

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики

## **СБОРНИК ЗАДАНИЙ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

---

**Учебно-методическое пособие**  
к выполнению заданий по начертательной геометрии

Севастополь  
СевГУ  
2021

УДК 514.18  
ББК 22.15  
С23

**Р е ц е н з е н т:**

**Е.А. Емченко** – доцент, канд. техн. наук

*Составители:* О.В. Мухина, Ю.О. Стреляная

**С23      Сборник заданий по начертательной геометрии:** учебно-методическое пособие к выполнению заданий по начертательной геометрии / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Севастопольский государственный университет, Политехнический институт, кафедра начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики ; сост. О.В. Мухина, Ю.О. Стреляная. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2021. – 56 с.: ил. – Текст : электронный.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с рабочими программами дисциплин «Начертательная геометрия», «Начертательная геометрия и инженерная графика» на основании государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Предназначено для выполнения заданий по начертательной геометрии студентами технических специальностей всех форм обучения.

Пособие содержит варианты индивидуальных заданий, образцы выполненных работ, последовательность выполнения чертежей и основные теоретические аспекты.

УДК 514.18  
ББК 22.15

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики в качестве учебно-методического пособия для студентов всех форм обучения технических специальностей, протокол № 5 от 18 февраля 2021 г.

© Мухина О.В., Стреляная Ю.О., 2021  
© ФГАОУВО «Севастопольский  
государственный университет», 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Принятые обозначения .....                                                    | 4  |
| Введение.....                                                                 | 5  |
| 1. Задание № 1 – Проецирование многогранника.....                             | 6  |
| 2. Задание № 2 – Взаимное расположение объектов .....                         | 11 |
| 3. Задание № 3 – Метрические задачи.....                                      | 17 |
| 4. Задание № 4 – Моделирование геометрических тел.....                        | 23 |
| 5. Задание № 5 – Пересечение поверхностей плоскостями частного положения..... | 29 |
| 6. Задание № 6 – Построение наклонных сечений. развёртка поверхностей.....    | 32 |
| 7. Задание № 7 – Изображение сложных геометрических тел.....                  | 36 |
| 8. Задание № 8 – Проекционное черчение.....                                   | 50 |
| Заключение .....                                                              | 56 |
| Библиографический список.....                                                 | 56 |

## ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$OXYZ$  – принятая система координат

$X, Y, Z$  – оси проекций

$O$  – начало координат

$\Gamma, \Delta, \Sigma, \Pi, \Lambda, \Psi, \Phi, \Omega$  – прописные буквы греческого алфавита – обозначение плоскостей и поверхностей

$\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$  – обозначение плоскостей проекций

$\Pi_4, \Pi_5, \dots$  – дополнительные плоскости проекций

$a, b, c, \dots$  – строчные буквы латинского алфавита – обозначение прямых и кривых линий

$A, B, C, \dots$   
 $1, 2, 3, \dots$  – точки в пространстве

$\alpha, \beta, \gamma, \varphi$  – строчные греческие буквы – обозначение плоских углов

$A_1, A_2, A_3, \dots$

$a_1, a_2, a_3, \dots$  – обозначение проекций точек, прямых, плоскостей

$\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots$

Обозначение прямых уровня:

$h$  – горизонтальная прямая,

$f$  – фронтальная прямая

$p$  – профильная прямая

$(AB)$  – прямая, проходящая через точки  $A$  и  $B$

$\parallel$  – параллельность

$\perp$  – перпендикулярность

$\in$  – принадлежность

$\cap$  – пересечение

$\equiv$  – совпадение

## ВВЕДЕНИЕ

**Начертательная геометрия (НГ)** – это наука, предметом изучения которой является изучение пространственных форм и методов их изображения на плоскости. В основе изучения НГ лежат свойства проекций простейших геометрических форм: точек, прямых и плоскостей, являющихся формообразующими элементами пространства.

НГ – это первая инженерная дисциплина, с которой сталкиваются студенты первого курса.

**Целями освоения дисциплины являются:** развитие у студентов пространственно-образного мышления; приобретение студентами знаний теоретических основ построения и преобразования проекционного чертежа как графической модели пространственных объектов с последующим применением этих знаний при выполнении технических чертежей, оформления их по правилам государственных стандартов.

**Задачи дисциплины:** формирование у студентов знаний ортогонального и аксонометрического проецирования, являющихся теоретической основой построения чертежей; ознакомление с основами образования геометрических моделей объектов; приобретение студентами навыков выполнения проекционных чертежей и аксонометрических проекций.

В данном пособии представлены задания для закрепления теоретического лекционного материала по дисциплине, выработки практических навыков черчения и развития умения изображать объекты на чертеже, формирования пространственного мышления и воображения.

Все задания выполняются карандашом на листах ватмана формата А3 (420х297).

Основная надпись заполняется в соответствии с ГОСТ 2.104-2006 – «Основная надпись». Обозначение чертежа: **СГУО.010300.001** содержит следующую информацию: **СГУО** – аббревиатура организации (Севастопольский государственный университет) и указание формы обучения (О – очная форма обучения, З – заочная форма обучения), **01** – номер темы, **03** – номер варианта, **001** – номер чертежа.

Вариант для выполнения задания определяется порядковым номером студента в журнале.

## 1. ЗАДАНИЕ № 1 – ПРОЕКЦИРОВАНИЕ МНОГОГРАННИКА [1]

**Цель задания** — закрепить теоретический материал по свойствам проекций основных геометрических элементов: точек, прямых и плоскостей; развить у студентов пространственное представление конкретной объемной формы.

Задание состоит из трех задач:

**Задача 1.** Построить три проекции многогранника по заданным координатам его вершин.

**Задача 2.** Выполнить аксонометрическую проекцию многогранника.

**Задача 3.** В таблице указать положение всех ребер и граней многогранника относительно плоскостей проекций и провести их классификацию.

Образец выполненного задания представлен на рис. 1, исходные данные – в таблице 1.

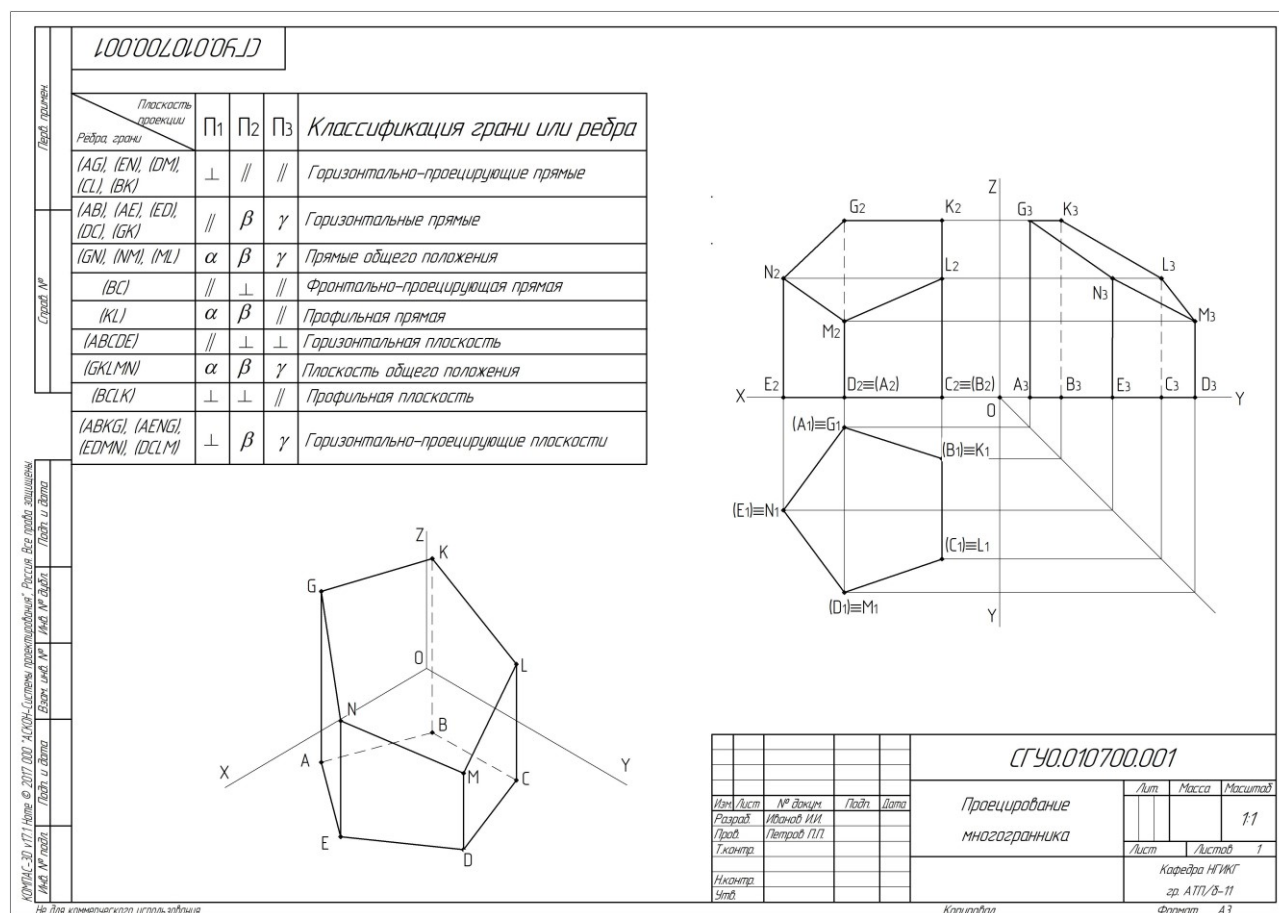


Рис. 1

Таблица 1 – Исходные данные по вариантам

| №<br>вар | А  |    |    | В  |    |    | С  |    |    | D  |    |    | Е  |    |    | G  |    |    | K  |    |    | L  |    |    | M  |    |    | N  |    |    |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|          | X  | Y  | Z  | X  | Y  | Z  | X  | Y  | Z  | X  | Y  | Z  | X  | Y  | Z  | X  | Y  | Z  | X  | Y  | Z  | X  | Y  | Z  | X  | Y  | Z  | X  | Y  | Z  |
| 1        | 90 | 50 | 0  | 65 | 90 | 0  | 25 | 80 | 0  | 25 | 25 | 0  | 65 | 15 | 0  | 90 | 50 | 50 | 65 | 90 | 30 | 25 | 80 | 45 | 25 | 25 | 70 | 65 | 15 | 70 |
| 2        | 20 | 10 | 0  | 80 | 10 | 0  | 90 | 50 | 0  | 50 | 80 | 0  | 10 | 50 | 0  | 20 | 10 | 95 | 80 | 10 | 95 | 90 | 50 | 60 | 50 | 80 | 35 | 10 | 50 | 60 |
| 3        | 10 | 10 | 0  | 70 | 10 | 0  | 80 | 50 | 0  | 40 | 80 | 0  | 0  | 50 | 0  | 10 | 10 | 85 | 70 | 10 | 85 | 80 | 50 | 50 | 40 | 80 | 25 | 0  | 50 | 50 |
| 4        | 0  | 50 | 5  | 30 | 10 | 5  | 70 | 20 | 5  | 70 | 80 | 5  | 30 | 90 | 5  | 0  | 50 | 85 | 30 | 10 | 65 | 70 | 20 | 40 | 70 | 80 | 40 | 30 | 90 | 65 |
| 5        | 0  | 10 | 50 | 30 | 10 | 10 | 60 | 10 | 30 | 60 | 10 | 70 | 30 | 10 | 90 | 0  | 50 | 50 | 30 | 70 | 10 | 60 | 90 | 30 | 60 | 90 | 70 | 30 | 70 | 90 |
| 6        | 10 | 10 | 50 | 40 | 10 | 10 | 70 | 10 | 10 | 70 | 10 | 90 | 40 | 10 | 90 | 10 | 60 | 50 | 40 | 75 | 10 | 70 | 90 | 10 | 70 | 90 | 90 | 40 | 75 | 90 |
| 7        | 10 | 50 | 5  | 40 | 10 | 5  | 80 | 20 | 5  | 80 | 80 | 5  | 40 | 90 | 5  | 10 | 50 | 80 | 40 | 10 | 65 | 80 | 20 | 45 | 80 | 80 | 45 | 40 | 90 | 65 |
| 8        | 30 | 20 | 0  | 60 | 0  | 0  | 90 | 45 | 0  | 60 | 90 | 0  | 30 | 70 | 0  | 30 | 20 | 30 | 60 | 0  | 55 | 90 | 45 | 80 | 60 | 90 | 55 | 30 | 70 | 30 |
| 9        | 20 | 25 | 0  | 50 | 5  | 0  | 80 | 50 | 0  | 50 | 95 | 0  | 20 | 75 | 0  | 20 | 25 | 80 | 50 | 5  | 55 | 80 | 50 | 30 | 50 | 95 | 55 | 20 | 75 | 80 |
| 10       | 90 | 0  | 70 | 60 | 0  | 90 | 30 | 0  | 50 | 60 | 0  | 10 | 90 | 0  | 30 | 90 | 10 | 70 | 60 | 45 | 90 | 30 | 80 | 50 | 60 | 45 | 10 | 90 | 10 | 30 |
| 11       | 95 | 5  | 70 | 65 | 5  | 90 | 35 | 5  | 50 | 65 | 5  | 10 | 95 | 5  | 30 | 95 | 15 | 70 | 65 | 50 | 90 | 35 | 85 | 50 | 65 | 50 | 10 | 95 | 15 | 30 |
| 12       | 20 | 50 | 10 | 50 | 10 | 10 | 90 | 20 | 10 | 90 | 80 | 10 | 50 | 90 | 10 | 20 | 50 | 55 | 50 | 10 | 70 | 90 | 20 | 90 | 90 | 80 | 90 | 50 | 90 | 70 |
| 13       | 5  | 0  | 50 | 35 | 0  | 10 | 65 | 0  | 10 | 65 | 0  | 90 | 35 | 0  | 90 | 5  | 90 | 50 | 35 | 65 | 10 | 65 | 40 | 10 | 65 | 40 | 90 | 35 | 65 | 90 |
| 14       | 15 | 50 | 0  | 45 | 10 | 0  | 85 | 20 | 0  | 85 | 80 | 0  | 45 | 90 | 0  | 15 | 50 | 90 | 45 | 10 | 70 | 85 | 20 | 40 | 85 | 80 | 40 | 45 | 90 | 70 |
| 15       | 10 | 50 | 10 | 40 | 10 | 10 | 80 | 20 | 10 | 80 | 80 | 10 | 40 | 90 | 10 | 10 | 50 | 85 | 40 | 10 | 70 | 80 | 20 | 50 | 80 | 80 | 50 | 40 | 90 | 70 |
| 16       | 20 | 25 | 5  | 50 | 5  | 5  | 80 | 50 | 5  | 50 | 95 | 5  | 20 | 75 | 5  | 20 | 25 | 85 | 50 | 5  | 60 | 80 | 50 | 35 | 50 | 95 | 60 | 20 | 75 | 85 |
| 17       | 90 | 50 | 10 | 65 | 90 | 10 | 25 | 80 | 10 | 25 | 25 | 10 | 65 | 15 | 10 | 90 | 50 | 50 | 65 | 90 | 30 | 25 | 80 | 45 | 25 | 25 | 70 | 65 | 15 | 70 |
| 18       | 15 | 50 | 10 | 45 | 10 | 10 | 85 | 20 | 10 | 85 | 80 | 10 | 45 | 90 | 10 | 15 | 50 | 90 | 45 | 10 | 55 | 85 | 20 | 35 | 85 | 80 | 35 | 45 | 90 | 70 |
| 19       | 10 | 10 | 0  | 70 | 10 | 0  | 80 | 50 | 0  | 40 | 80 | 0  | 10 | 50 | 0  | 10 | 10 | 85 | 70 | 10 | 85 | 80 | 50 | 50 | 40 | 80 | 25 | 10 | 50 | 50 |
| 20       | 10 | 5  | 50 | 40 | 5  | 10 | 70 | 5  | 10 | 70 | 5  | 90 | 40 | 5  | 90 | 10 | 60 | 50 | 40 | 75 | 10 | 70 | 90 | 10 | 70 | 90 | 90 | 40 | 75 | 90 |
| 21       | 10 | 50 | 5  | 40 | 10 | 5  | 80 | 20 | 5  | 80 | 80 | 5  | 40 | 90 | 5  | 10 | 50 | 80 | 40 | 10 | 65 | 80 | 20 | 45 | 80 | 80 | 45 | 40 | 90 | 65 |
| 22       | 30 | 20 | 0  | 60 | 0  | 0  | 90 | 45 | 0  | 60 | 90 | 0  | 30 | 70 | 0  | 30 | 20 | 30 | 60 | 0  | 55 | 90 | 45 | 80 | 60 | 90 | 55 | 30 | 70 | 30 |
| 23       | 20 | 25 | 0  | 50 | 5  | 0  | 80 | 50 | 0  | 50 | 95 | 0  | 20 | 65 | 0  | 20 | 25 | 80 | 50 | 5  | 55 | 80 | 50 | 30 | 50 | 95 | 55 | 20 | 65 | 80 |
| 24       | 20 | 10 | 0  | 80 | 10 | 0  | 90 | 50 | 0  | 50 | 80 | 0  | 10 | 50 | 0  | 20 | 10 | 95 | 80 | 10 | 95 | 90 | 50 | 60 | 50 | 80 | 35 | 10 | 50 | 60 |
| 25       | 10 | 10 | 0  | 70 | 10 | 0  | 80 | 50 | 0  | 40 | 80 | 0  | 10 | 50 | 0  | 10 | 10 | 85 | 70 | 10 | 85 | 80 | 50 | 50 | 40 | 80 | 25 | 10 | 50 | 50 |

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Перед выполнением задания подготовьте компоновку чертежа на формате А3 (рис. 2).

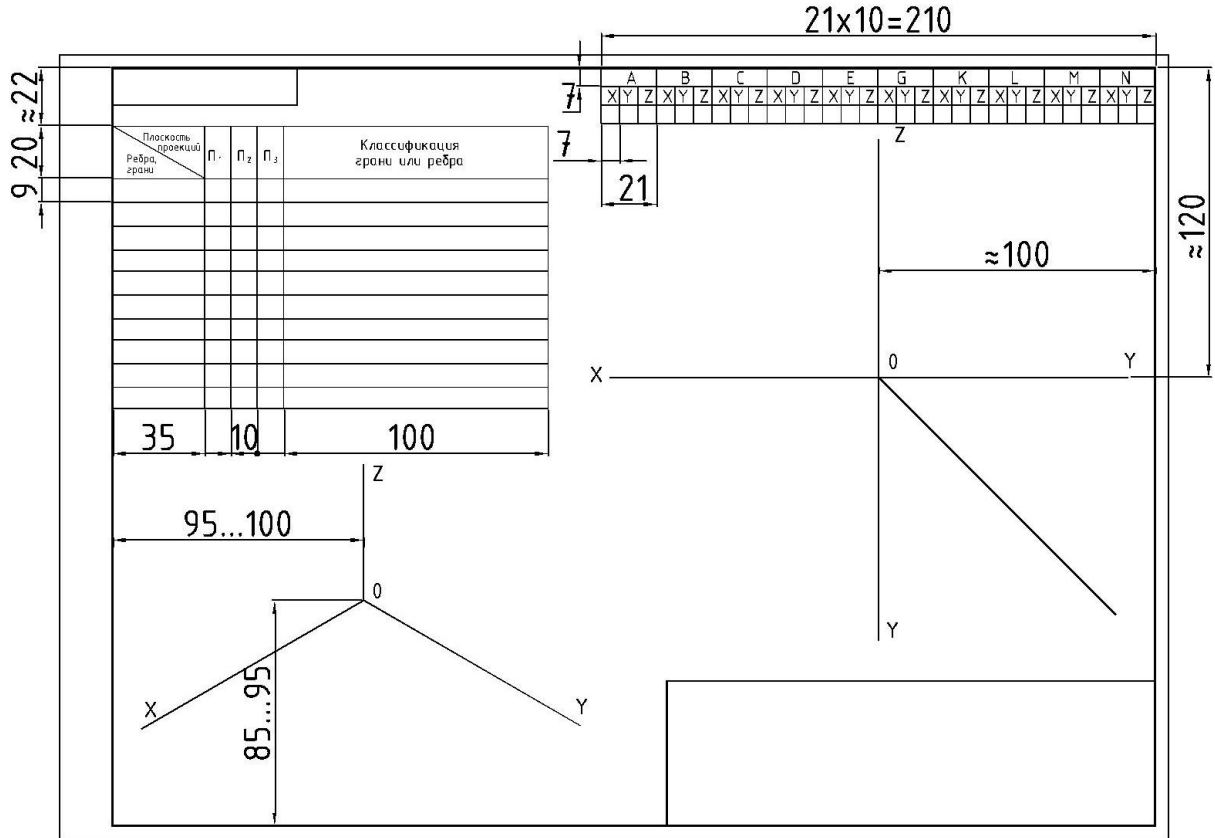


Рис. 2

2. По заданным координатам постройте проекции вершин многогранника ABCDEGKLMN.

Вдоль каждой осевой линии отложите отрезок, длина которого определяется соответствующей координатой. Проведите линии связи перпендикулярно осям. На пересечении линий связи определяются проекции вершин многогранника (рис. 3).

3. Соедините одноимённые проекции вершин для получения проекций многогранника. Начертите многогранник с учётом видимости его рёбер (рис. 4).

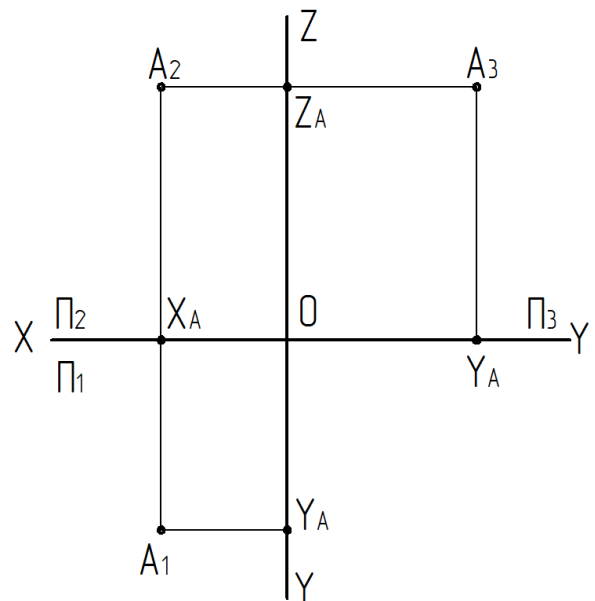


Рис. 3



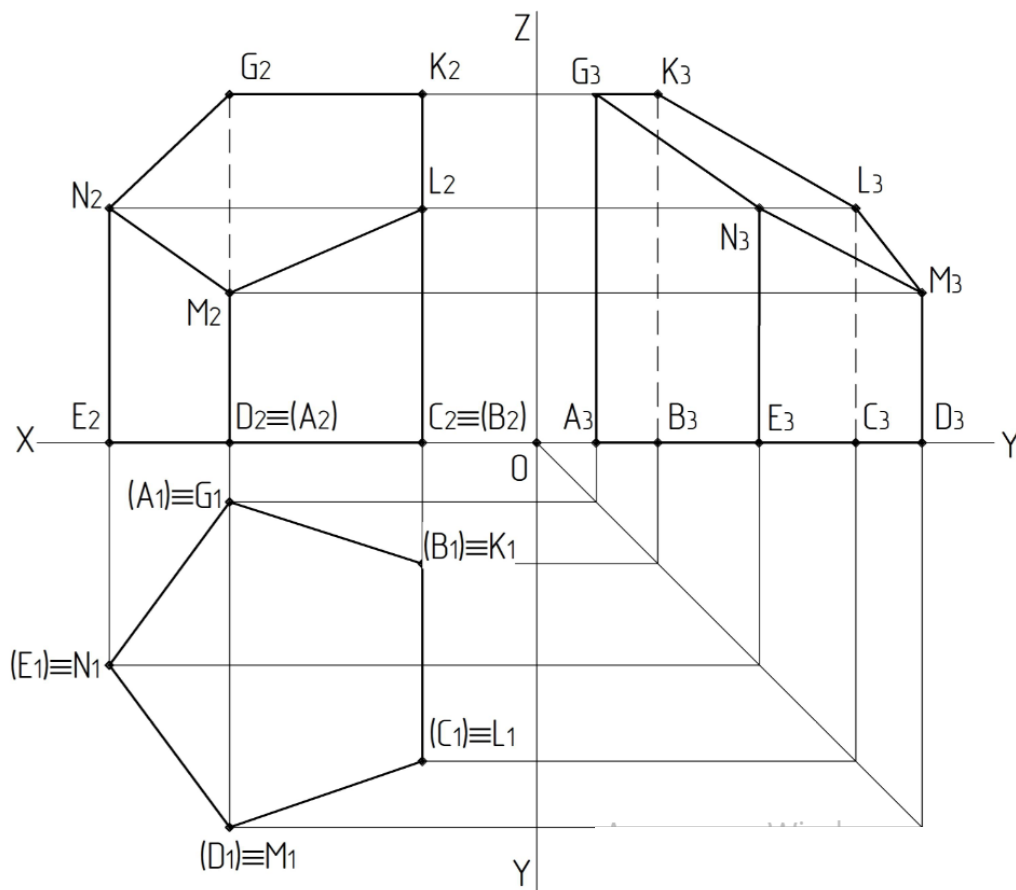


Рис. 4

4. Постройте аксонометрическую проекцию многогранника. В данном задании выполняется прямоугольная изометрическая проекция. Углы между осевыми линиями –  $120^\circ$ . Коэффициенты искажения по всем трём осям равны между собой  $U=V=W=0,82$ . На практике коэффициент искажения принимается равным 1. Масштаб аксонометрического изображения будет увеличен в  $1:0,82 \approx 1,22$  раза по отношению к ортогональному чертежу. При выполнении аксонометрической проекции учитывается свойство параллельных проекций и все истинные величины откладываются параллельно осевым линиям с учётом коэффициентов искажения.

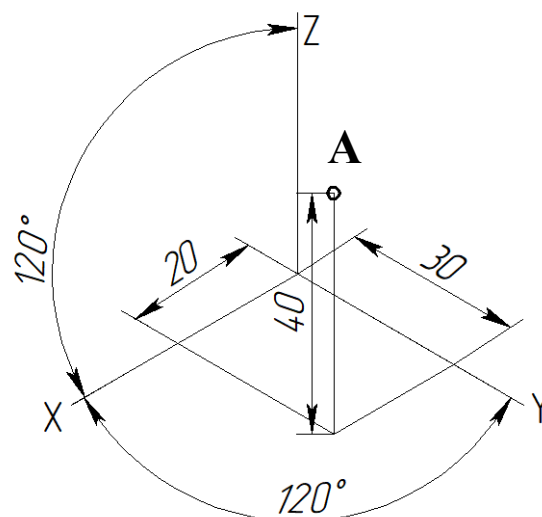


Рис. 5

На рис. 5 приведена прямоугольная изометрия точки  $A(20, 30, 40)$ .

Построение изометрии многогранника рекомендуется начать с построения оснований, которые принадлежат (либо параллельны) горизонтальной или фронтальной плоскости (рис. 6, 7).

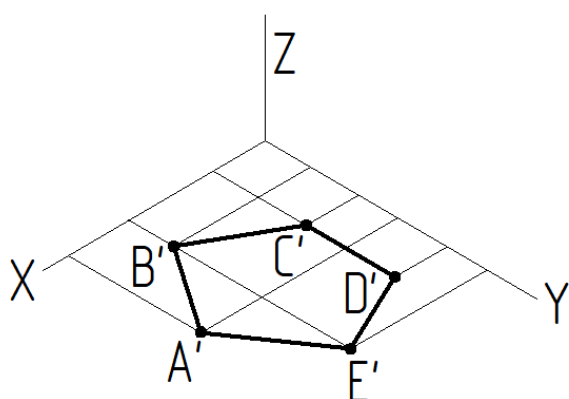


Рис. 6

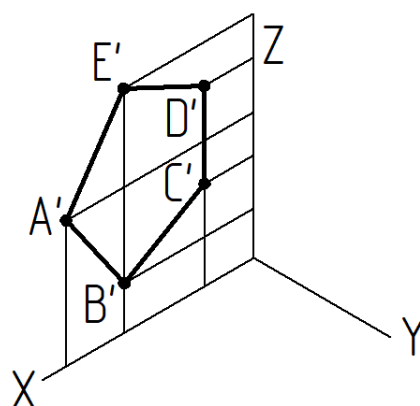


Рис. 7

Далее строятся боковые ребра многогранника, которые, согласно заданию, могут занимать горизонтально-проецирующее либо фронтально-проецирующее положение (рис. 8, 9).

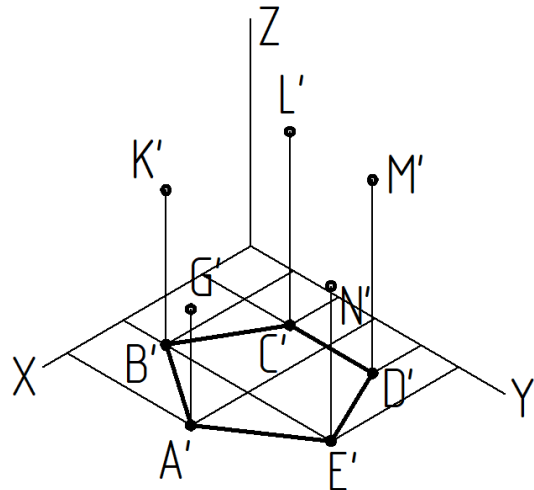


Рис. 8

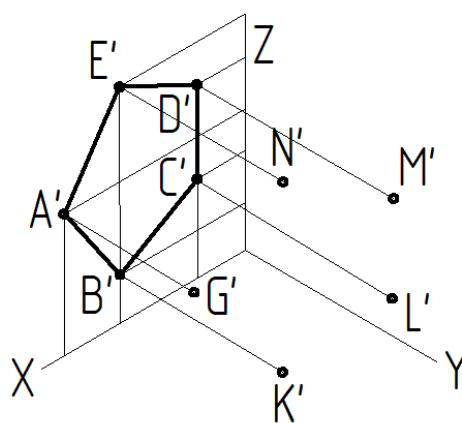


Рис. 9

Соедините вершины верхнего основания многогранника и определите видимость его ребер.

На рис. 10 и 11 представлены прямоугольные изометрии призм.

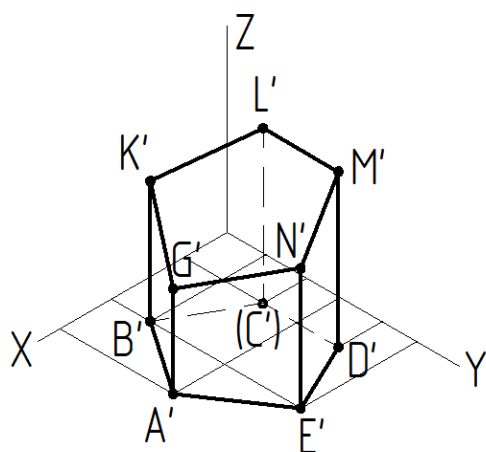


Рис. 10

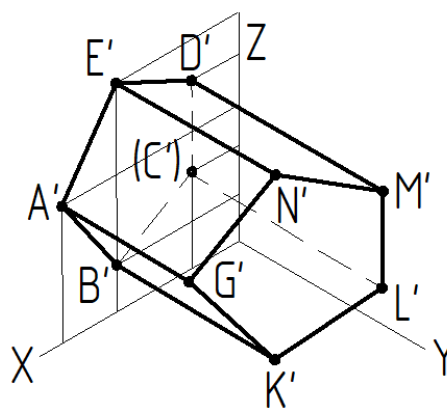


Рис. 11

5. Проведите анализ изображения и заполните таблицу, указав расположение ребер и граней многогранника относительно плоскостей проекций.

Например, рис. 1, 4, исследуем положение боковых рёбер AG, BK, CL, DM, EN. Данные прямые параллельны оси Z, они параллельны фронтальной ( $\Pi_2$ ) и профильной ( $\Pi_3$ ) плоскостям, и перпендикулярны горизонтальной плоскости  $\Pi_1$ . Следовательно, являются горизонтально-проецирующими прямыми.

Аналогично исследуйте проекционные свойства всех 15-ти ребер многогранника.

Пример исследования положения боковой грани призмы CBKL: на горизонтальную плоскость проекций ( $\Pi_1$ ) и на фронтальную плоскость ( $\Pi_2$ ) данная грань проецируется в виде отрезка прямой – следа: на  $\Pi_1$  – параллельного оси Y, и на  $\Pi_2$  – параллельного оси Z. На профильную плоскость проекций ( $\Pi_3$ ) грань проецируется в истинную величину. Следовательно, грань призмы CBKL занимает положение профильной плоскости.

Аналогично исследуйте проекционные свойства всех 7-ми граней призмы.

## 2. ЗАДАНИЕ № 2 – ВЗАИМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ

**Цель задания** — закрепить теоретический материал по теме: взаимное расположение объектов.

Задание состоит из четырёх задач:

**Задача 1.** Построить две проекции плоскости ABC и точки D по заданным координатам.

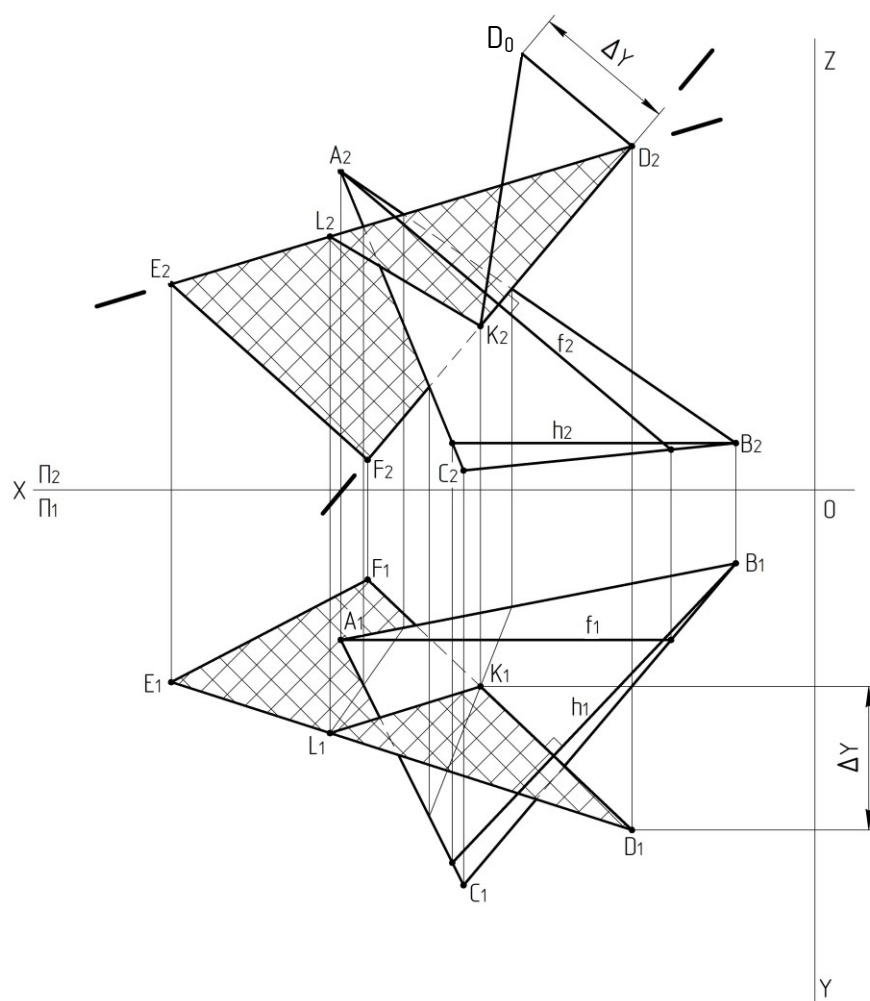
**Задача 2.** Определить натуральную величину расстояния от точки D до плоскости ABC методом прямоугольного треугольника.

**Задача 3.** Построить плоскость DEF, проходящую через точку D, перпендикулярную плоскости ABC.

**Задача 4.** Определить линию пересечения плоскостей ABC и DEF и их видимость.

Задание выполняется в масштабе 2:1.

Образец выполнения задания представлен на рис. 12, исходные данные – в таблице 2.



|           |             |       |      |  |  |                                    |                |        |         |  |
|-----------|-------------|-------|------|--|--|------------------------------------|----------------|--------|---------|--|
|           |             |       |      |  |  | СГУО.020700.002                    |                |        |         |  |
|           |             |       |      |  |  | Взаимное расположение<br>элементов | Лит.           | Масса  | Масштаб |  |
| Изм./лист | № докум.    | Подп. | Дата |  |  |                                    |                |        | 1:1     |  |
| Разраб.   | Иванов И.И. |       |      |  |  |                                    |                |        |         |  |
| Проед.    | Петров П.П. |       |      |  |  |                                    |                |        |         |  |
| Т.контр.  |             |       |      |  |  |                                    | Лист           | Листов | 1       |  |
| Н.контр.  |             |       |      |  |  |                                    | Каф. НГИКГ     |        |         |  |
| Утв.      |             |       |      |  |  |                                    | гр. АТП/Б-20-1 |        |         |  |
|           |             |       |      |  |  | Копировал                          | Формат А3      |        |         |  |

**Рис. 12**

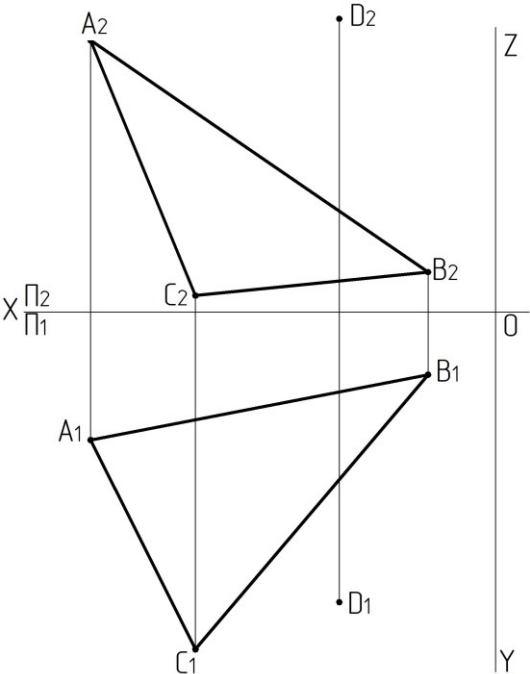
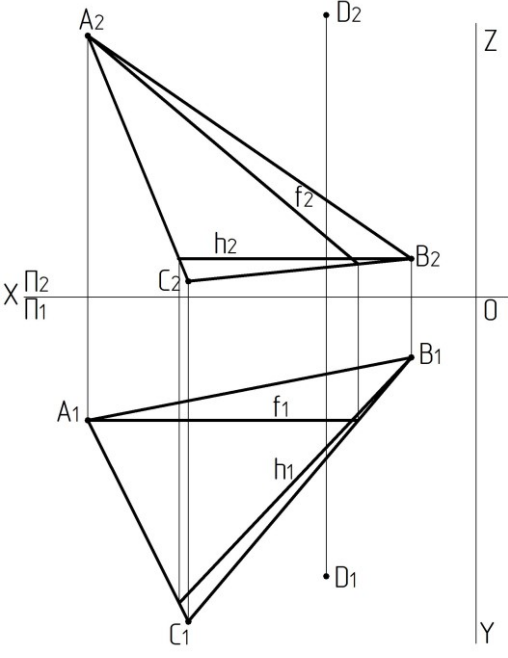
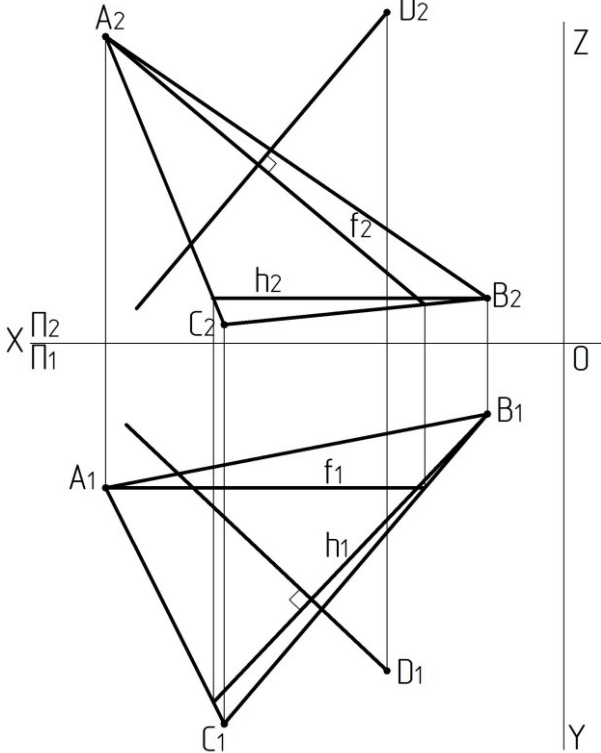
Таблица 2

| №<br>варианта | Координаты точек |             |             |             |
|---------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
|               | A (X, Y, Z)      | B (X, Y, Z) | C (X, Y, Z) | D (X, Y, Z) |
| 1             | 20; 65; 30       | 40; 15; 65  | 80; 30; 35  | 15; 35; 70  |
| 2             | 75; 75; 5        | 60; 20; 60  | 20; 10; 40  | 30; 55; 50  |
| 3             | 0; 30; 75        | 30; 65; 15  | 80; 25; 15  | 45; 65; 75  |
| 4             | 90; 5; 70        | 65; 60; 15  | 15; 15; 20  | 25; 45; 70  |
| 5             | 75; 70; 20       | 10; 35; 10  | 60; 20; 60  | 20; 70; 70  |
| 6             | 20; 25; 0        | 60; 5; 80   | 90; 75; 40  | 0; 60; 60   |
| 7             | 0; 60; 20        | 20; 10; 60  | 85; 10; 20  | 50; 70; 65  |
| 8             | 10; 20; 15       | 55; 70; 5   | 80; 20; 45  | 20; 60; 55  |
| 9             | 0; 50; 10        | 60; 70; 70  | 80; 10; 10  | 20; 10; 70  |
| 10            | 85; 70; 10       | 25; 20; 25  | 90; 10; 60  | 15; 70; 65  |
| 11            | 25; 5; 25        | 60; 60; 5   | 95; 20; 50  | 36; 45; 55  |
| 12            | 95; 30; 65       | 15; 15; 10  | 70; 80; 5   | 35; 70; 70  |
| 13            | 20; 5; 60        | 50; 60; 5   | 90; 15; 30  | 60; 60; 60  |
| 14            | 10; 5; 70        | 80; 20; 25  | 40; 65; 10  | 70; 70; 70  |
| 15            | 20; 45; 55       | 60; 70; 10  | 90; 10; 60  | 20; 0; 10   |
| 16            | 5; 10; 60        | 40; 65; 10  | 70; 5; 40   | 70; 50; 75  |
| 17            | 10; 45; 5        | 90; 5; 10   | 50; 70; 70  | 15; 5; 50   |
| 18            | 65; 20; 70       | 0; 20; 15   | 50; 70; 5   | 15; 60; 55  |
| 19            | 20; 20; 70       | 50; 50; 10  | 70; 10; 30  | 80; 60; 70  |
| 20            | 85; 10; 45       | 70; 50; 0   | 20; 20; 10  | 55; 60; 60  |
| 21            | 0; 70; 60        | 30; 10; 80  | 70; 15; 20  | 60; 50; 70  |
| 22            | 0; 70; 25        | 45; 10; 70  | 90; 30; 20  | 65; 60; 70  |
| 23            | 10; 20; 40       | 50; 60; 10  | 75; 10; 40  | 75; 60; 75  |
| 24            | 10; 10; 10       | 90; 80; 20  | 65; 10; 60  | 15; 70; 65  |
| 25            | 60; 65; 10       | 0; 10; 25   | 85; 5; 60   | 20; 65; 60  |
| 26            | 10; 70; 20       | 50; 10; 60  | 90; 25; 10  | 70; 65; 45  |
| 27            | 10; 5; 70        | 40; 70; 10  | 90; 5; 40   | 100; 55; 25 |
| 28            | 0; 50; 5         | 25; 0; 60   | 85; 10; 15  | 50; 50; 50  |
| 29            | 10; 70; 10       | 40; 10; 50  | 80; 20; 20  | 80; 55; 55  |
| 30            | 75; 70; 20       | 10; 35; 10  | 60; 20; 60  | 20; 70; 70  |

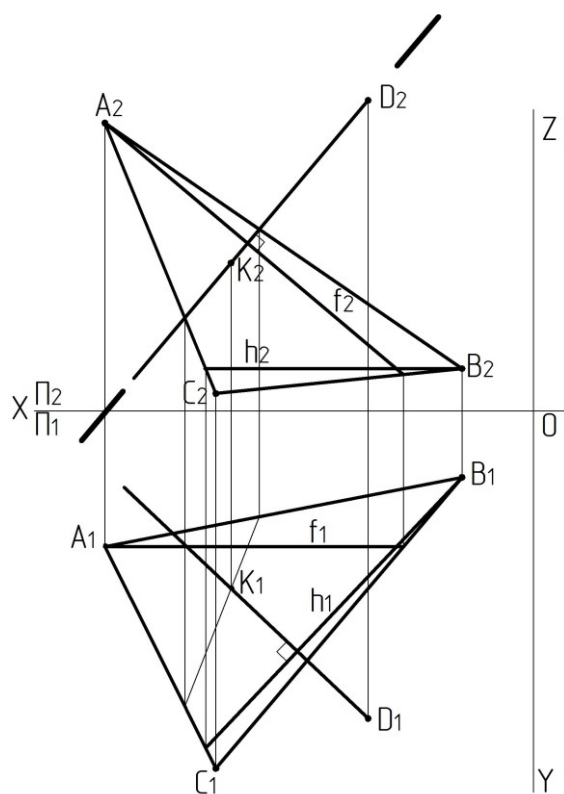
Для решения задач необходимо знать:

1. Расстояние от точки D до плоскости  $\Delta ABC$  определяется длиной перпендикуляра, восстановленного из этой точки на плоскость;
2. Прямая перпендикулярна к плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым, лежащим в этой плоскости;
3. Если прямая перпендикулярна плоскости, то ее проекции перпендикулярны соответствующим проекциям горизонталей и фронталей этой плоскости;
4. Плоскости перпендикулярны, если прямая принадлежащая одной плоскости, перпендикулярна другой плоскости.
5. Если прямая перпендикулярна плоскости, то всякая плоскость, проходящая через эту прямую, перпендикулярна заданной плоскости.

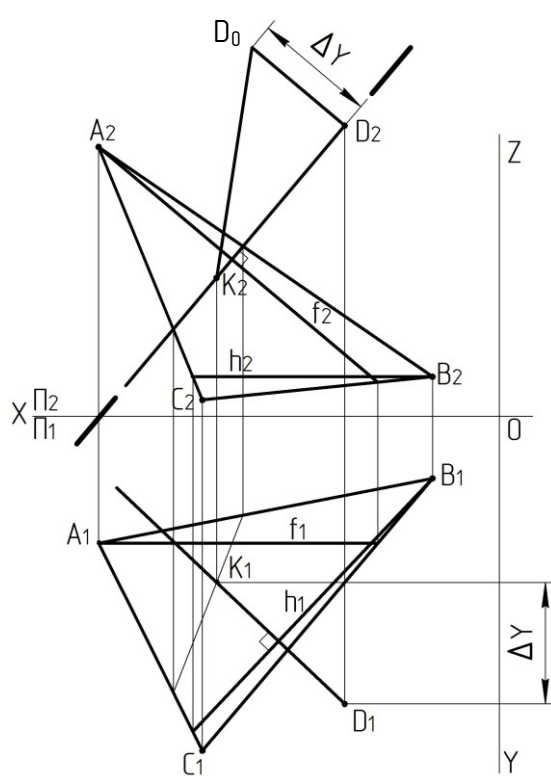
### ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

| Дано: Плоскость ABC и точка D.                                                     | 1. В плоскости $\triangle ABC$ проведите горизонталь – $h$ и фронталь – $f$ ;       | 2. Опустите перпендикуляр из точки D на плоскость $\triangle ABC$ ;                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |

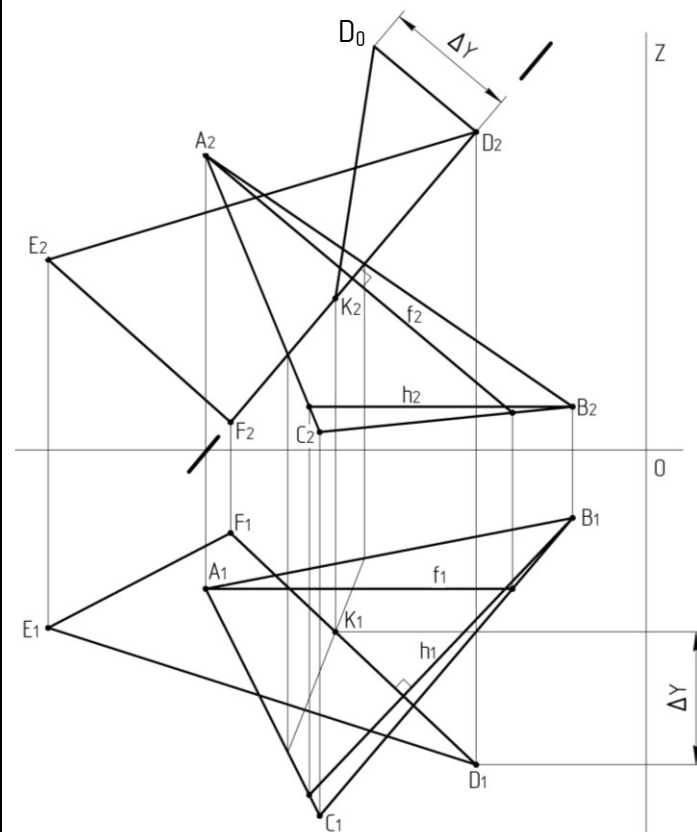
3. Определите точку пересечения перпендикуляра с плоскостью;



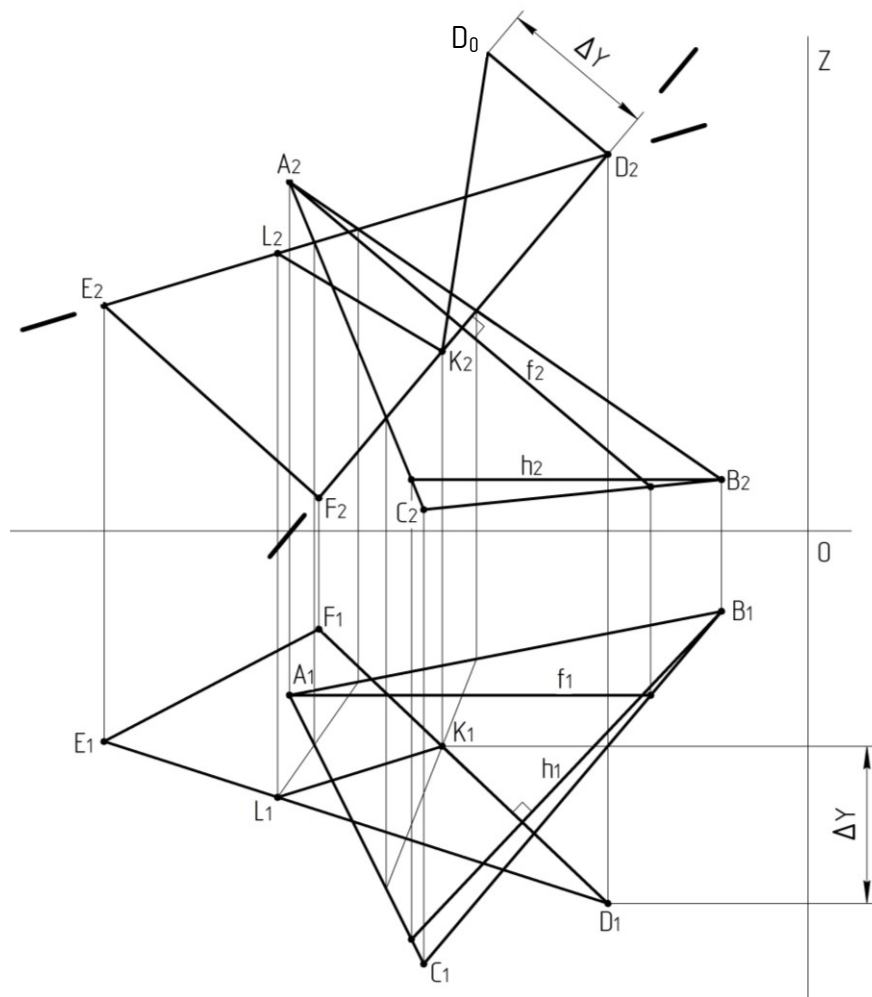
4. Методом прямоугольного треугольника определите натуральную величину расстояния от точки до плоскости



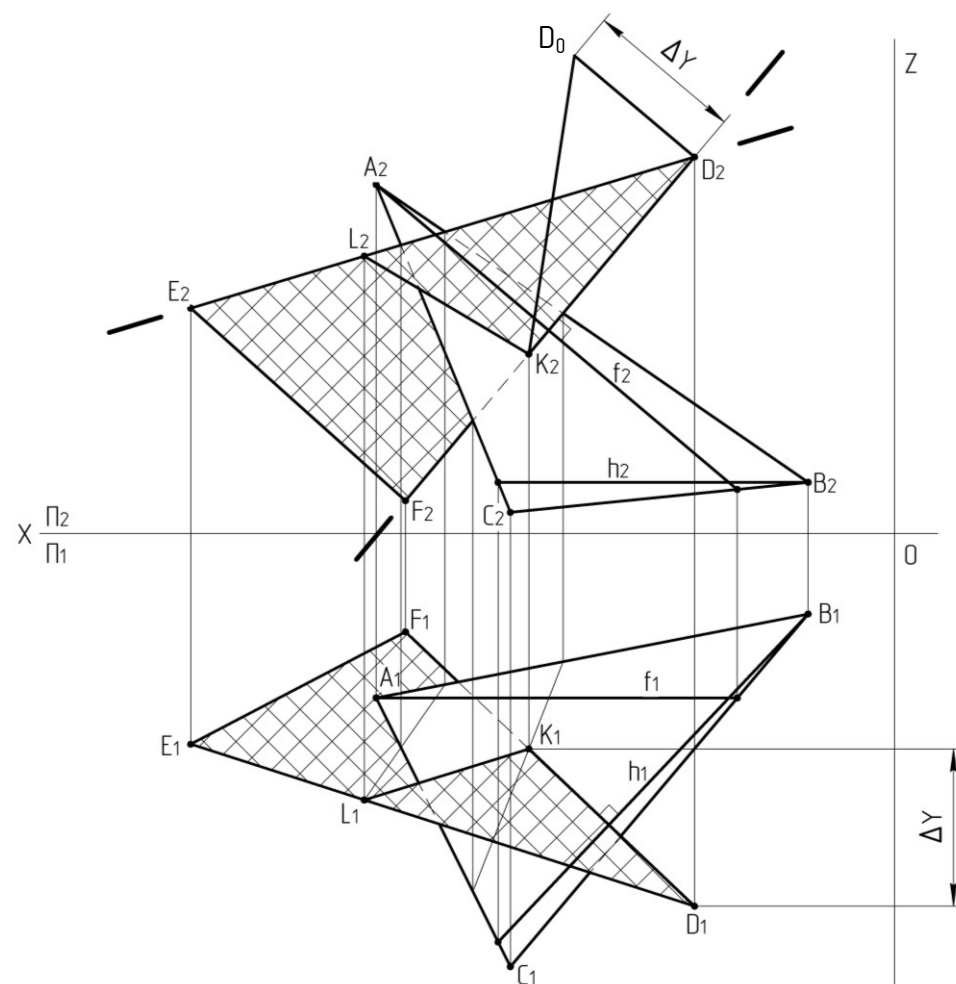
5. Через точку D постройте плоскость DEF перпендикулярную плоскости ABC



## 6. Определите линию пересечения плоскостей



## 7. Определите видимость плоскостей методом конкурирующих точек





3. ЗАДАНИЕ № 3 – МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

Цель задания — закрепить навыки построения на комплексном чертеже проекций точек, прямых и плоскостей, освоить преобразование комплексного чертежа методом замены плоскостей проекций и определение метрических характеристик геометрических фигур.

По заданным координатам вершин необходимо построить горизонтальную и фронтальную проекцию пирамиды ABCD и определить видимость её ребер.

Задание состоит из трех задач:

**Задача 1.** Определить расстояние от заданной вершины до грани пирамиды;

**Задача 2.** Определить натуральную величину заданной грани пирамиды;

**Задача 3.** Определить величину двугранного угла при заданном ребре пирамиды.

Образец выполненного задания представлен на рис. 13, исходные данные – в таблице 3.

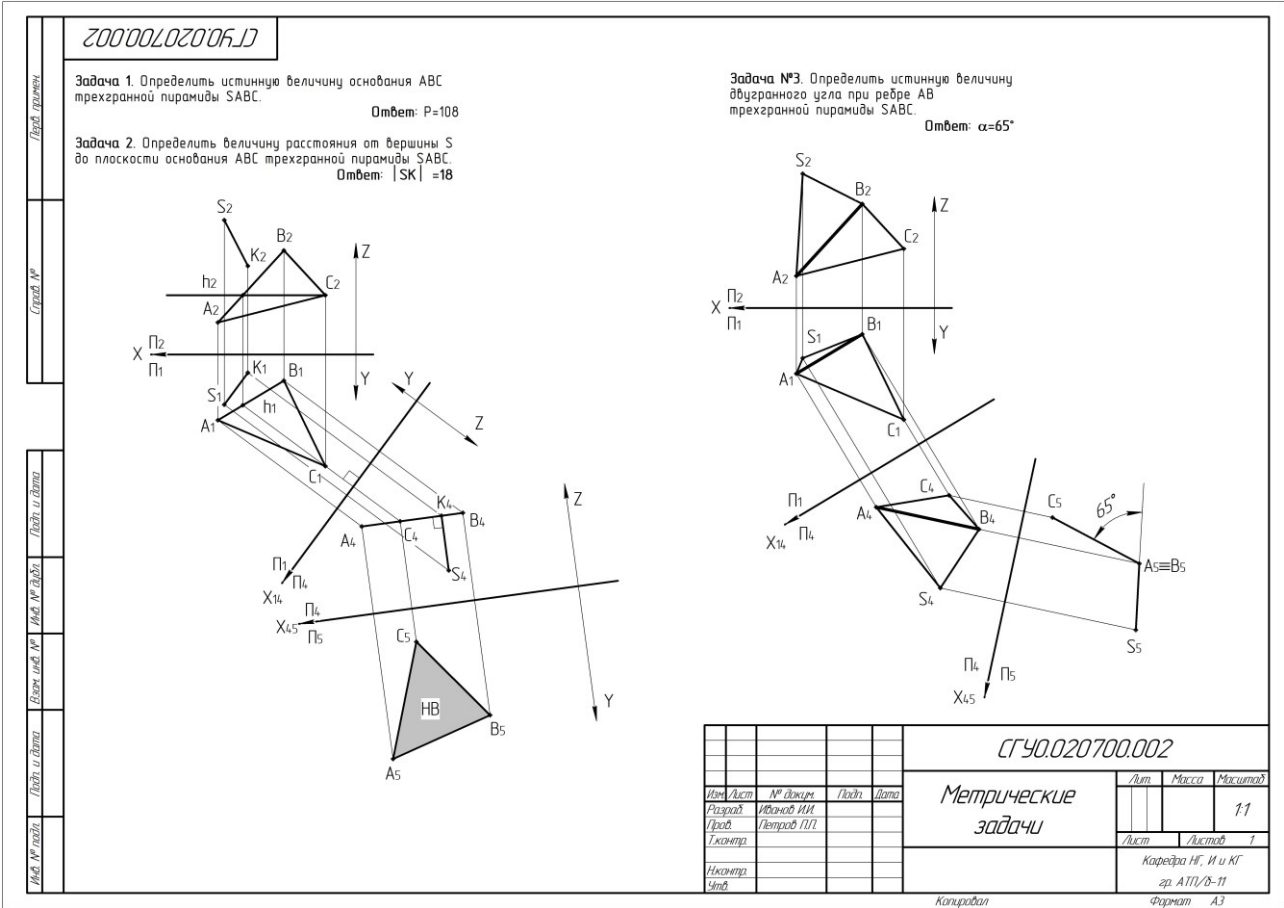


Рис. 13

Таблица 3 – Исходные данные по вариантам

| №<br>варианта | Координаты вершин<br>пирамиды |     |    |    |    | Определить натуральную величину |             |              |                                  |
|---------------|-------------------------------|-----|----|----|----|---------------------------------|-------------|--------------|----------------------------------|
|               |                               |     |    |    |    | расстояния                      |             | треугольника | Двугранного<br>угла при<br>ребре |
|               |                               |     |    |    |    | От<br>вершины                   | До<br>грани |              |                                  |
| 1             | 2                             | 3   | 4  | 5  | 6  | 7                               | 8           | 9            | 10                               |
| 1             | X                             | 75  | 35 | 10 | 70 | D                               | ABC         | ABC          | AB                               |
|               | Y                             | 25  | 10 | 50 | 60 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 50  | 0  | 25 | 0  |                                 |             |              |                                  |
| 2             | X                             | 75  | 35 | 10 | 60 | D                               | ABC         | ABC          | AB                               |
|               | Y                             | 40  | 30 | 65 | 70 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 0   | 50 | 25 | 55 |                                 |             |              |                                  |
| 3             | X                             | 75  | 70 | 5  | 45 | A                               | BCD         | BCD          | CD                               |
|               | Y                             | 55  | 0  | 10 | 55 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 65  | 20 | 50 | 5  |                                 |             |              |                                  |
| 4             | X                             | 35  | 65 | 60 | 5  | B                               | ACD         | ACD          | AD                               |
|               | Y                             | 40  | 50 | 0  | 10 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 60  | 15 | 35 | 15 |                                 |             |              |                                  |
| 5             | X                             | 45  | 0  | 60 | 75 | D                               | ABC         | ABC          | AC                               |
|               | Y                             | 60  | 20 | 30 | 25 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 20  | 10 | 65 | 20 |                                 |             |              |                                  |
| 6             | X                             | 20  | 55 | 80 | 10 | A                               | BCD         | BCD          | CD                               |
|               | Y                             | 45  | 10 | 60 | 10 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 50  | 50 | 0  | 20 |                                 |             |              |                                  |
| 7             | X                             | 10  | 55 | 80 | 20 | D                               | ABC         | ABC          | BD                               |
|               | Y                             | 20  | 65 | 0  | 5  |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 10  | 10 | 60 | 75 |                                 |             |              |                                  |
| 8             | X                             | 95  | 5  | 55 | 85 | D                               | ABC         | ABC          | CD                               |
|               | Y                             | 30  | 10 | 70 | 20 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 0   | 20 | 60 | 60 |                                 |             |              |                                  |
| 9             | X                             | 45  | 5  | 70 | 60 | D                               | ABC         | ABC          | BD                               |
|               | Y                             | 55  | 10 | 0  | 40 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 0   | 45 | 30 | 55 |                                 |             |              |                                  |
| 10            | X                             | 75  | 30 | 10 | 60 | B                               | ACD         | ACD          | BD                               |
|               | Y                             | 0   | 50 | 20 | 50 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 25  | 15 | 50 | 65 |                                 |             |              |                                  |
| 11            | X                             | 80  | 40 | 15 | 65 | A                               | BCD         | BCD          | AC                               |
|               | Y                             | 25  | 10 | 55 | 70 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 50  | 0  | 20 | 10 |                                 |             |              |                                  |
| 12            | X                             | 60  | 45 | 5  | 75 | D                               | ABC         | ABC          | AC                               |
|               | Y                             | 20  | 60 | 20 | 10 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 65  | 10 | 10 | 25 |                                 |             |              |                                  |
| 13            | X                             | 105 | 10 | 60 | 85 | C                               | ABD         | ABD          | CD                               |
|               | Y                             | 20  | 0  | 70 | 70 |                                 |             |              |                                  |
|               | Z                             | 30  | 20 | 70 | 0  |                                 |             |              |                                  |

Продолжение таблицы 2

| 1  | 2           | 3              | 4              | 5              | 6              | 7 | 8   | 9   | 10 |
|----|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|-----|-----|----|
| 14 | X<br>Y<br>Z | 50<br>60<br>10 | 10<br>15<br>55 | 75<br>5<br>25  | 80<br>50<br>70 | D | ABC | ABC | BD |
| 15 | X<br>Y<br>Z | 65<br>25<br>65 | 50<br>65<br>10 | 10<br>25<br>10 | 70<br>15<br>25 | D | ABC | ABC | AB |
| 16 | X<br>Y<br>Z | 90<br>10<br>70 | 60<br>70<br>10 | 30<br>20<br>80 | 10<br>40<br>30 | C | ABD | ABD | AB |
| 17 | X<br>Y<br>Z | 10<br>50<br>25 | 75<br>25<br>50 | 35<br>10<br>0  | 70<br>60<br>5  | D | ABC | ABC | BD |
| 18 | X<br>Y<br>Z | 10<br>65<br>25 | 35<br>30<br>50 | 75<br>40<br>0  | 60<br>70<br>55 | D | ABC | ABC | BD |
| 19 | X<br>Y<br>Z | 75<br>55<br>65 | 70<br>0<br>20  | 45<br>55<br>5  | 5<br>10<br>50  | A | BCD | BCD | BD |
| 20 | X<br>Y<br>Z | 5<br>10<br>15  | 65<br>50<br>15 | 60<br>0<br>35  | 35<br>40<br>60 | B | ACD | ACD | CD |
| 21 | X<br>Y<br>Z | 45<br>60<br>20 | 0<br>20<br>10  | 75<br>25<br>20 | 60<br>30<br>65 | C | ABD | ABD | AD |
| 22 | X<br>Y<br>Z | 10<br>10<br>20 | 55<br>10<br>50 | 80<br>60<br>0  | 20<br>45<br>50 | D | ABC | ABC | AB |
| 23 | X<br>Y<br>Z | 10<br>20<br>10 | 20<br>5<br>75  | 80<br>0<br>60  | 55<br>65<br>10 | B | ACD | ACD | AB |
| 24 | X<br>Y<br>Z | 85<br>20<br>60 | 5<br>10<br>20  | 55<br>70<br>60 | 95<br>30<br>0  | A | BCD | BCD | AC |
| 25 | X<br>Y<br>Z | 45<br>55<br>0  | 5<br>10<br>45  | 60<br>40<br>55 | 70<br>0<br>30  | C | ABD | ABD | BC |
| 26 | X<br>Y<br>Z | 60<br>50<br>65 | 60<br>50<br>15 | 10<br>20<br>50 | 75<br>0<br>25  | B | ACD | ACD | AB |
| 27 | X<br>Y<br>Z | 65<br>70<br>10 | 40<br>10<br>0  | 15<br>55<br>20 | 80<br>25<br>50 | D | ABC | ABC | CD |

### Пояснения к решению задачи №1 (рис. 14).

Расстояние от точки до плоскости общего положения – это перпендикуляр, проведённый из точки до плоскости проецирующего положения. Данная задача относится к элементарным метрическим задачам.

Для преобразования плоскости общего положения в проецирующее положение необходимо и достаточно заменить плоскость проекции таким образом, чтобы заданная плоскость стала ей перпендикулярна.

Известна теорема: «Если прямая перпендикулярна плоскости, то все плоскости, проходящие через эту прямую, перпендикулярны заданной плоскости». На основании данной теоремы новую плоскость проекции  $\Pi_4$  необходимо расположить перпендикулярно прямой уровня, например, горизонтали  $h$  ( $h_1$ ), лежащей в заданной плоскости. В новой системе плоскостей проекций  $\Pi_1/\Pi_4$  прямая уровня  $h$  займёт проецирующее положение. Вместе с прямой уровня проецирующее положение займёт и заданная плоскость. Новая осевая линия пройдёт перпендикулярно натуральной величине прямой уровня. Координаты точек переносятся на новую плоскость с заменяемой.

Расстояние от точки до плоскости определяется как перпендикуляр из точки на проецирующую плоскость (на рис. 3 отрезок  $|D_4I_4|$  – натуральная величина). В системе плоскостей проекций  $\Pi_1/\Pi_4$  этот отрезок занимает положение уровня и на плоскости  $\Pi_1$  проекция отрезка ( $D_1I_1$ ) параллельна осевой линии  $X_{14}$ . Проекция  $I_2$  определяется по координате  $Z_K$ , измеренной на плоскости  $\Pi_4$ .

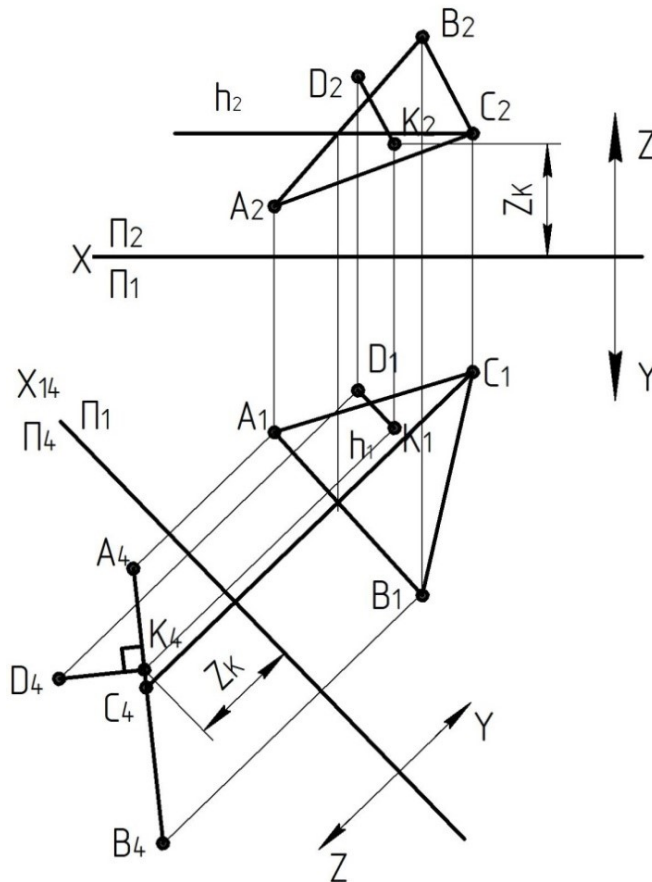


Рис. 14

### Пояснения к решению задачи №2 (рис. 15).

Для определения натуральной величины плоскости следует преобразовать чертёж таким образом, чтобы плоскость общего положения заняла положение уровня. Задача решается двумя преобразованиями комплексного чертежа: Первое – плоскость общего положения преобразуется в проецирующую плоскость (преобразование ведётся относительно горизонтали (фронтал) плоскости, см. опорную задачу №3). На новой фронтальной плоскости  $\Pi_4$  координаты  $Z$  для всех точек плоскости переносятся вдоль соответствующих линий связи с фронтальной плоскости  $\Pi_2$ . Второе преобразование – проецирующая плоскость преобразуется в плоскость уровня (см. опорную задачу №4). В новой горизонтальной плоскости  $\Pi_5$  откладываются координаты  $Y$  для всех точек плоскости вдоль соответствующих линий связи с горизонтальной плоскости  $\Pi_1$  в системе плоскостей проекций  $\Pi_1/\Pi_4$ .

В результате преобразования получена натуральная величина плоскости на  $\Pi_5$ , рис. 13.

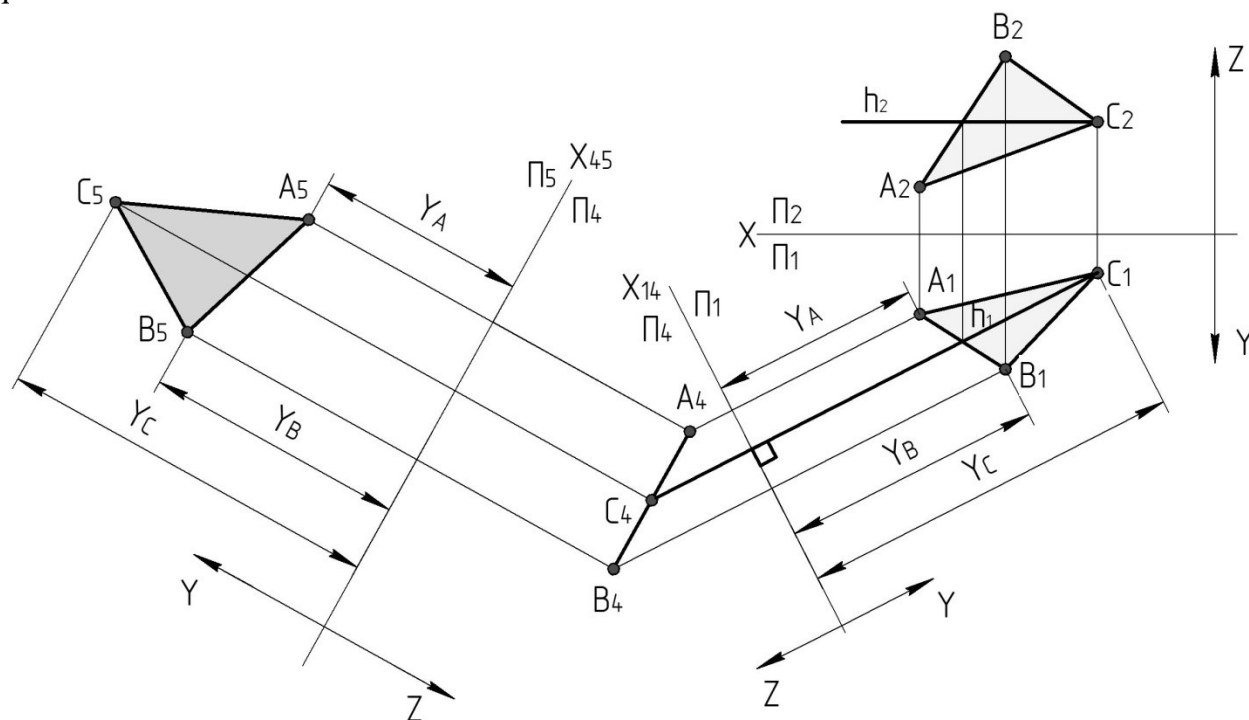


Рис. 15

### Пояснения к решению задачи №3 (рис. 16).

Общим элементом заданных пересекающихся плоскостей является ребро, занимающее общее положение. Для решения задачи это ребро необходимо преобразовать в положение уровня (опорная задача №1), а затем – в проецирующее положение (опорная задача №2). Следом за ребром проецирующее положение займут обе заданные плоскости, и определится искомый угол (рис. 16). В решении принимается угол меньше  $90^\circ$ .

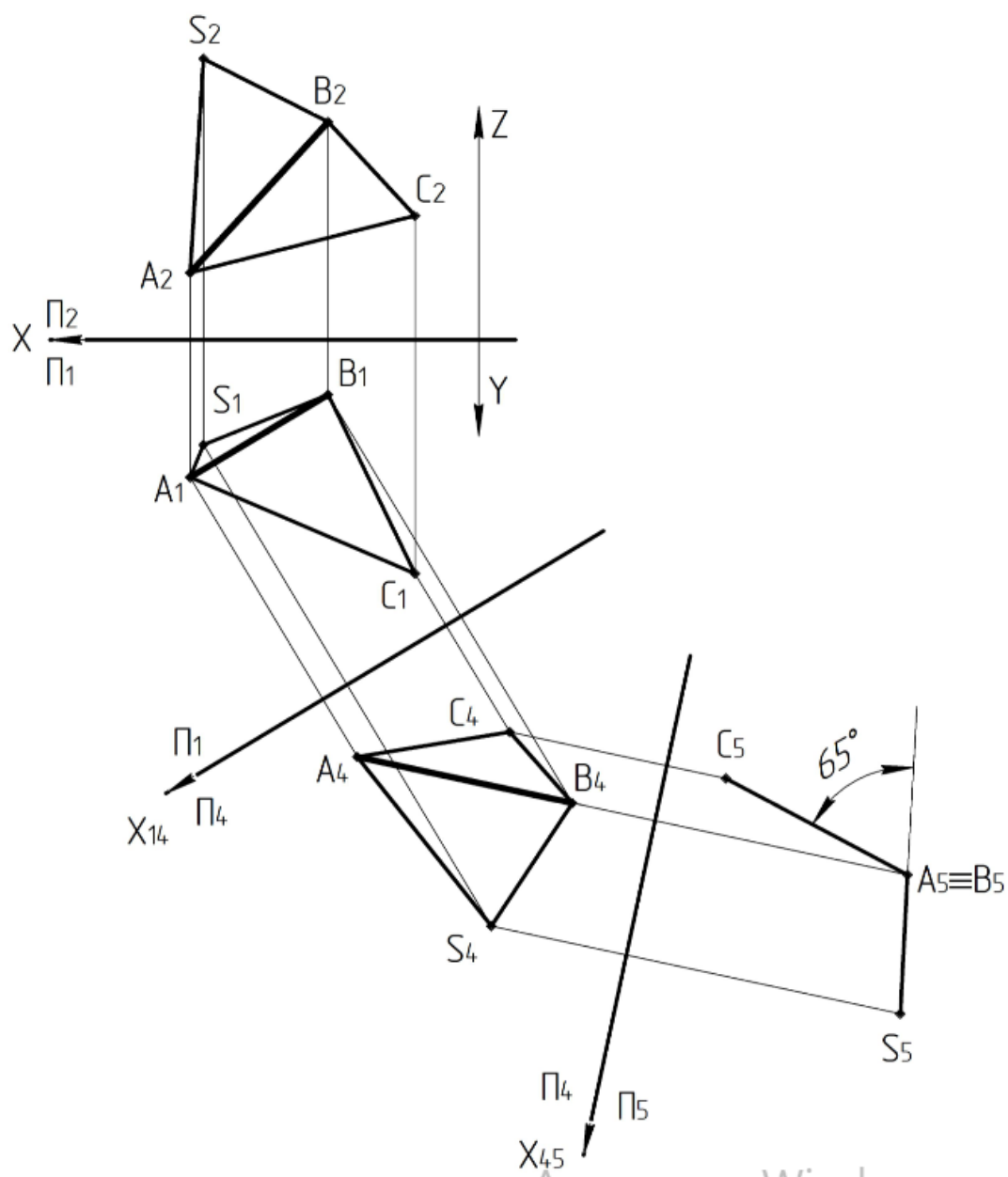


Рис. 16

#### 4. ЗАДАНИЕ № 4 – МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ [2]

**Цель задания** – научить студентов изображать и узнавать на чертеже простейшие геометрические объекты (тела), строить проекции точек и линий, принадлежащих поверхностям этих тел, а также привить первоначальные навыки абстрактного мышления, позволяющего за линиями чертежа видеть реальные геометрические объекты.

Задание состоит из трех задач:

**Задача 1.** Построить фронтальную и профильную проекции геометрических тел с учетом их видимости в проекциях.

**Задача 2.** Достроить недостающие проекции линий, заданных преподавателем на одной из построенных трех проекций, принадлежащих поверхностям.

**Задача 3.** Построить наглядное изображение в прямоугольной изометрии группы геометрических тел в масштабе 1:2.

Образец выполненного задания приведен на рис. 17.

Данные для построения композиции геометрических тел представлены в таблице 4. В таблице приняты следующие обозначения: Ц – цилиндр; К – конус; П – пирамида и С – сфера, Н – высота геометрических тел (пирамиды, конуса и цилиндра); а – размер выполняемой сетки.

Проекции заданных геометрических тел выполняются в масштабе 1:1, а наглядное изображение в прямоугольной изометрии – в масштабе 1:2. Толщина и тип линий выбираются в соответствии с ГОСТ 2.303-68.

Фрагменты теории представлены в таблицах 5...7.

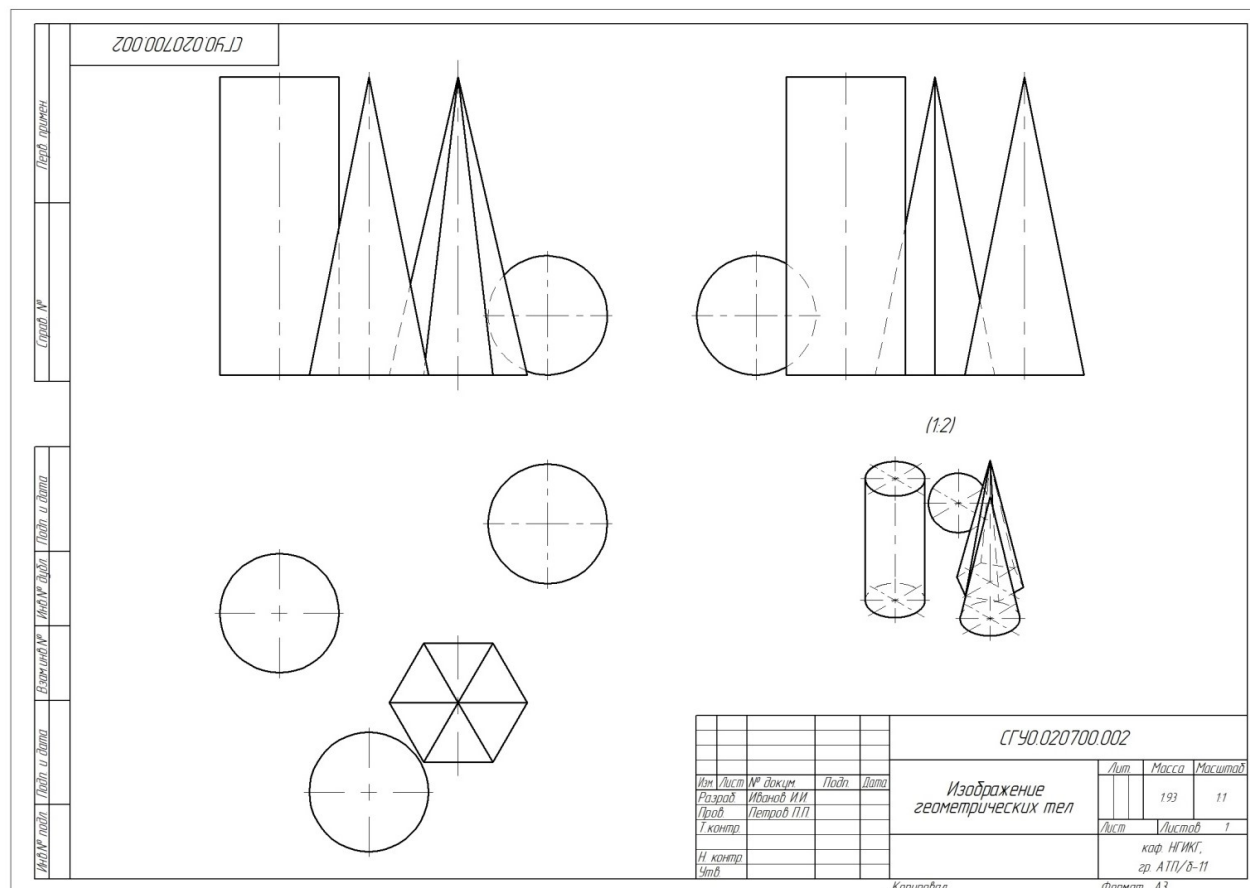
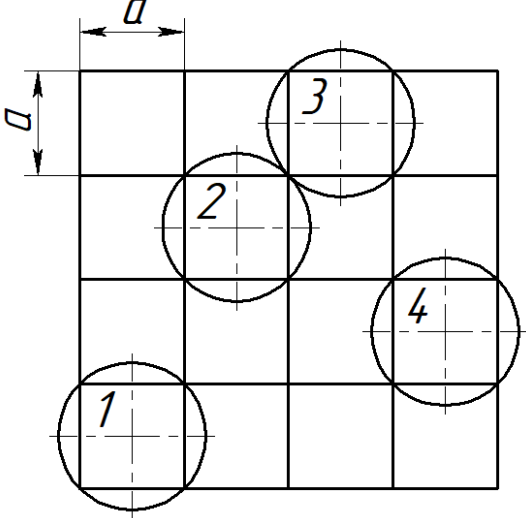
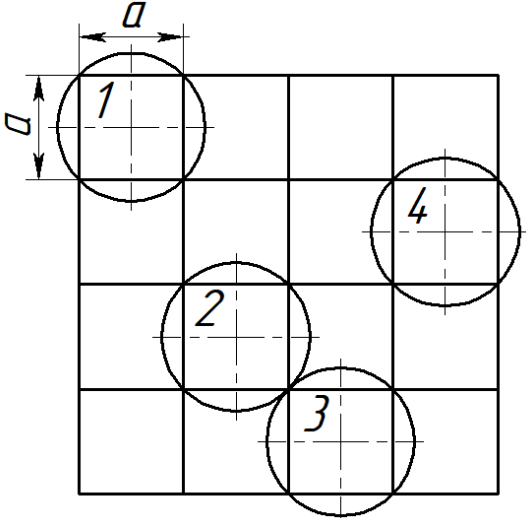
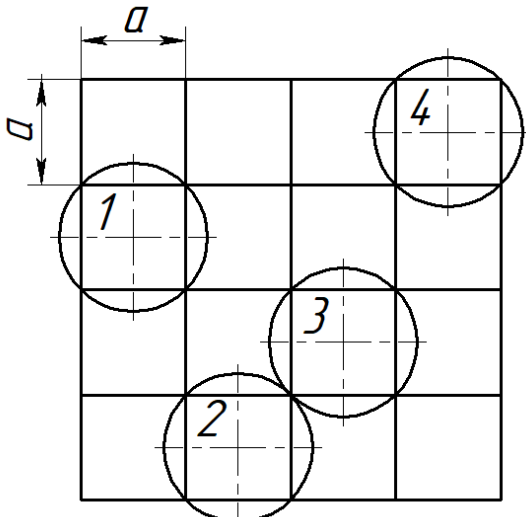


Рис. 17

Таблица 4

| Схема взаиморасположения<br>геометрических тел                                      | №<br>варианта | $a$<br>мм | $H$ ,<br>мм | Геометрические тела |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-------------|---------------------|---|---|---|
|                                                                                     |               |           |             | 1                   | 2 | 3 | 4 |
|    | 1             | 30        | 90          | Ц                   | К | П | С |
|                                                                                     | 2             | 32        | 95          | К                   | П | С | Ц |
|                                                                                     | 3             | 34        | 100         | П                   | С | Ц | К |
|                                                                                     | 4             | 30        | 90          | С                   | Ц | К | П |
|                                                                                     | 5             | 32        | 95          | С                   | П | К | Ц |
|                                                                                     | 6             | 34        | 100         | П                   | К | Ц | С |
|                                                                                     | 7             | 30        | 90          | К                   | Ц | С | П |
|                                                                                     | 8             | 32        | 95          | Ц                   | С | К | П |
|                                                                                     | 9             | 34        | 100         | П                   | К | С | Ц |
|                                                                                     | 10            | 30        | 90          | К                   | П | Ц | С |
|   | 11            | 30        | 90          | Ц                   | К | П | С |
|                                                                                     | 12            | 32        | 95          | К                   | П | С | Ц |
|                                                                                     | 13            | 34        | 100         | П                   | С | Ц | К |
|                                                                                     | 14            | 30        | 90          | С                   | Ц | К | П |
|                                                                                     | 15            | 32        | 95          | С                   | П | К | Ц |
|                                                                                     | 16            | 34        | 100         | П                   | К | Ц | С |
|                                                                                     | 17            | 30        | 90          | К                   | Ц | С | П |
|                                                                                     | 18            | 32        | 95          | Ц                   | С | К | П |
|                                                                                     | 19            | 34        | 100         | П                   | К | С | Ц |
|                                                                                     | 20            | 30        | 90          | К                   | П | Ц | С |
|  | 21            | 30        | 90          | Ц                   | К | П | С |
|                                                                                     | 22            | 32        | 95          | К                   | П | С | Ц |
|                                                                                     | 23            | 34        | 100         | П                   | С | Ц | К |
|                                                                                     | 24            | 30        | 90          | С                   | Ц | К | П |
|                                                                                     | 25            | 32        | 95          | С                   | П | К | Ц |
|                                                                                     | 26            | 34        | 100         | П                   | К | Ц | С |
|                                                                                     | 27            | 32        | 95          | С                   | П | К | Ц |
|                                                                                     | 28            | 32        | 95          | Ц                   | С | К | П |
|                                                                                     | 29            | 34        | 100         | П                   | К | С | Ц |
|                                                                                     | 30            | 30        | 90          | К                   | П | Ц | С |



## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1) Подготовить компоновку чертежа (рис. 18).

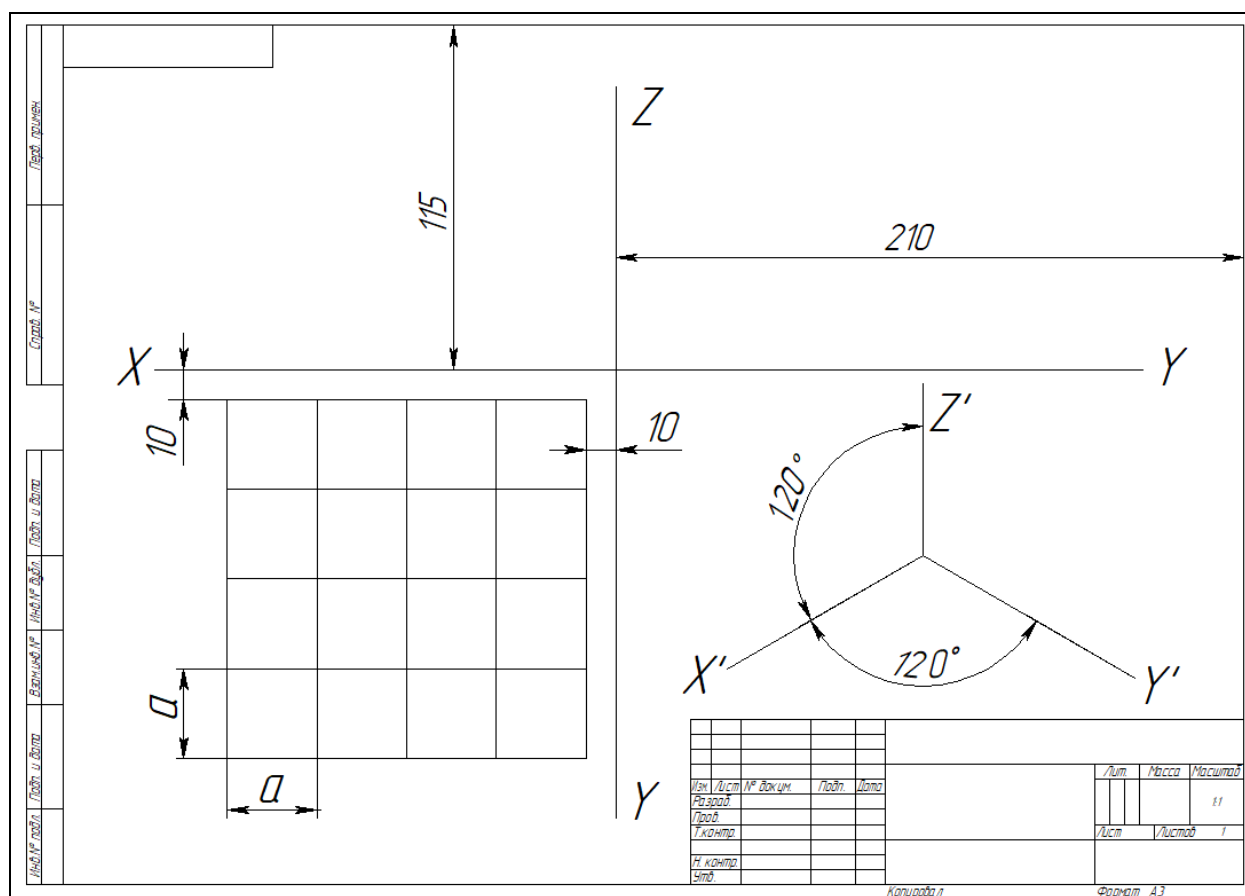


Рис. 18

2) Построить сетку по заданной стороне **a** со смещением на 10 мм вниз от оси OX и влево от оси OY.

3) Построить заданные горизонтальные проекции геометрических тел. Размещение тел выполнить в соответствии с вариантом.

4) Построить фронтальную и профильную проекции геометрических тел. При определении видимости тел следует учитывать, что видимыми будут те тела, которые расположены ближе к наблюдателю или дальше от той плоскости проекций, на которой строится изображение.

5) Дорисовать недостающие проекции линий, заданных преподавателем на одной из проекций поверхностей, с учетом их видимости. Невидимые участки линий наносятся штриховой линией. Для определения видимых и невидимых участков линий используют границу видимости, определяемую точками, лежащими на очерках поверхности.

6) Построить аксонометрию геометрических тел в масштабе 1:2.

7) Обвести чертеж линиями в соответствии с ГОСТ 2.303-68 и заполнить основную надпись (ГОСТ 2.104-68).

## ФРАГМЕНТЫ ТЕОРИИ

Таблица 5 – Проекции геометрических тел

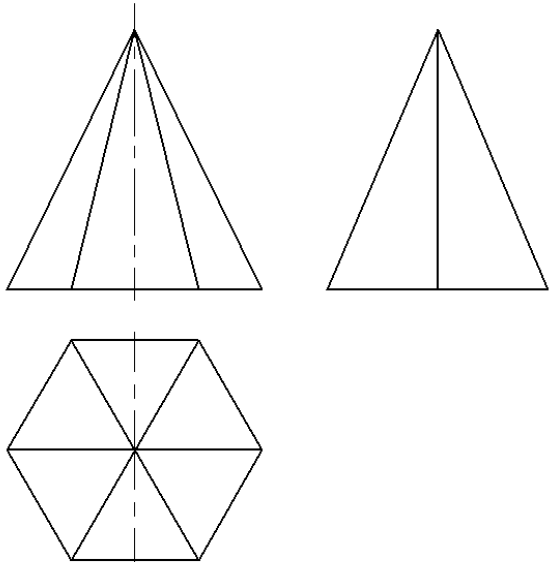
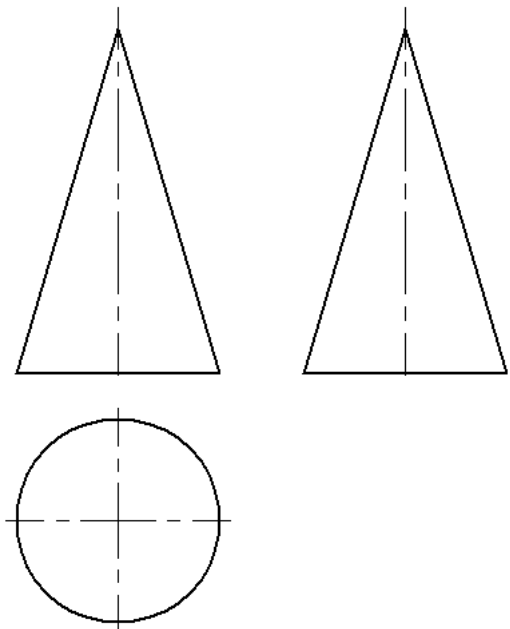
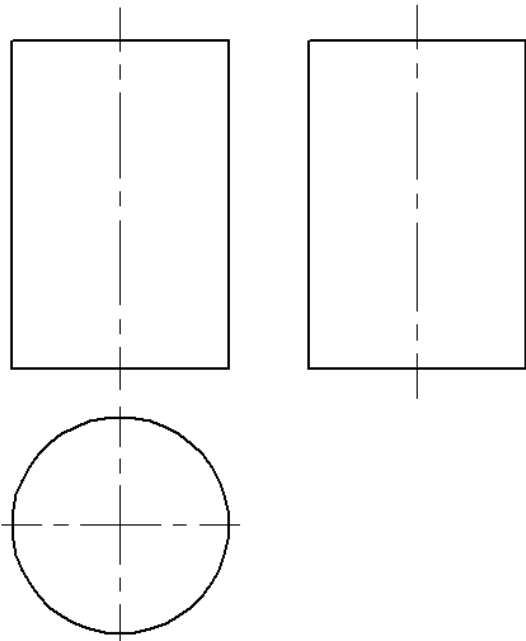
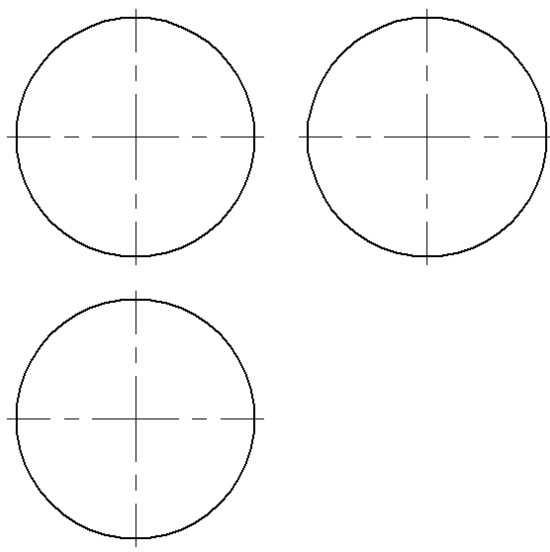
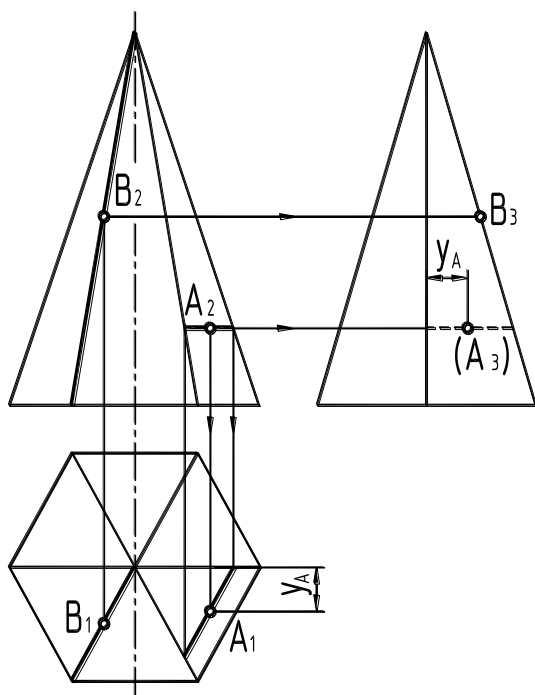
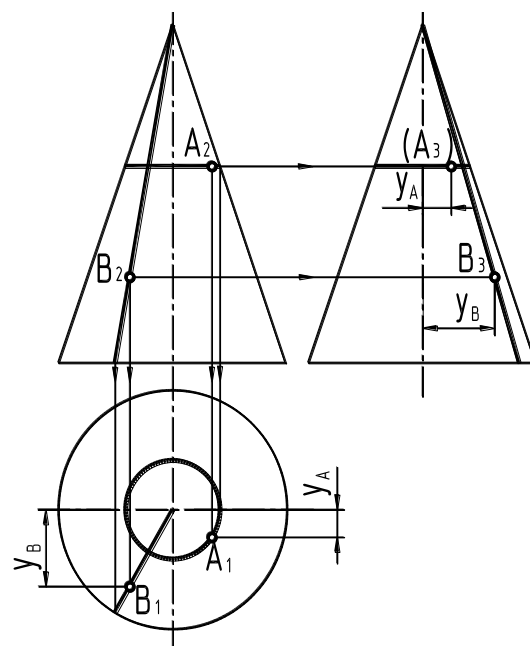
|                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Проекции пирамиды – это проекции её вершин и ребер.</p>              | <p>Проекции конуса – это проекции очерковых линий его контуров.</p>  |
| <p>Проекции цилиндра – это проекции очерковых линий его контуров.</p>  | <p>Проекции сферы – это проекции очерковых линий её контуров.</p>   |

Таблица 6 - Принадлежность точки поверхности

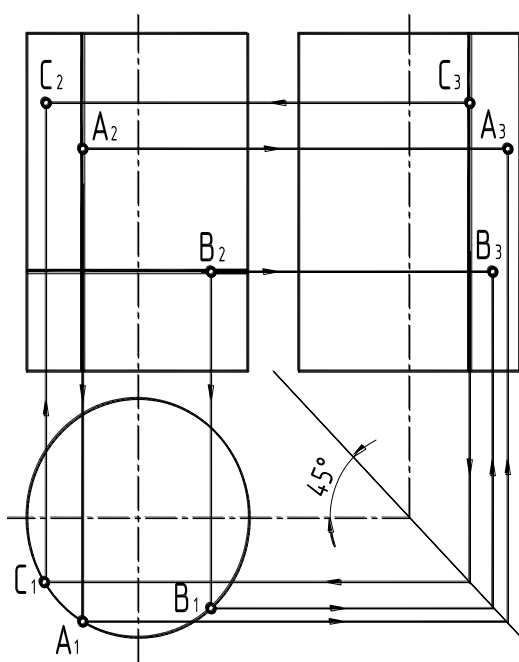
Точка лежит на поверхности пирамиды, если она лежит на прямой линии, принадлежащей пирамиде.



Точка лежит на поверхности конуса, если она лежит на образующих конуса (прямой или окружности).



Точка лежит на поверхности цилиндра, если она лежит на образующих цилиндра (прямой или окружности).



Точка лежит на поверхности сферы, если она лежит на окружности, принадлежащей сфере.

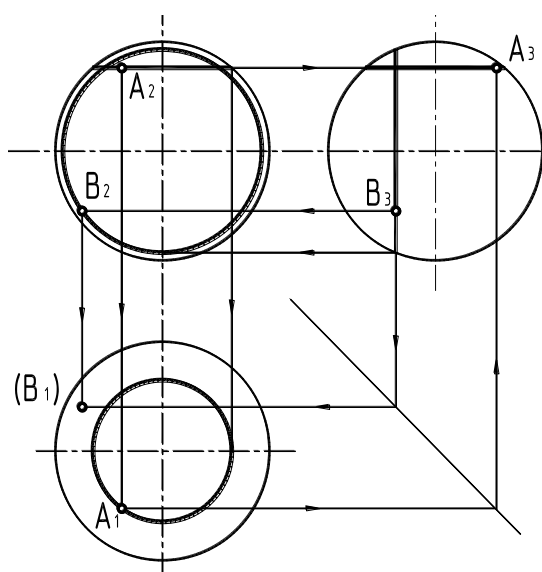


Таблица 7 – Примеры построения прямоугольной изометрии геометрических тел по их комплексному чертежу

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

## 5. ЗАДАНИЕ № 5 – ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛОСКОСТЯМИ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

**Цель задания** — приобретение студентами практических навыков построения на чертеже линий пересечения поверхностей плоскостями частного положения.

**Задача 1.** Построить три проекции заданных геометрических тел: многогранника и поверхности вращения.

**Задача 2.** Определить проекции линий пересечения поверхностей плоскостями частного положения, заданных преподавателем.

Образец выполненного задания представлен на рис. 19. Исходные данные приведены в таблице 8.

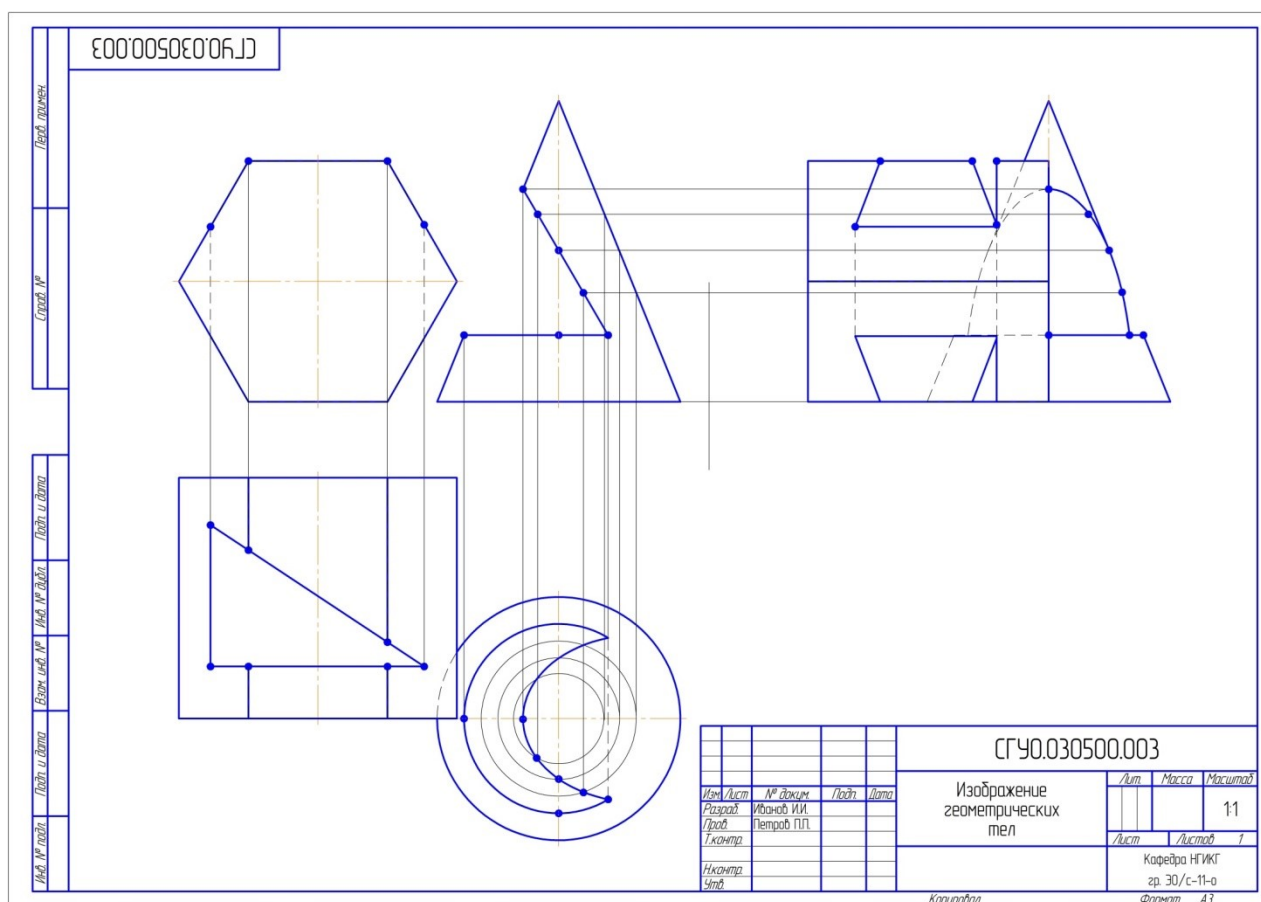


Рис. 19

## ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

- 1) Выполнить разбивку листа и провести осевые линии согласно рис. 20.
- 2) В тонких линиях построить три проекции заданных поверхностей, расположив конус и пирамиду вертикально, цилиндр и призму – горизонтально (см. образец выполненного задания на рис. 19).
- 3) Определить проекции линий пересечения поверхностей плоскостями частного положения, заданных преподавателем.

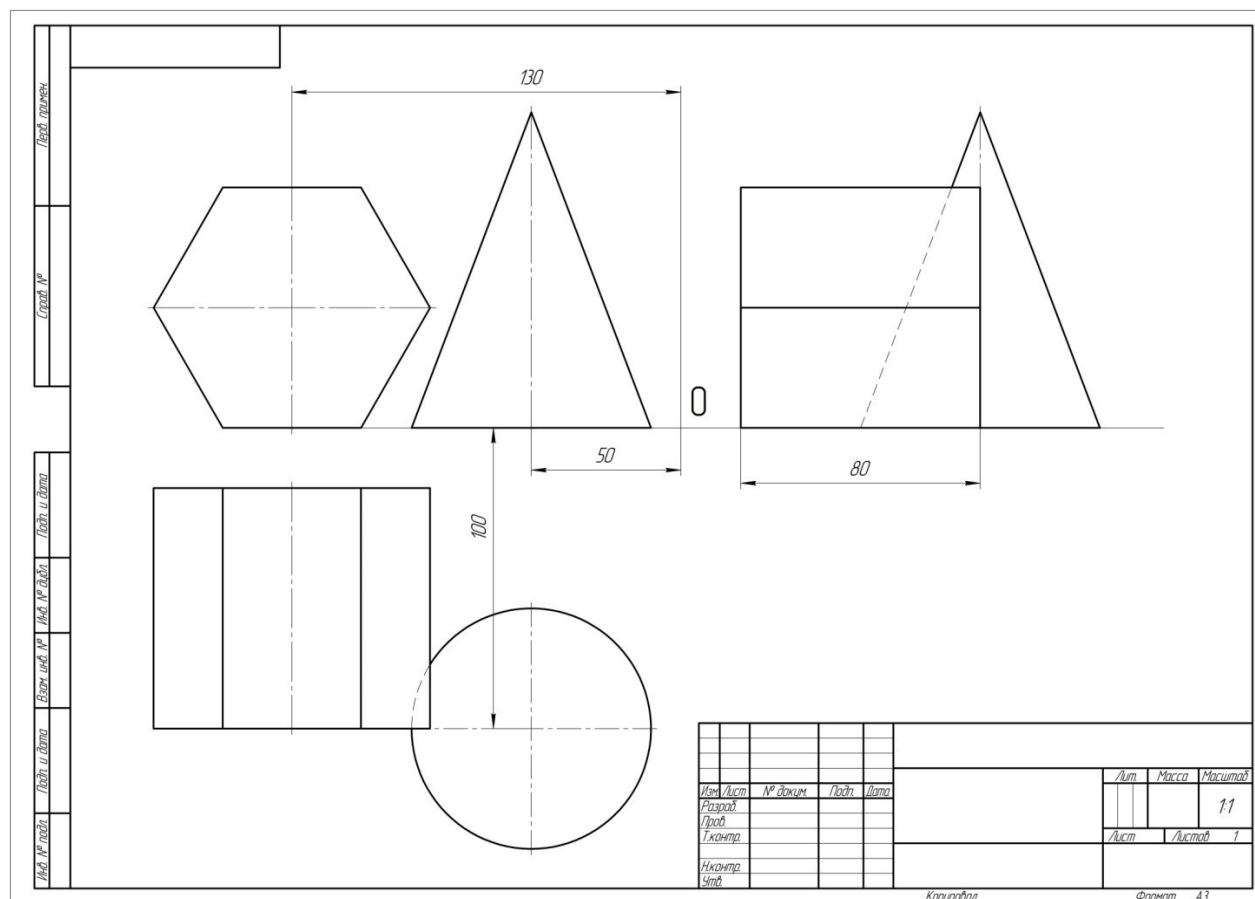
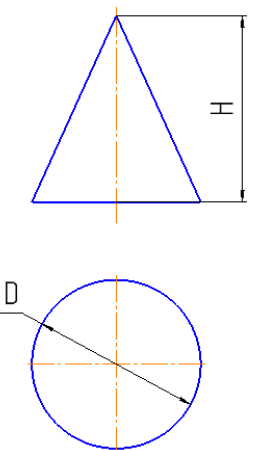
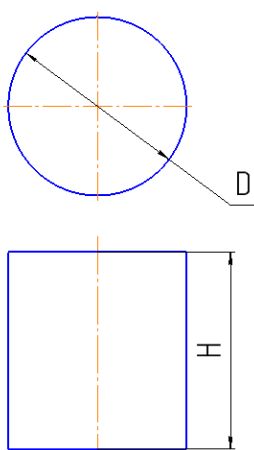
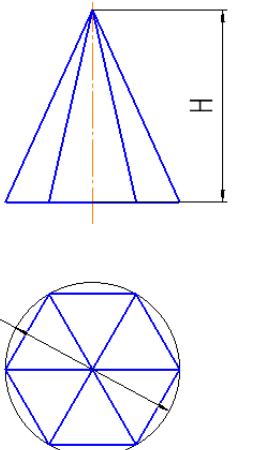
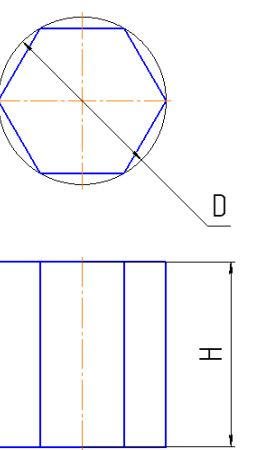


Рис. 20

Таблица 8 – Исходные данные по вариантам

|  |    |     |  |    |    |  |    |     |  |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|----|----|------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| №<br>варианта                                                                     | D  | H   | №<br>варианта                                                                     | D  | H  | №<br>варианта                                                                      | D  | H   | №<br>варианта                                                                       | D  | H  |
| 1                                                                                 | 60 | 90  | 1                                                                                 | 60 | 80 | 2                                                                                  | 60 | 90  | 3                                                                                   | 60 | 80 |
| 3                                                                                 | 70 | 95  | 2                                                                                 | 80 |    | 4                                                                                  | 70 | 95  | 4                                                                                   | 80 |    |
| 5                                                                                 | 80 | 100 | 5                                                                                 | 70 |    | 6                                                                                  | 80 | 100 | 7                                                                                   | 70 |    |
| 7                                                                                 | 60 | 105 | 6                                                                                 | 60 |    | 8                                                                                  | 60 | 105 | 8                                                                                   | 60 |    |
| 9                                                                                 | 70 | 90  | 9                                                                                 | 70 |    | 10                                                                                 | 70 | 90  | 11                                                                                  | 70 |    |
| 11                                                                                | 80 | 95  | 10                                                                                | 80 |    | 12                                                                                 | 80 | 95  | 12                                                                                  | 80 |    |
| 13                                                                                | 60 | 100 | 13                                                                                | 70 |    | 14                                                                                 | 60 | 100 | 15                                                                                  | 70 |    |
| 15                                                                                | 70 | 105 | 14                                                                                | 60 |    | 16                                                                                 | 70 | 105 | 16                                                                                  | 60 |    |
| 17                                                                                | 80 | 90  | 17                                                                                | 80 |    | 18                                                                                 | 80 | 90  | 19                                                                                  | 80 |    |
| 19                                                                                | 60 | 95  | 18                                                                                | 80 |    | 20                                                                                 | 60 | 95  | 20                                                                                  | 80 |    |
| 21                                                                                | 70 | 100 | 21                                                                                | 70 |    | 22                                                                                 | 70 | 100 | 23                                                                                  | 70 |    |
| 23                                                                                | 80 | 105 | 22                                                                                | 60 |    | 24                                                                                 | 80 | 105 | 24                                                                                  | 60 |    |
| 25                                                                                | 60 | 90  | 25                                                                                | 60 |    | 26                                                                                 | 60 | 90  | 27                                                                                  | 60 |    |

**6. ЗАДАНИЕ № 6 – ПОСТРОЕНИЕ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ.  
РАЗВЁРТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ**

**Цель задания** — приобретение студентами практических навыков построения наклонных сечений геометрических тел и их разверток.

Задание состоит из трех задач:

**Задача 1.** Построить три проекции заданного геометрического тела.

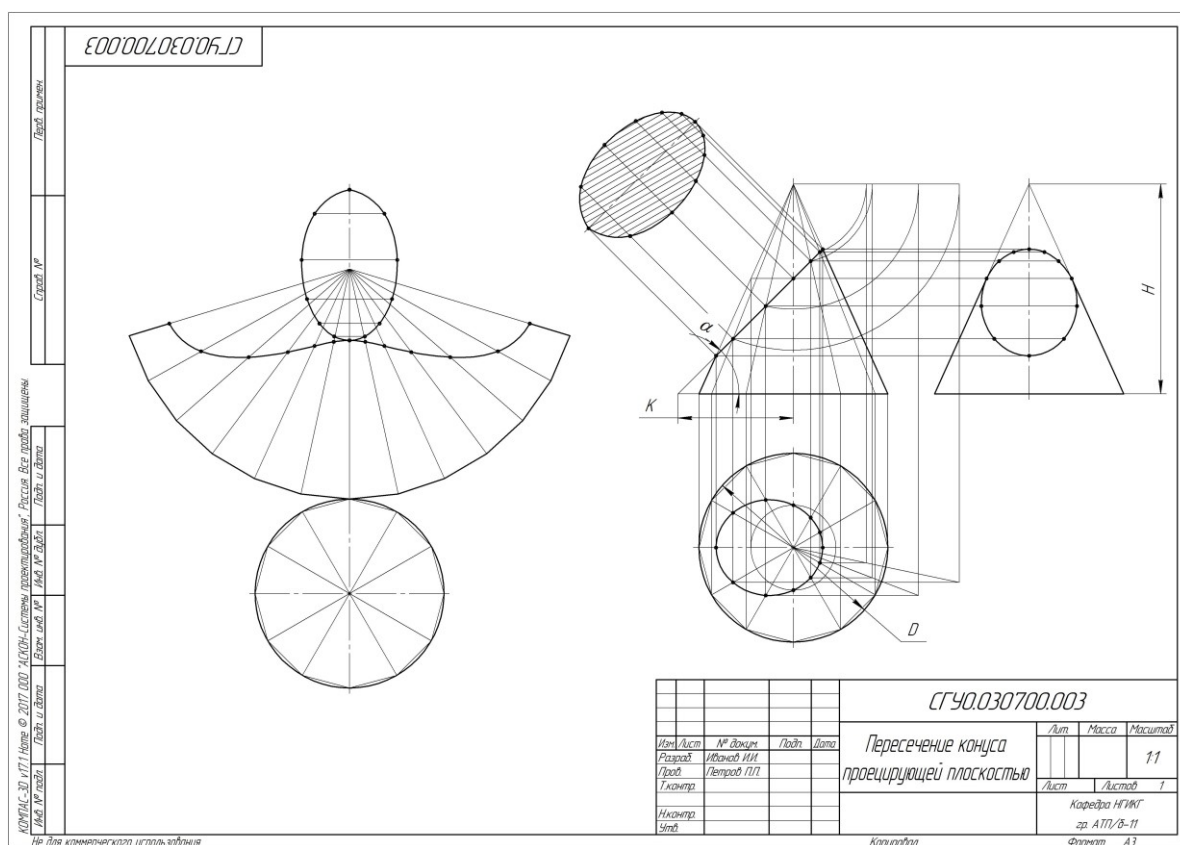
**Задача 2.** Определить проекции и натуральную величину наклонного сечения.

### Задача 3. Построить развёртку поверхности.

Исходные данные по вариантам представлены в таблицах 9...12. Образцы выполненных заданий – на рис. 21...24.

Таблица 9 – Исходные данные по вариантам

| №<br>варианта | Геометрическое тело | D  | H   | K  | $\alpha$ |
|---------------|---------------------|----|-----|----|----------|
| 1             | Конус               | 50 | 80  | 35 | 40       |
| 5             |                     | 60 | 90  | 40 | 45       |
| 9             |                     | 70 | 100 | 45 | 50       |
| 13            |                     | 80 | 110 | 50 | 55       |
| 17            |                     | 50 | 90  | 35 | 45       |
| 21            |                     | 60 | 100 | 40 | 50       |
| 25            |                     | 70 | 110 | 45 | 40       |
| 29            |                     | 80 | 100 | 50 | 45       |



**Рис. 21**





Таблица 11 – Исходные данные по вариантам

| № варианта | Геометрическое тело | D  | H   | K  | $\alpha$ |
|------------|---------------------|----|-----|----|----------|
| 3          | Призма              | 50 | 80  | 35 | 40       |
| 7          |                     | 60 | 90  | 40 | 45       |
| 11         |                     | 70 | 100 | 45 | 50       |
| 15         |                     | 80 | 110 | 50 | 55       |
| 19         |                     | 70 | 90  | 45 | 45       |
| 23         |                     | 60 | 80  | 40 | 50       |
| 27         |                     | 80 | 100 | 45 | 45       |

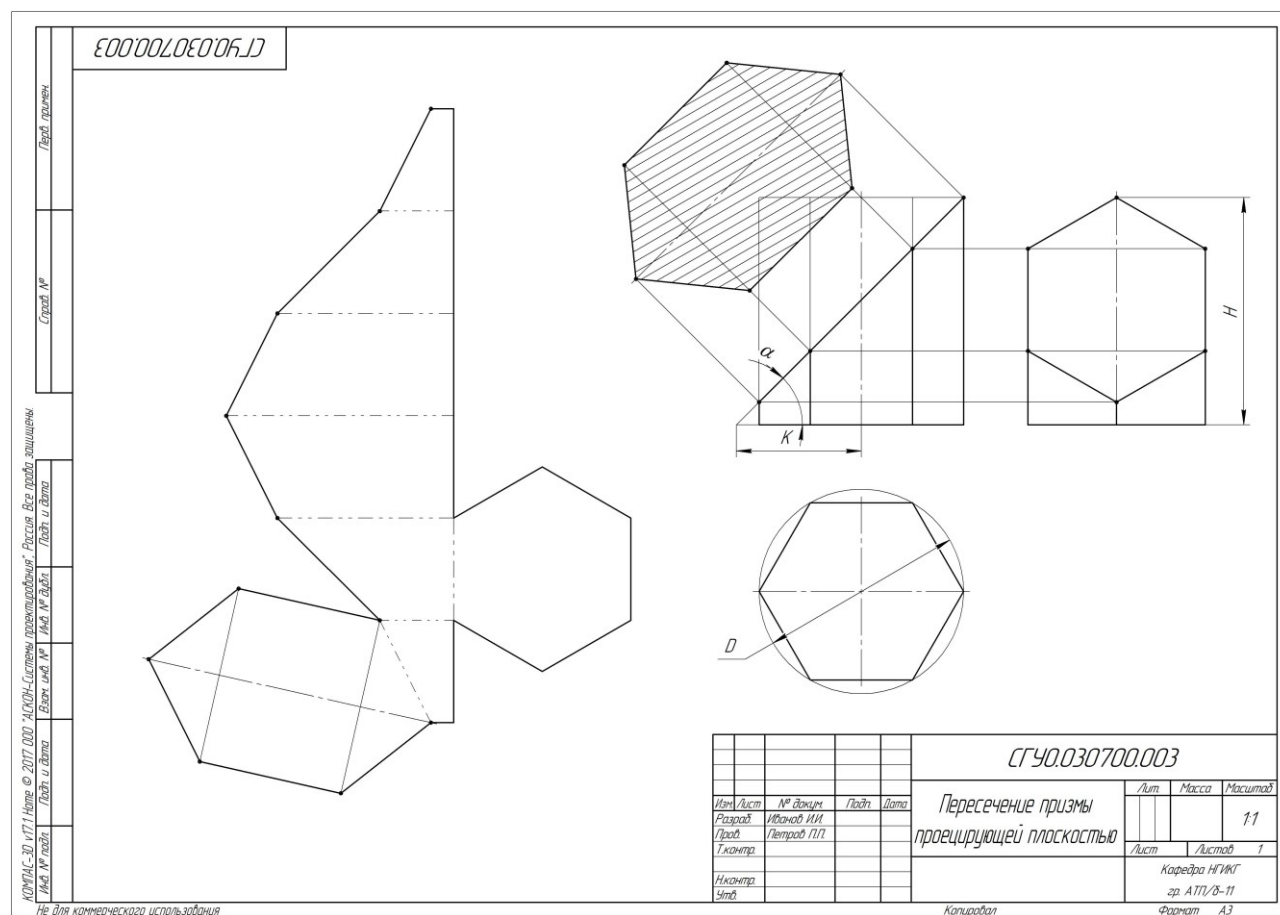


Рис. 23

Таблица 12 – Исходные данные по вариантам

| №<br>варианта | Геометрическое тело | D  | H   | K  | $\alpha$ |
|---------------|---------------------|----|-----|----|----------|
| 4             | Цилиндр             | 50 | 80  | 35 | 40       |
| 8             |                     | 60 | 90  | 40 | 45       |
| 12            |                     | 70 | 100 | 45 | 50       |
| 16            |                     | 50 | 110 | 35 | 55       |
| 20            |                     | 60 | 90  | 40 | 45       |
| 24            |                     | 70 | 100 | 45 | 50       |
| 28            |                     | 50 | 100 | 35 | 55       |

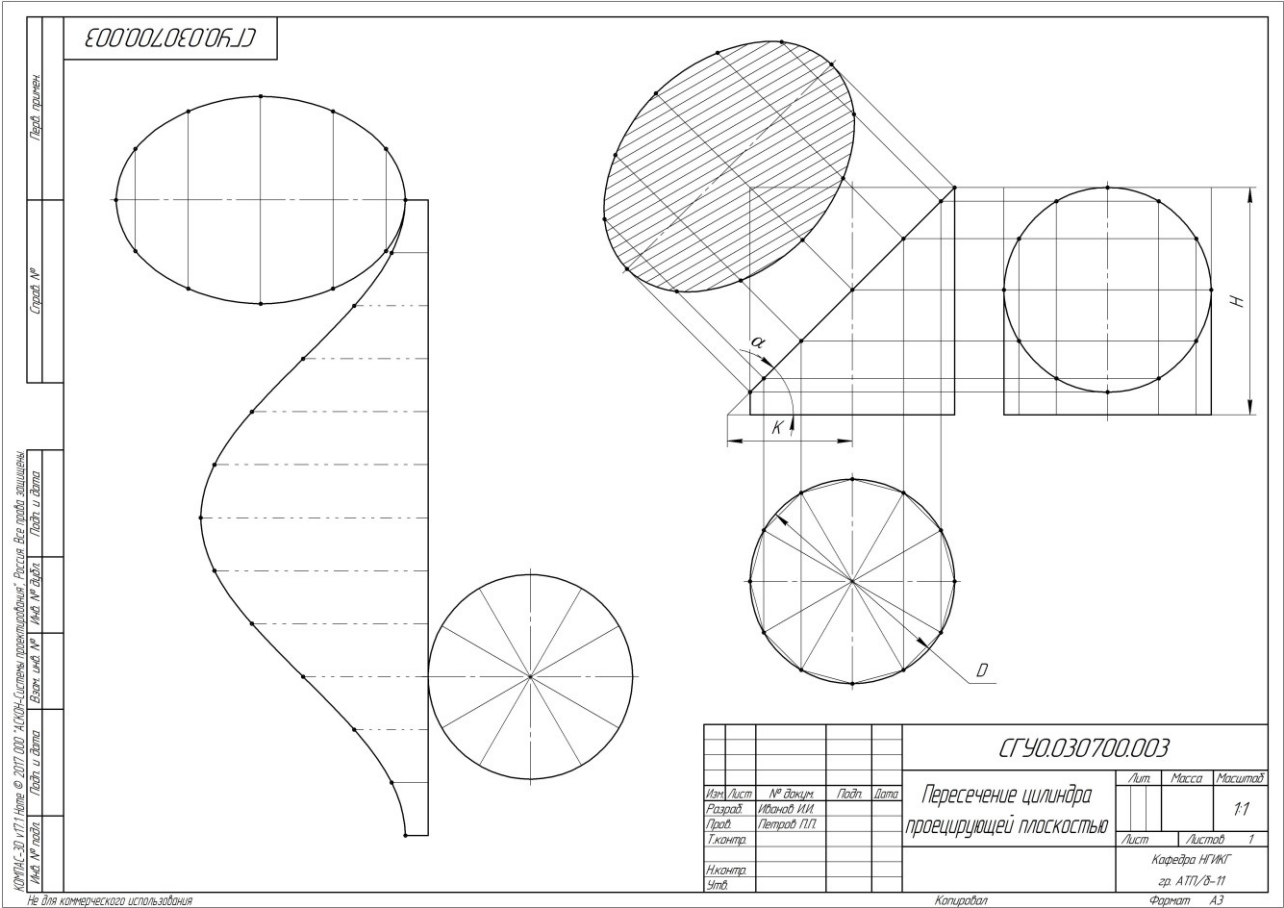


Рис. 24

## 7. ЗАДАНИЕ № 7 – ИЗОБРАЖЕНИЕ СЛОЖНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

**Цель задания** – развить у студентов графические навыки по построению и чтению чертежей сложных геометрических форм; научить студентов анализировать формы линий пересечения сложных геометрических тел, строить линии их пересечения, выполнять разрезы и изображать натуральную величину фигуры наклонного сечения и выполнять аксонометрическую проекцию.

Образцы выполненных заданий представлены на рис. 25, 26, исходные данные – в таблице 13.

Выполнение задания включает следующие этапы:

- 1) Построение исходных данных;
- 2) Анализ формы геометрического тела;
- 3) Построение трех проекций геометрического тела;
- 4) Построение наклонного сечения;
- 5) Построение аксонометрической проекции.

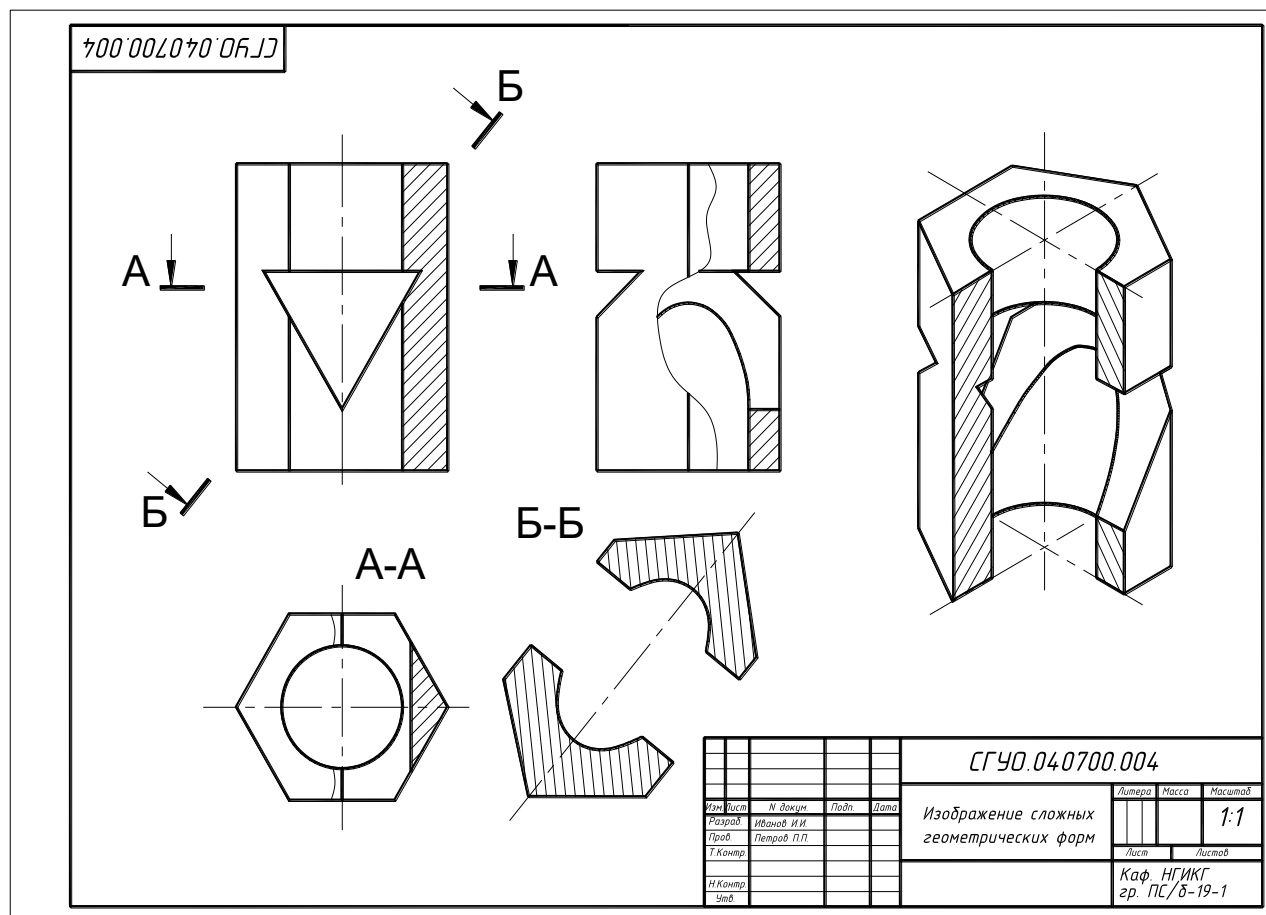
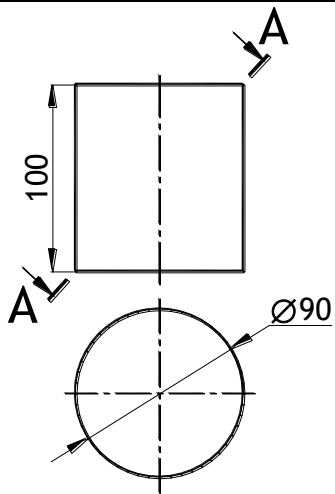
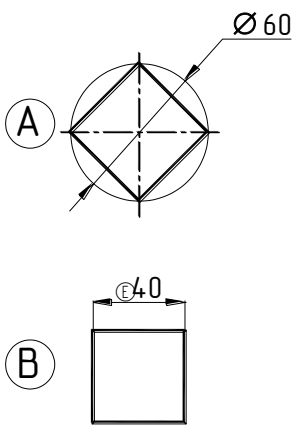
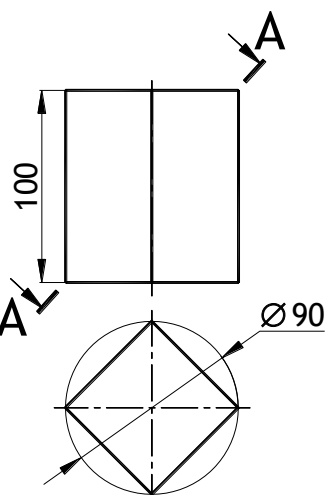
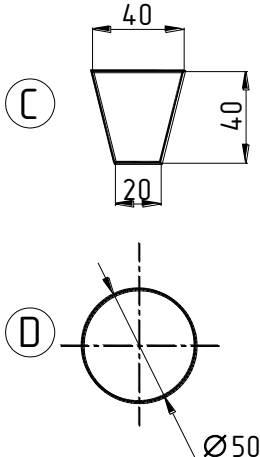
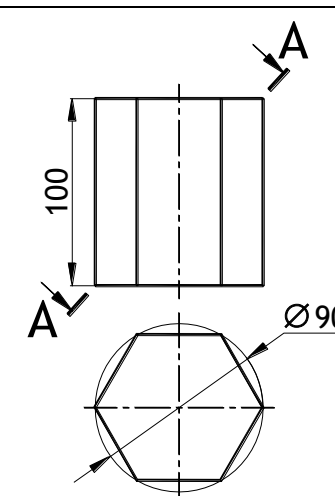
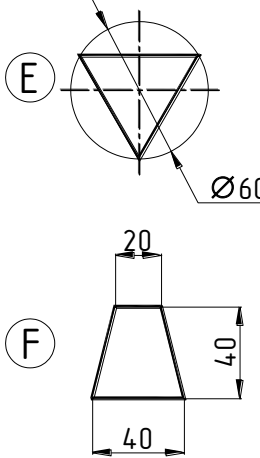


Рис. 25



Таблица 13 – Исходные данные к заданию по вариантам

| № варианта | Геометрическое тело                                                                 | Отверстие горизонтальное | Отверстие вертикальное | Форма отверстия                                                                       |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1*         |    | A                        | B                      |    |
| 2          |                                                                                     | A                        | C                      |                                                                                       |
| 3          |                                                                                     | A                        | D                      |                                                                                       |
| 4          |                                                                                     | A                        | E                      |                                                                                       |
| 5          |                                                                                     | A                        | F                      |                                                                                       |
| 6          |                                                                                     | C                        | A                      |                                                                                       |
| 7          |                                                                                     | C                        | E                      |                                                                                       |
| 8          |                                                                                     | C                        | F                      |                                                                                       |
| 9          |                                                                                     | F                        | A                      |                                                                                       |
| 10         |                                                                                     | F                        | E                      |                                                                                       |
| 11*        |   | D                        | B                      |   |
| 12*        |                                                                                     | D                        | A                      |                                                                                       |
| 13*        |                                                                                     | D                        | E                      |                                                                                       |
| 14*        |                                                                                     | D                        | C                      |                                                                                       |
| 15*        |                                                                                     | D                        | F                      |                                                                                       |
| 16*        |                                                                                     | B                        | A                      |                                                                                       |
| 17*        |                                                                                     | E                        | B                      |                                                                                       |
| 18*        |                                                                                     | E                        | C                      |                                                                                       |
| 19*        |                                                                                     | B                        | D                      |                                                                                       |
| 20*        |                                                                                     | B                        | E                      |                                                                                       |
| 21         |  | D                        | A                      |  |
| 22*        |                                                                                     | D                        | B                      |                                                                                       |
| 23         |                                                                                     | D                        | C                      |                                                                                       |
| 24         |                                                                                     | D                        | D                      |                                                                                       |
| 25         |                                                                                     | D                        | E                      |                                                                                       |
| 26         |                                                                                     | E                        | D                      |                                                                                       |
| 27         |                                                                                     | E                        | A                      |                                                                                       |
| 28         |                                                                                     | E                        | F                      |                                                                                       |
| 29         |                                                                                     | E                        | C                      |                                                                                       |
| 30*        |                                                                                     | E                        | B                      |                                                                                       |

\* Аксонометрическую проекцию тел в указанных вариантах выполнить в диметрии

### **Последовательность выполнения задания**

Перед выполнением задания студенту следует ознакомиться с правилами определения проекций точек, расположенных на поверхностях многогранников и тел вращения, а также построения линий пересечения геометрических тел плоскостями частного положения. Кроме того, студент должен изучить ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» и ГОСТ 2.317-2011 «Аксонметрические проекции».

#### **7.1 Выбор исходных данных**

Исходные данные по вариантам заданы в приложении А [1, 2].

В качестве примера рассмотрим задание варианта 25.

Дано: Шестигранная призма с вертикальным цилиндрическим отверстием и горизонтальным отверстием в форме трехгранной призмы.

#### **7.2 Анализ формы геометрического тела**

Анализируя исходные данные необходимо установить характер пересечения пересекающихся поверхностей, вид и количество линий пересечения.

Внешняя поверхность геометрического тела представляет собой шестигранную призму с горизонтально - проецирующими ребрами. Основания призмы - горизонтальные плоскости уровня, задняя и передняя грани – фронтальные плоскости уровня. Остальные грани боковой поверхности призмы – горизонтально-проецирующие плоскости.

В геометрическом теле выполнены сквозные: вертикальное осевое цилиндрическое отверстие (боковая поверхность цилиндрического отверстия – горизонтально-проецирующая) и горизонтальное призматическое отверстие (рис. 27).

Верхняя грань призматического отверстия – горизонтальная плоскость, две другие грани – фронтально – проецирующие плоскости, ребра – фронтально – проецирующие прямые.

Поверхность поперечного призматического отверстия пересекается с боковой поверхностью призмы. Контур выреза на внешней боковой поверхности геометрического тела – это линия пересечения поверхностей двух призм: трех- и шестигранной. Характер пересечения – проникание (все ребра горизонтальной призмы пересекают поверхность вертикальной призмы), поэтому контур выреза на внешней поверхности тела состоит из двух отдельных замкнутых ломаных линий (рис. 28).

Цилиндрическая поверхность вертикального отверстия пересекается с основаниями шестигранной призмы, образуя две окружности на основаниях призмы.

Кроме того, цилиндрическая поверхность вертикального отверстия пересекается с поверхностью горизонтального призматического отверстия (рис. 29). Характер пересечения – проникание (цилиндр врезается в поверхность призмы).

Линия внутреннего контура выреза состоит из двух отдельных замкнутых кривых линий. Верхняя линия - линия пересечения цилиндра с верхней гранью призмы - окружность. Нижняя линия – пространственная кривая, состоящая из двух полу - эллипсов, образуемых пересечением цилиндра с фронтально-проецирующими боковыми гранями призмы.



Рис. 27

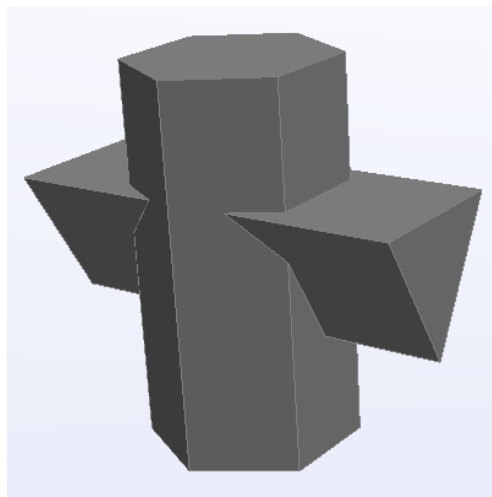


Рис. 28

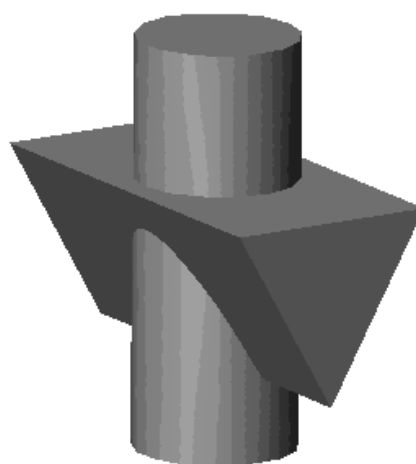


Рис. 29

### 7.3. Построение трех проекций геометрического тела

1) Построить три вида внешней формы заданного геометрического тела по форме и размерам, указанным в приложении А в левой части чертежа.

2) Построить проекции заданного сквозного горизонтального отверстия. В разбираемом примере горизонтальное отверстие образовано тремя плоскостями, горизонтальной плоскостью  $\Omega$  и двумя фронтально-проецирующими плоскостями -  $\Sigma$  и  $\Sigma'$ .

По высоте отверстие располагается симметрично относительно горизонтальной оси заданной поверхности.

Линии пересечения плоскостей  $\Omega$ ,  $\Sigma$  и  $\Sigma'$  представляют собой фронтально-проецирующие прямые, которые на фронтальной проекции изображаются в виде точек 1, 4 и 6. Точки 2, 3, 5, 7 – результат пересечения плоскостей  $\Omega$ ,  $\Sigma$  и  $\Sigma'$  с ребрами призмы (см. рис. 30).

3) Построить горизонтальную проекцию заданного вертикального сквозного отверстия.

В изображенном на рис. 25 примере вертикальное отверстие представляет собой цилиндр, ось которого совпадает с вертикальной осью призмы. На горизонтальной проекции ось призмы совпадает с осью цилиндрического отверстия (рис. 31).

4) На фронтальной проекции совместить главный вид с фронтальным разрезом, поскольку данное геометрическое тело симметрично относительно вертикальной оси симметрии.

Секущая плоскость, образующая фронтальный разрез, совпадает с вертикальной плоскостью симметрии призмы. Участок, касающийся секущей плоскости, необходимо заштриховать.



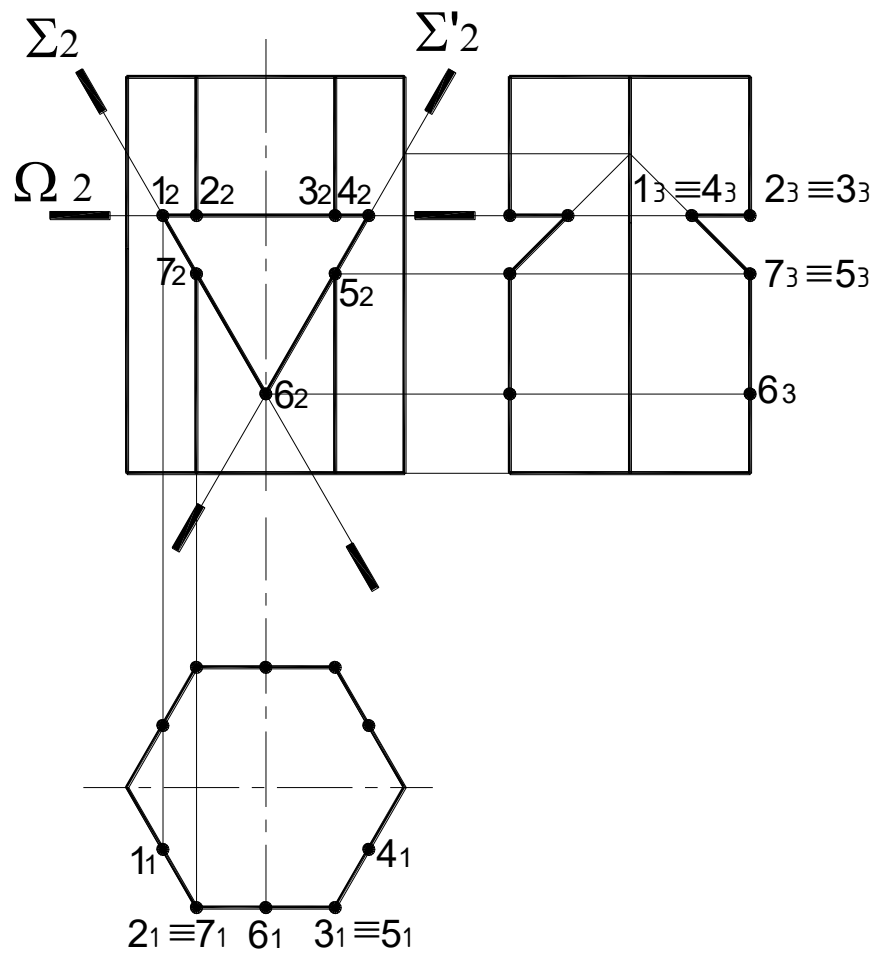


Рис. 30

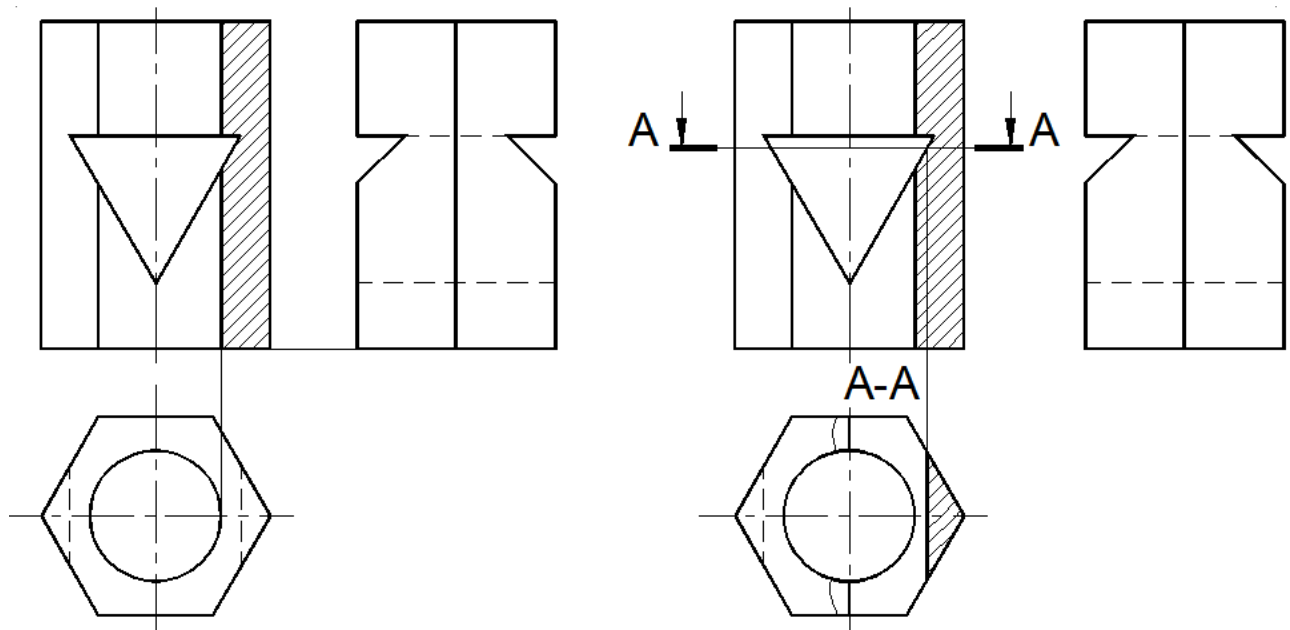


Рис. 31

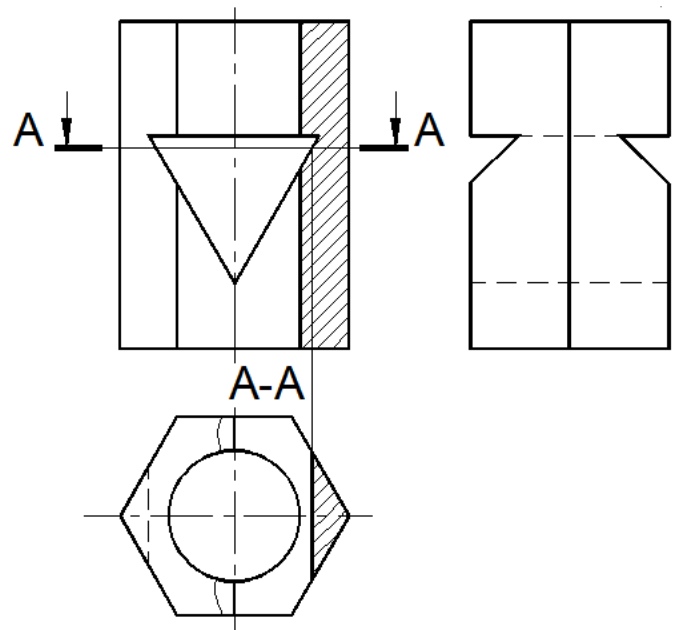


Рис. 32

5) На горизонтальной проекции совместить вид сверху с горизонтальным разрезом, поскольку геометрическое тело симметрично относительно горизонтальной оси симметрии.

Если секущая плоскость не совпадает с осью симметрии объекта, разрез следует обозначить (разомкнутой линией указать след секущей плоскости, стрелками - направление проецирования, буквами – название разреза). Поскольку на горизонтальной проекции вертикальная ось симметрии призмы совпадает с проекцией ребра призматического отверстия, сдвигаем вид сверху для указания ребра и разделяем вид и разрез тонкой волнистой линией (рис. 32).

6) На профильной проекции совместить вид слева с профильным разрезом, если секущая профильная плоскость совпадает с плоскостью симметрии объекта (в противном случае следует выполнить полный профильный разрез).

В приведенном примере вертикальный цилиндр пересекается с горизонтальной трехгранной призмой. Верхняя грань призмы занимает горизонтальное положение и пересекает цилиндр по окружности. Две другие грани призмы – фронтально-проецирующие плоскости пересекают цилиндр по эллипсам (рис. 29).

На рис. 33 приведено построение участка A-B-C-D-E эллипса. Поскольку цилиндр перпендикулярен горизонтальной плоскости, горизонтальные проекции выше указанных точек располагаются на окружности – горизонтальной проекции цилиндра. Профильные проекции точек определяются одним из известных методов – с помощью постоянной линии чертежа (рис. 34), проекционным методом, либо координатным.

Поскольку на профильной проекции вертикальная ось симметрии совпадает с ребром призмы, сдвигаем вид слева и разрез для указания ребра и разделяем вид и разрез волнистой линией (рис. 35).

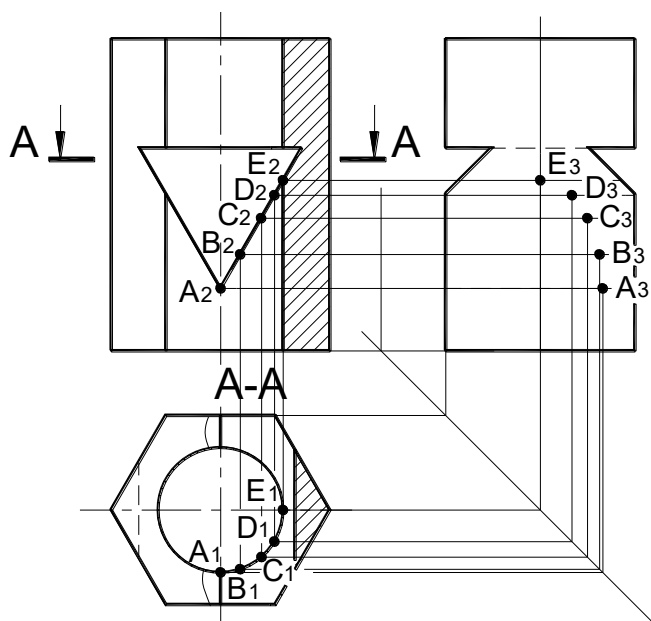


Рис. 33

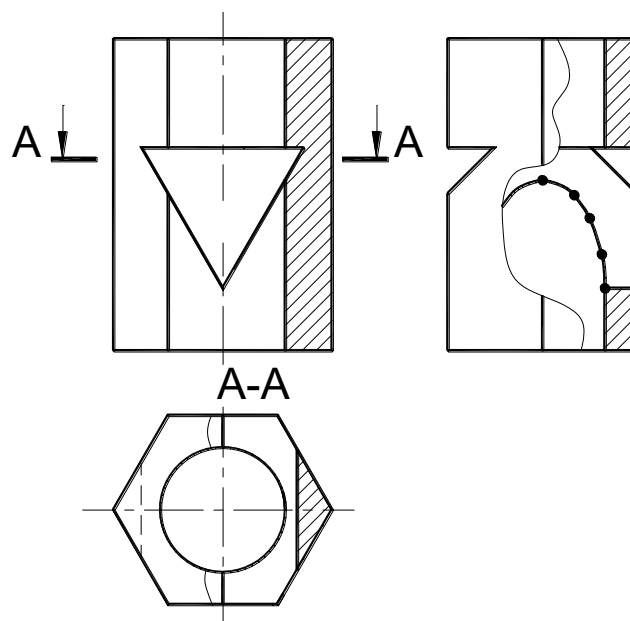


Рис. 34

Если имеется несимметричное отверстие, то следует выполнить полный профильный разрез.

На рис. 35 приведен пример несимметричного отверстия. На профильной проекции выполнен полный профильный разрез. Участок  $1_3 - 2_3 - 3_3 - 4_3$  представляет собой ломаную линию пересечения внутренних вертикальной и горизонтальной призм (рис. 36).

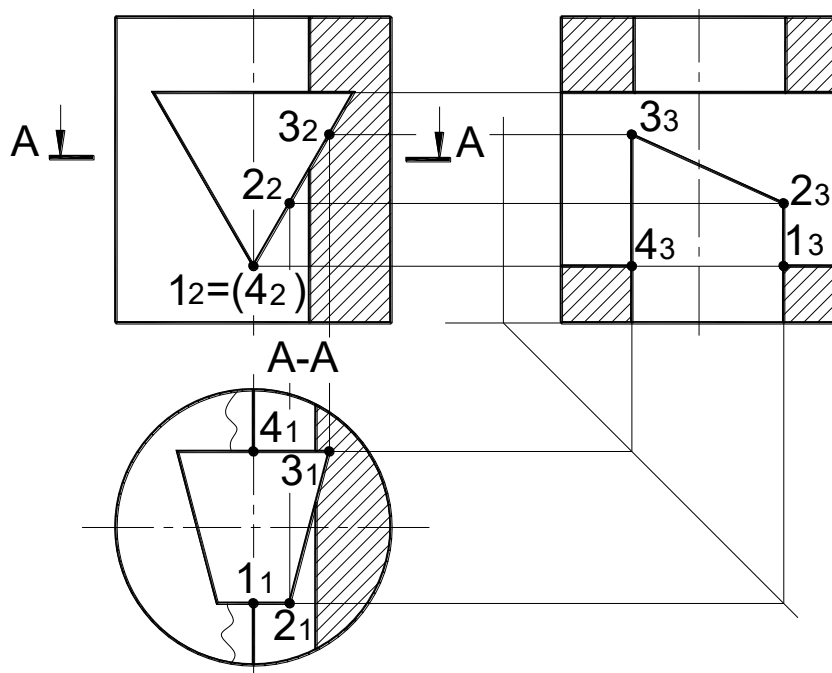


Рис. 35

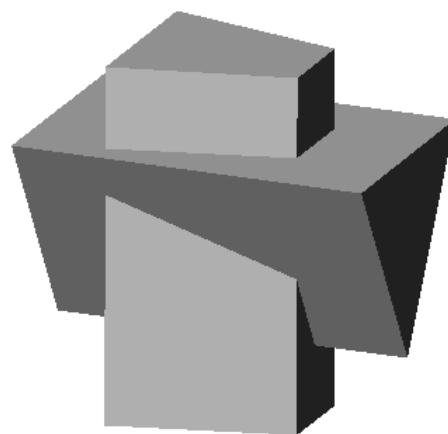


Рис. 36

#### 7.4. Построение наклонного сечения геометрического тела

Сечение – изображение, получаемое при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что находится непосредственно в секущей плоскости. В наклонных сечениях секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекции угол, отличный от прямого или не параллельна ни одной из плоскостей проекций.

Расположение секущей плоскости для построения натуральной величины фигуры наклонного сечения задано в приложении А. В основе построения натуральной величины сечения лежит способ замены плоскостей проекций.

Задачу рекомендуется решать в три этапа:

1) Построить изображение сечения заданного геометрического тела указанной плоскостью.

В примере, представленном на рисунке 1, задана прямая шестигранная призма. Построим изображение сечения призмы плоскостью. Секущая плоскость Б-Б занимает фронтально-проецирующее положение, и на фронтальной проекции сечение 1-2-3-4 совпадает со следом плоскости Б-Б. На горизонтальной проекции сечение совпадает с горизонтальной проекцией поверхности призмы (рис. 37).

Для построения натуральной величины сечения заменим горизонтальную плоскость проекций новой плоскостью. Учитывая безосность чертежа, проведем в новой плоскости на свободном поле чертежа параллельно линии сечения Б-Б ось строящегося сечения. Эта ось изображает горизонтальную ось прежнего вида сверху. Все точки искомого сечения на новой горизонтальной проекции лежат на соответствующих линиях связи.

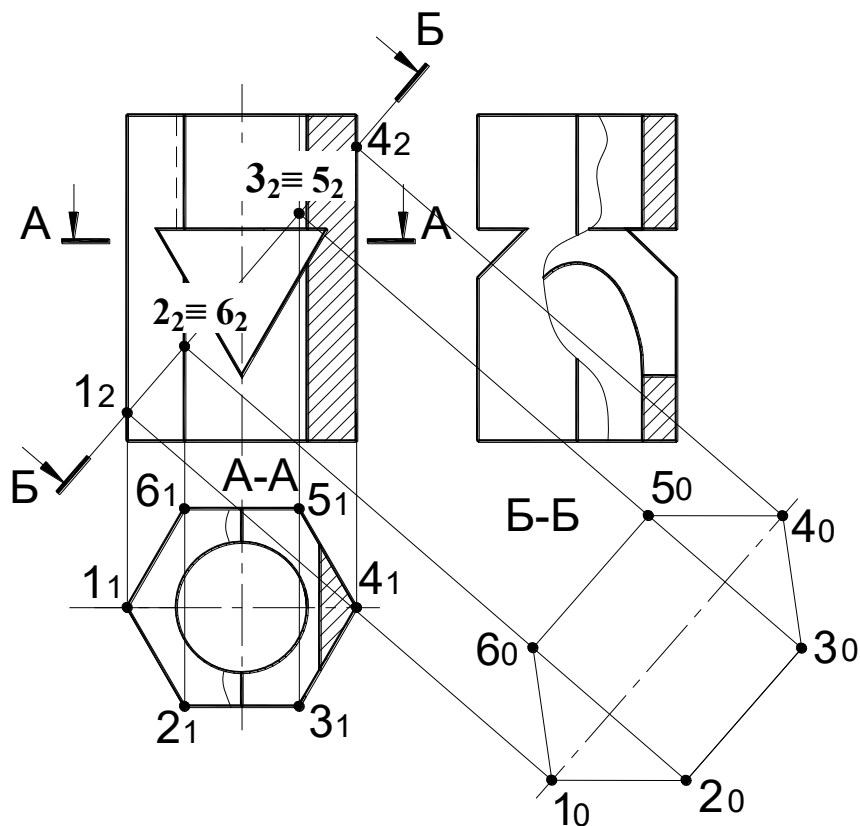


Рис. 37

Изображение истинной величины сечения представляет собой шестиугольник, вершины которого ( $1_0, 2_0, 3_0, 4_0, 5_0, 6_0$ ) определяются как точки пересечения секущей плоскости Б-Б с ребрами призмы.

Расположение точек  $2_0, 3_0, 5_0, 6_0$  на сечении определяем по горизонтальной проекции, измеряя удаление проекций точек от горизонтальной оси проекции призмы. При построении натуральной величины сечения необходимо учитывать, что размеры сечения по линиям связи при замене плоскостей проекций остаются неизменными ( $|2_1 6_1| = |2_0 6_0| = |3_1 5_1| = |3_0 5_0|$ ).

## 2) Построить изображение сечения внутреннего вертикального отверстия.

Строим изображение сечения внутреннего вертикального цилиндра плоскостью Б-Б.

Результатом пересечения вертикального цилиндра с плоскостью Б-Б является эллипс, малая ось которого ( $C_0 G_0$ ) равна диаметру цилиндра ( $C_1 G_1$ ), а большая ось ( $A_0 E_0$ ) определяется по фронтальной проекции ( $A_2 E_2$ ).

На фронтальной проекции сечение совпадает со следом плоскости и проекция сечения обозначена отрезком ( $A_2 E_2$ ) (рис. 38).

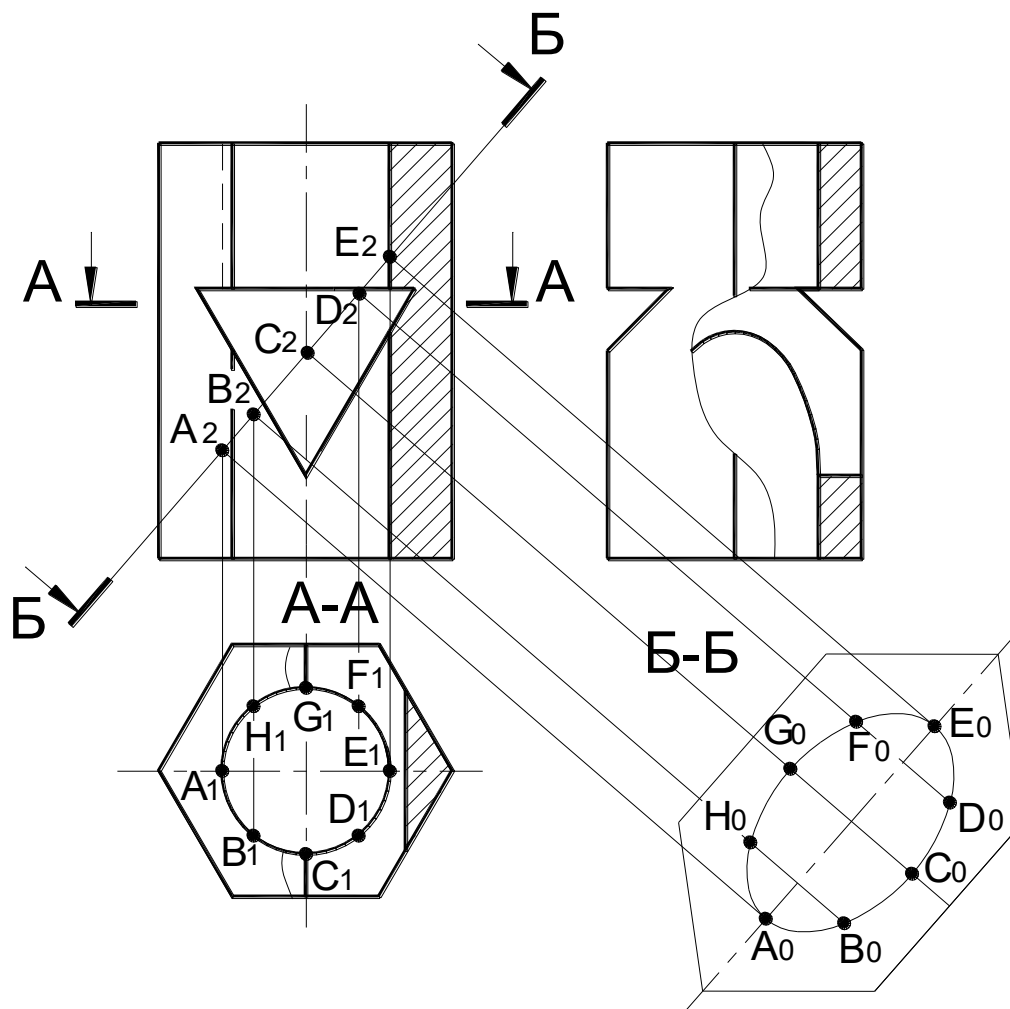


Рис. 38

На горизонтальной проекции проекция сечения совпадает с горизонтальной проекцией (окружности) цилиндра.

Положение точек и их удаление друг от друга определяется по фронтальной и горизонтальной проекциям (рисунок 12).  $|B_1H_1| = |B_0H_0|$ ;  $|D_1E_1| = |D_0E_0|$ .

### 3) Построить сечение горизонтального отверстия.

Грани горизонтального призматического отверстия пересекаются с плоскостью Б-Б по фронтально-проецирующим прямым, которые проецируются на фронтальной проекции в виде проекций точек  $K_2$  и  $L_2$ . Положение этих прямых на сечении определяем по фронтальной проекции (рис. 39).

Изображение натуральной величины сечения призмы плоскостью Б-Б представлено на рис. 40.

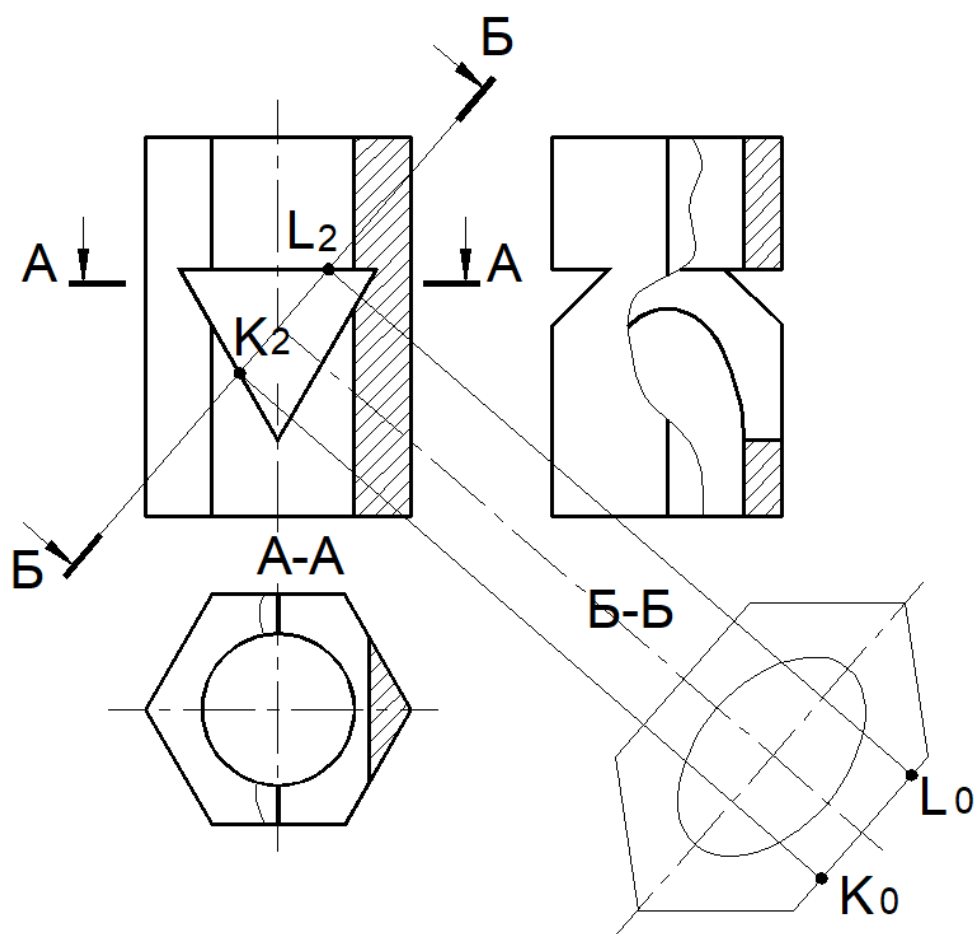


Рис. 39

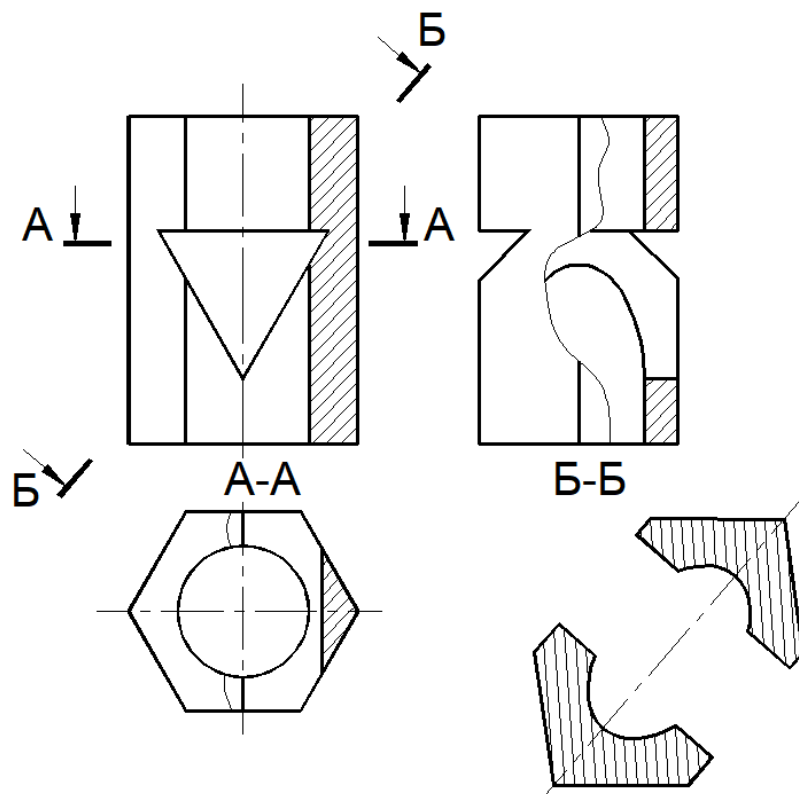


Рис. 40

### 7.5. Построение аксонометрической проекции геометрического тела

Построить аксонометрическую проекцию геометрического тела с вырезом одной четверти.

**Аксонометрическая проекция** (от *греч.* *άξον* — «ось» и «метрия») — способ изображения геометрических предметов на чертеже при помощи параллельных проекций. ГОСТ 2.317 - 2011 устанавливает аксонометрические проекции, применяемые в чертежах всех отраслей промышленности и строительства Украины.

В данном задании рекомендуется выполнять прямоугольную изометрическую проекцию геометрического тела, кроме вариантов в которых задана прямоугольная призма. В этом случае следует выбрать диметрическую проекцию.

В прямоугольной изометрической проекции приведенные коэффициенты искажения по осям равны между собой, и имеют числовое значение 0,82. Для упрощения построений изометрическую проекцию выполняют без искажений по осям, то есть коэффициент искажения принимают равным 1. Окружность в прямоугольной изометрической проекции изображается в виде эллипса. Большая ось эллипса в 1,22 раза больше диаметра базовой окружности, а малая ось равна 0,71 диаметра базовой окружности.

Коэффициенты искажения в прямоугольной диметрии по оси  $Y$  - 0,47, а по осям  $X$  и  $Z$  - 0,94. Допускается выполнять диметрическую проекцию без искажения по осям  $X$  и  $Z$  и с коэффициентом искажения 0,5 по оси  $Y$ .

В косоугольной диметрии приведенные коэффициенты искажения по осям  $X$  и  $Z$  принимаются равными 1, а по оси  $Y$  – равным 0,5.

Более подробно выполнение аксонометрических проекций изложено в методических указаниях [3].

Аксонометрическую проекцию в данном задании следует выполнить в следующей последовательности.

1) Выполнить аксонометрию заданного геометрического тела (в нашем примере – шестигранной призмы) (рис. 41).

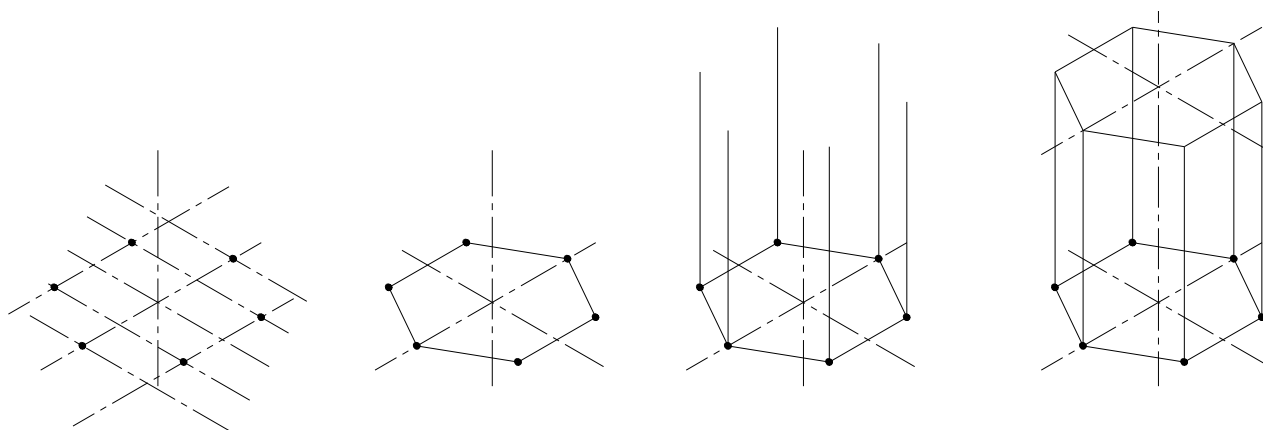


Рис. 41 – Этапы построения аксонометрической проекции шестигранной призмы

2) Выполнить аксонометрическую проекцию вертикального цилиндрического отверстия. Построение начинается с выполнения эллипса на верхнем основании призмы по восьми точкам (рис. 42).

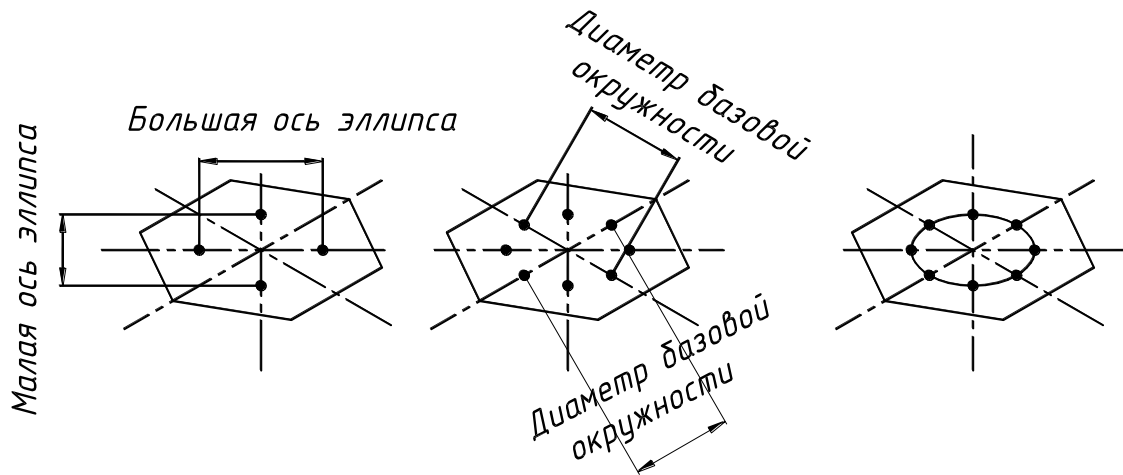


Рис. 42

Изображение построенного на верхнем основании призмы эллипса повторяется и на нижнем основании (рис. 43).

3) Определить проекцию горизонтального призматического отверстия по трем координатам ( $X, Y, Z$ ) точек 1...6 (рис. 44).

4) Вырезать одну четверть изображения (рис. 45).

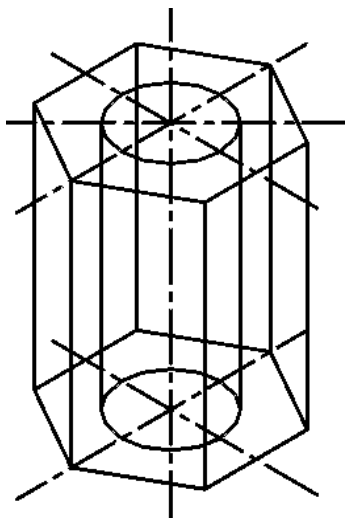


Рис. 43

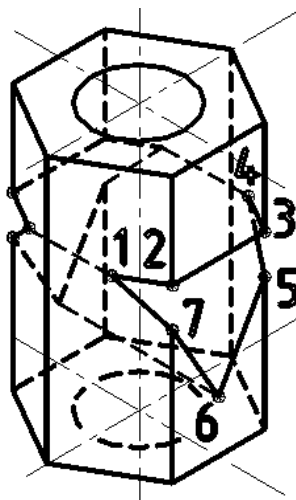


Рис. 44

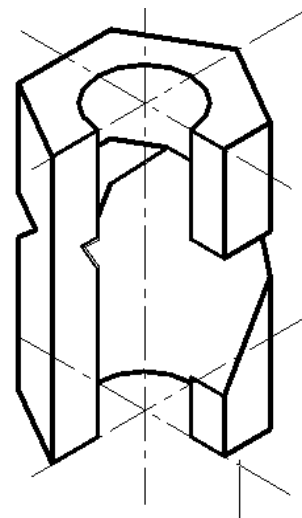


Рис. 45

5) По координатам ( $X, Y, Z$ ) точек А, В, С, D, Е (рисунок 8) построить внутреннюю линию пересечения вертикального цилиндрического и горизонтального призматического отверстий (рис. 46).

6) Заштриховать плоскости, касающиеся плоскостей выреза одной четверти изображения (рис. 47).



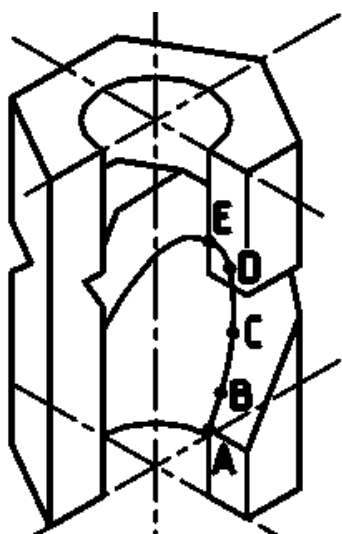


Рис. 46

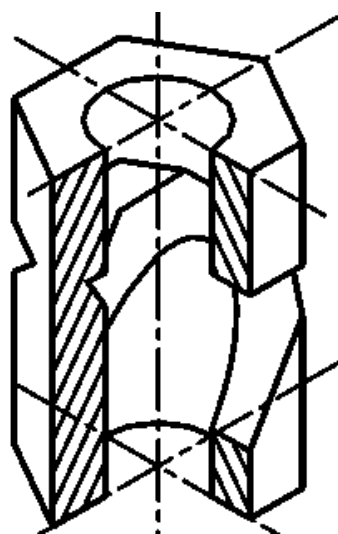


Рис. 47

Линии штриховки наносят параллельно диагоналям проекций квадратов, которые располагаются в плоскостях проекций и стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 48).

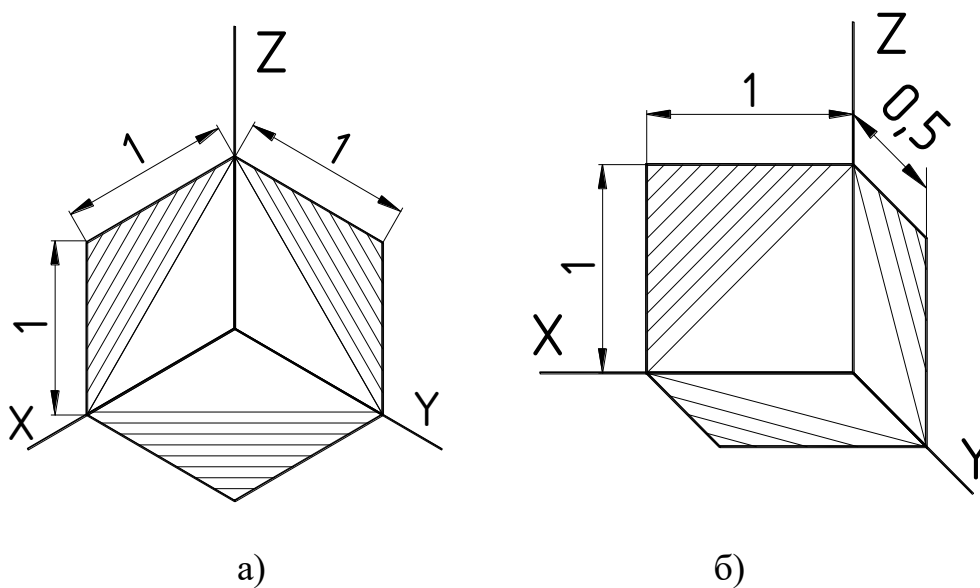


Рис. 48 – Образцы нанесения штриховки в  
а) Прямоугольной изометрии; б) Фронтальной диметрии

## 8. ЗАДАНИЕ № 8 – ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

**Цель задания** — закрепить теоретический материал по свойствам проекций основных геометрических элементов: точек, прямых и плоскостей; развить у студентов пространственное представление конкретной объемной.

Задание состоит из трех задач:

**Задача 1.** Построить три проекции многогранника по заданным координатам его вершин.

Образец выполненного задания представлен на рис. 49, исходные данные – в таблице 14.

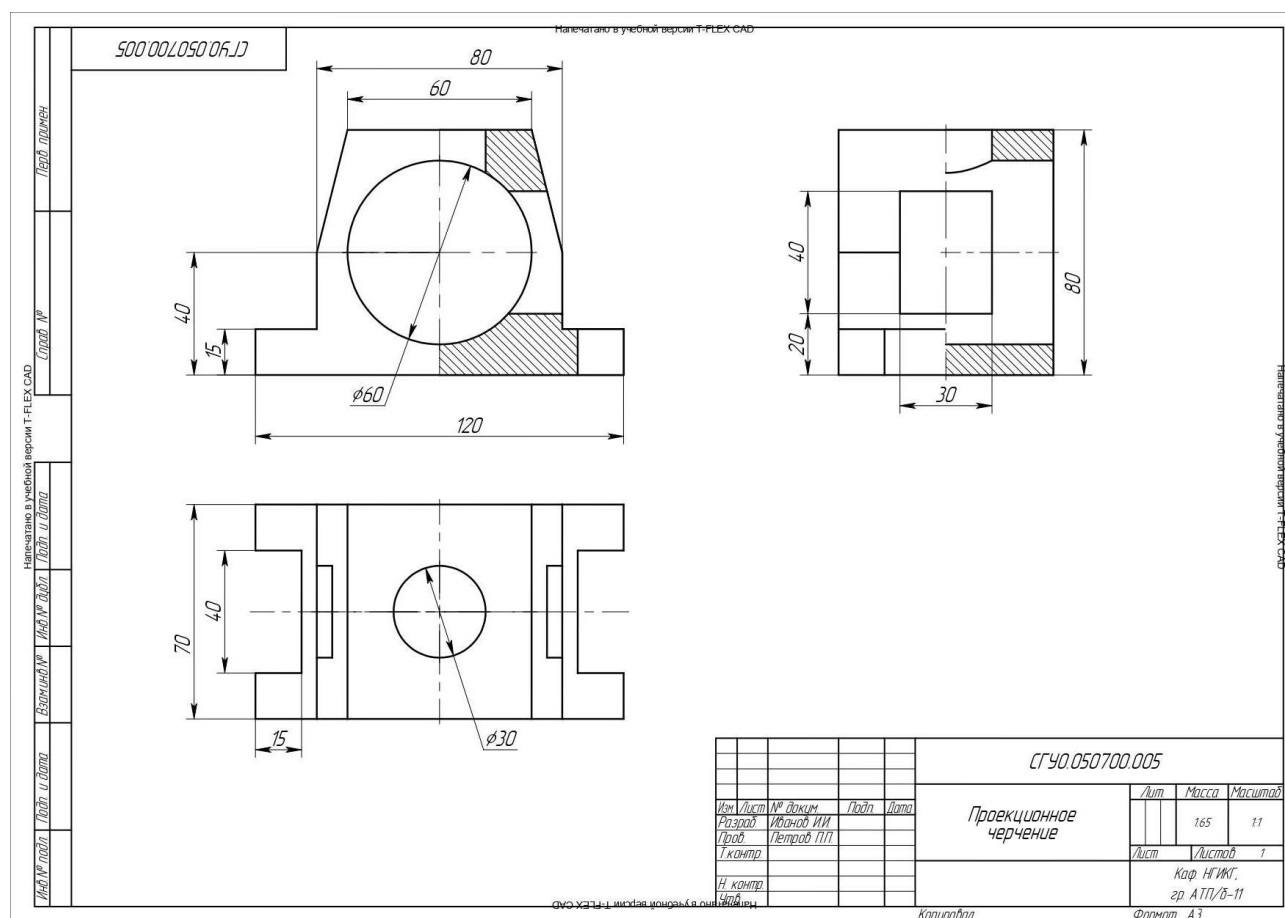
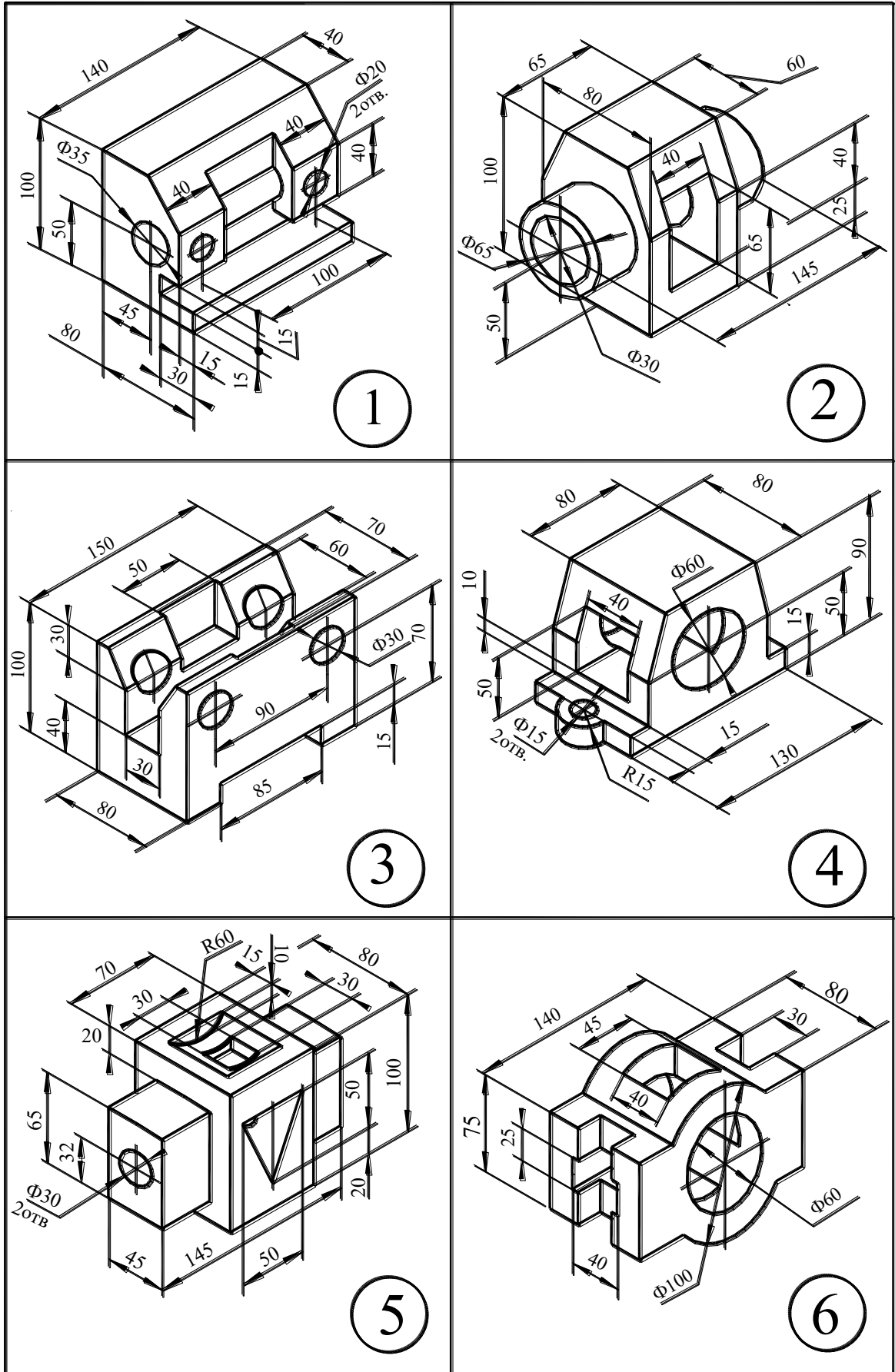


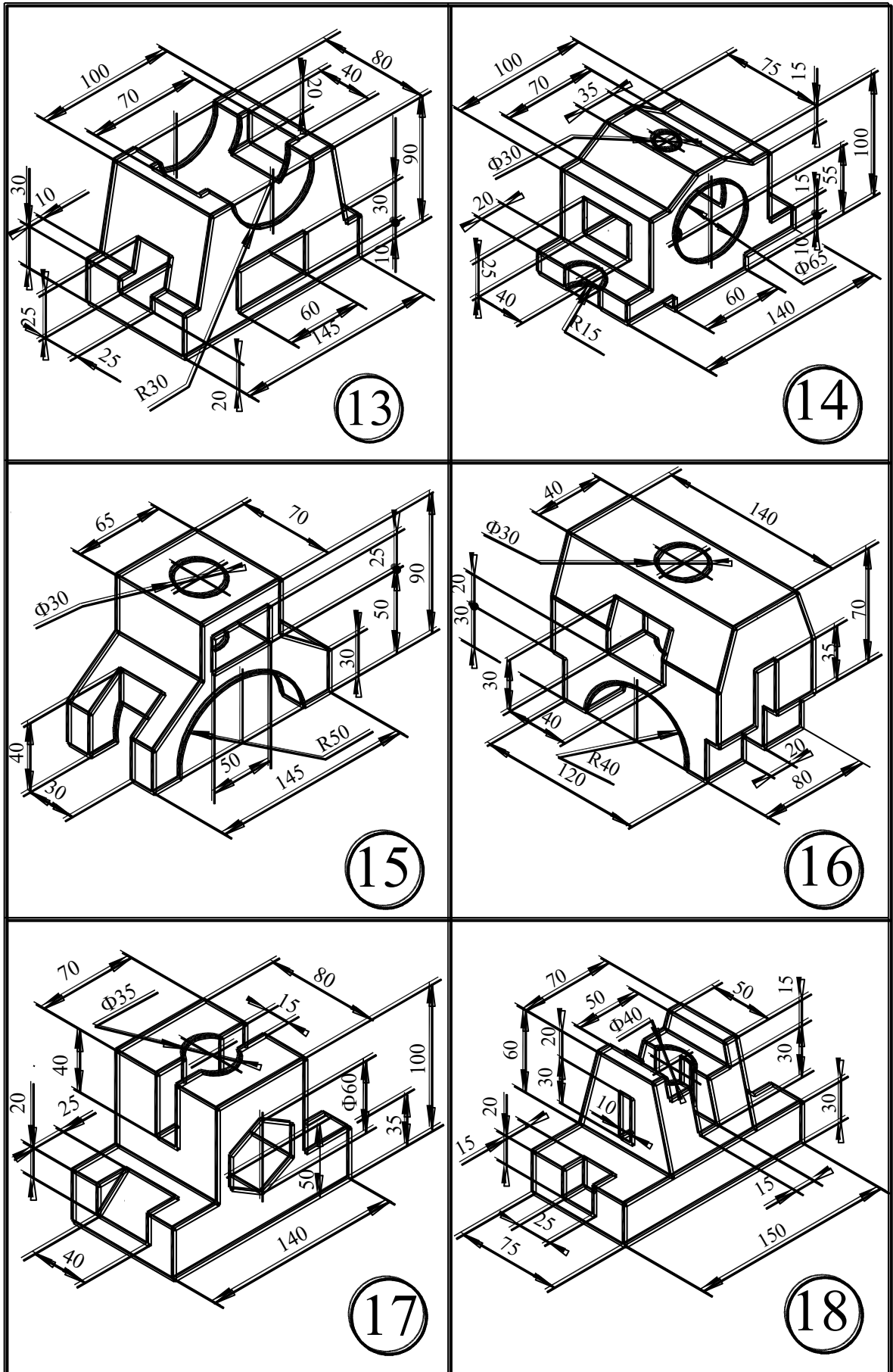
Рис. 49

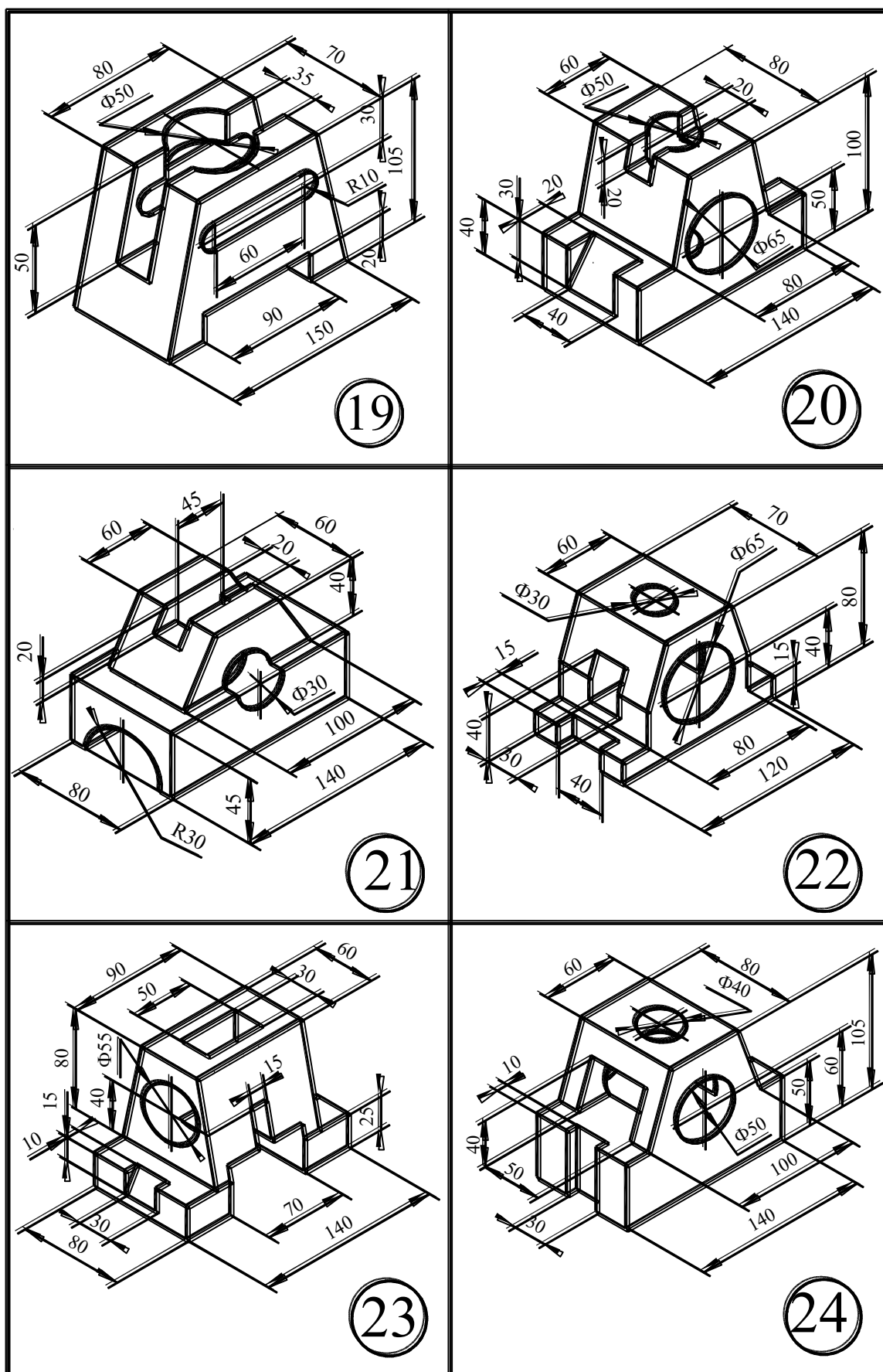
Таблица 14 – Исходные данные по вариантам

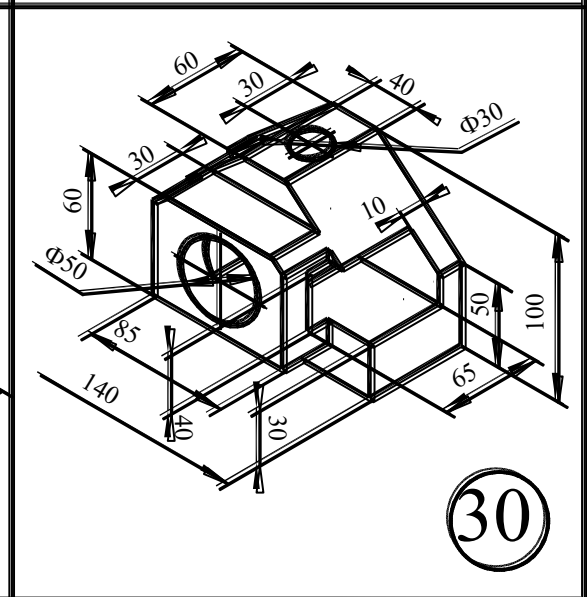
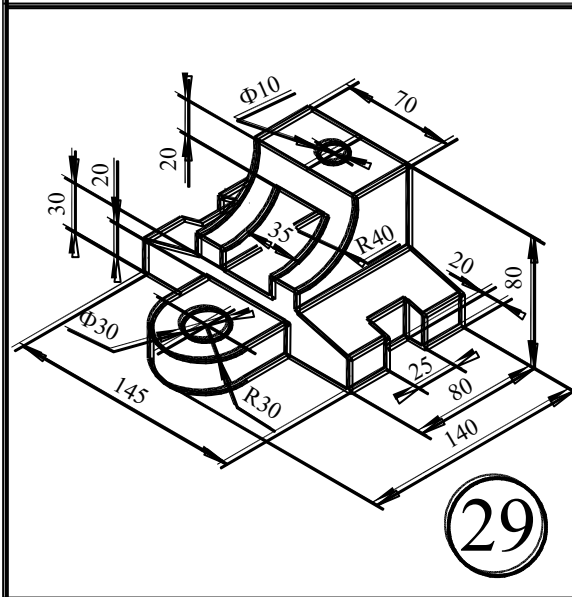
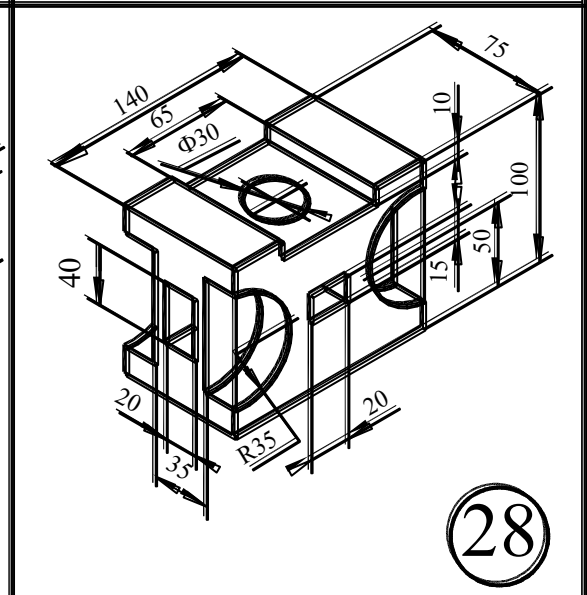
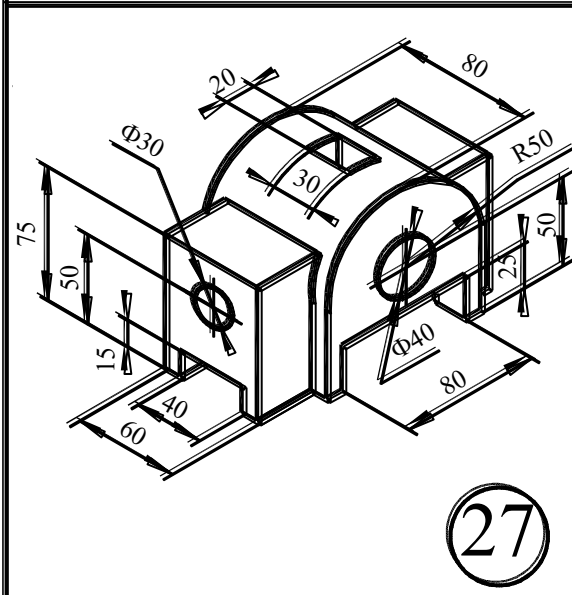
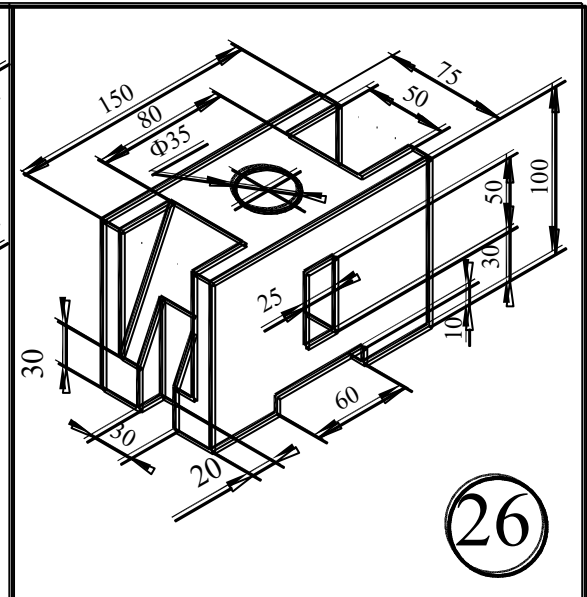
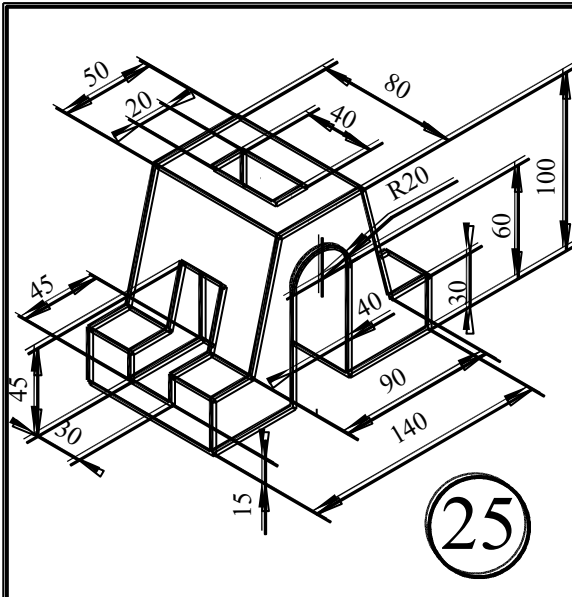




Продолжение таблицы 14







## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В учебно-методическом пособии представлены варианты индивидуальных заданий, образцы выполненных работ, последовательность выполнения чертежей и основные теоретические аспекты для выполнения расчётно-графических заданий по начертательной геометрии.

Для выполнения заданий студенты должны знать правила оформления чертежа и теоретические основы начертательной геометрии. Использование данного УМП позволит студентам получить практические навыки выполнения чертежей.

В результате самостоятельного выполнения заданий студенты должны научиться выполнять проекции геометрических тел, изображать и узнавать на чертеже геометрические элементы объектов в зависимости от их расположения в пространстве, применять способы преобразования комплексного чертежа к решению метрических задач, строить плоские сечения геометрических тел, линии взаимного пересечения объектов и развертки поверхностей, выполнять ортогональные и аксонометрические проекции сложных геометрических форм.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Исследование и моделирование проекционных характеристик элементарных геометрических объектов: Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» / Сост. В.М. Бабенко, Е.В. Бессарабова – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2015. – 40 с.

2. Моделирование точек и линий на поверхностях геометрических тел: метод. указания / сост. А.Ф. Медведь, В.Г. Середа. – Севастополь: СевГУ, 2016. – 16 с.: ил.

В авторской редакции

Изд. № 25/2021. Объем 7 п.л.

РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»