ищется точка 1_1 ;
- из центра j_1 через точку 1_1 проводится окружность q_1^i ;
- на q_1^i с помощью линии связи находятся точки M_1 и P_1 ;
- из точки $M_2 \equiv P_2$ проводится горизонтальная линия связи;
- от оси j_3 по этой линии связи откладывают расстояния, равные отмеченным расстояниям на Π_1 , и получают точки M_3 и P_3 .

Аналогичным образом получают проекции нескольких других промежуточных точек эллипса, а также его характерных точек G и N . Точки G и N определяют проекции одной из осей эллипса на Π_1 и Π_3 , при этом относительно Π_1 точка G самая близкая точка эллипса, точка N - самая дальняя, а относительно Π_3 точка G самая правая точка эллипса, точка N - самая левая. Положение второй оси эллипса задают точки A и B , лежащие на меридиане m .

На проекции q_1 экватора q находят точки E_1 и F_1 , а на проекции s_3 профильного меридиана s - точки T_3 и S_3 .

6. На этом шаге тонкими линиями проводят проекции линий пересечения сферы секущими плоскостями и этих плоскостей между собой.

Соединив проекции характерных A, B, G, N и нескольких промежуточных точек окружности, по которой сферу пересекает плоскость Σ , в полях Π_1 и Π_3 получают соответствующие эллипсы.

Отрезками соединяют точки E_1 и F_1 , а также T_3 и S_3 .

Из точки O_1 радиусом, равным длине отрезка $O_1 O_1$ (точка O - центр сферы), проводится дуга $K_1 O_1 L_1$ окружности, по которой сферу пересекает плоскость Γ . На Π_3 эта дуга проецируется в отрезок $T_3 S_3$.

Из точки O_3 радиусом равным длине отрезка $O_3 C_3$, проводится дуга $K_3 C_3 L_3$ окружности, по которой сферу пересекает плоскость Δ . На Π_1 эта дуга проецируется в отрезок $E_1 F_1$.

Плоскости Γ и Δ пересекаются между собой в пределах шара по отрезку KL .

7. Определяется видимость построенных линий и границы существования контурных линий шара (рис. 3.5 и рис. 3.9).

На Π_2 обводятся основные проекции плоскостей Σ , Γ и Δ , а также дуги BC и AD главного меридиана m (остальные части меридиана срезаны и показаны тонкой линией).

Относительно Π_1 видны все точки шара, расположенные выше экватора q , а также те точки шара, которые расположены ниже экватора q , но видны из-за выреза или среза (в рассматриваемом примере таких точек нет). Поэтому относительно Π_1 не видна дуга окружности, лежащая в плоскости Γ и проведенная штриховой линией. Экватор q правее плоскости Δ не существует из-за среза.

Относительно Π_3 видны все точки шара, расположенные перед профильным меридианом s (на Π_2 эти точки проецируются левее оси j). Поэтому относительно Π_3 не видна дуга окружности, лежащая в плоскости Δ и проведенная штриховой линией. Профильный меридиан s ниже плоскости Γ не существует из-за среза.

Отрезок KL находится внутри шара и не виден ни относительно Π_1 , ни относительно Π_3 , но его проекции на эти плоскости проекций расположены соответственно на отрезках $E_1 F_1$ и $T_3 S_3$ (рис. 3.8).

На рис. 3.9 представлен итоговый чертеж примере выполнения задачи №9.

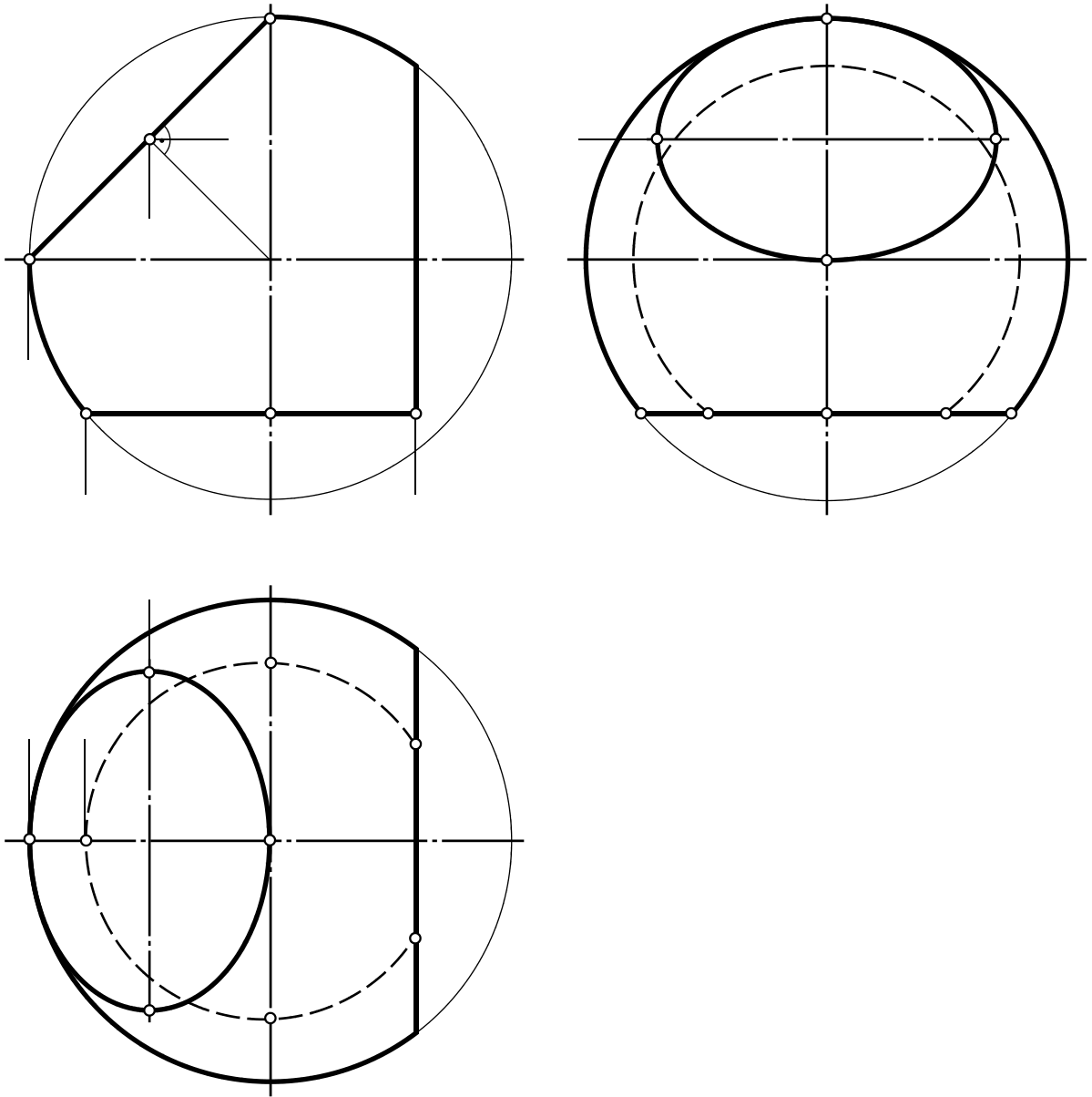


Рис. 3.9

<p>40.03.035.000</p>		<p>40.03.035.000</p>
		<p>Тела геометрические</p>
		<p>Масштаб 1:1</p>
		<p>Чертил Проверил Исполн. 2</p>
		<p>МАН(ГТУ) ЭР. ЭА</p>

Рис. 3.10

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оганесов О.А. Курс лекций по начертательной геометрии: Учебное пособие для студентов механических специальностей: Ч.1/МАДИ(ГТУ), М.,2002. -101с.
2. Оганесов О.А. Курс лекций по начертательной геометрии: Учебное пособие для студентов механических специальностей: Ч.2/МАДИ(ГТУ), М.,2002. -79с.
3. Локтев О.В. Краткий курс начертательной геометрии: Учеб. для вузов.-3-е изд., испр.-М.: Высш.шк., 1999.-136с.
4. Оганесов О.А., Кайль В.А., Рябикова И.М. Курс лекций по начертательной геометрии для студентов строительных специальностей: МАДИ(ТУ), Часть 1.-М., 2000. -97с.
5. Машиностроительное черчение: Учебник для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей вузов /Г.П.Вяткин, А.Н.Андреева, А.К.Болтухин и др. Под ред. проф. Г.П.Вяткина.- 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение., 1985.-368с.
6. Федоренко В.А., Шошин А.И. Справочник по машиностроительному черчению. -Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1981. -416с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Общие требования к оформлению контрольной работы	4
1. Расчетно-графическая работа №1 “Точка, прямая, плоскость”	7
1.1. Общие замечания и указания	7
1.2. Задача №1 “Определение расстояния от точки до плоскости”	12
1.3. Задача №2 “Определение натурального вида плоской фигуры”	17
1.4. Задача №3 “Определение расстояния от точки до прямой”	19
1.5. Задача №4 “Определение расстояния между скрещивающимися прямыми”	23
2. Расчетно-графическая работа №2 “Пересечение поверхностей”	26
2.1. Общие замечания и указания	26
2.2. Примеры решения задач в РГР №2	31
3. Расчетно-графическая работа №3 “Геометрические тела с вырезами”	43
3.1. Общие замечания и рекомендации	43
3.2. Задача №7 “Построение изображений цилиндра вращения”	43
3.3. Задача №8 “Построение изображений конуса вращения”	50
3.4. Задача №9 “Построение изображений шара”	56
Список рекомендуемой литературы	64

ОГАНЕСОВ Олег Авакович, КУЗЕНЕВА Наталья Николаевна,
 РЯБИКОВА Ирина Михайловна
 НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА:
 теория, контрольные задания и примеры решения задач. Часть 1.

Подписано в печать 20.09.2002 г.

Формат 60x84/16

Печать офсетная Усл. печ. л. 4,06

Уч.-изд. л. 3,42

Тираж 400 экз. Заказ 455

Цена договорная
