

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт

Кафедра «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика»

Утверждено на заседании кафедры  
«Начертательная геометрия, инженерная и  
компьютерная графика»

« 29 » 01 2021г., протокол № 6  
Заведующий кафедрой



Н.Н. Бородин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по проведению практических занятий  
по дисциплине  
«Основы черчения и технический рисунок»**

**Тема «Технические рисунки и чертежи группы тел»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата, специалитета**

**по всем направлениям и специальностям подготовки**

Форма(ы) обучения: *очная, очно-заочная, заочная*

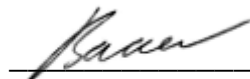
Тула 2021 год

## Разработчик(и) методических указаний

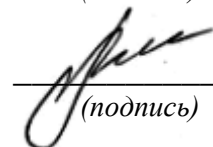
Бородкин Н.Н., зав.каф., д.т.н., доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Васина Н.В., доцент, к.т.н.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Лобанова С.В., доцент, к.т.н., доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

## Оглавление

Цели и задачи .....	4
План занятия.....	4
1. Построение аксонометрических проекций по ГОСТ 2.317-2011 .....	5
2. Геометрические тела .....	7
2.1. Многогранники .....	8
2.2. Поверхности вращения .....	10
2.3. Проекция группы геометрических тел .....	12
3. Технический рисунок .....	14
3.1. Технические рисунки плоских форм .....	15
3.2. Построение рисунков геометрических тел .....	17
3.3. Передача объема с помощью различных видов техники .....	21
4. Требования к выполнению графической работы по теме «Ортогональные и аксонометрические проекции группы тел» .....	29
5. Требования к выполнению графической работы по теме «Технический рисунок».....	29
Библиографический список .....	30
Приложение .....	31

## **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ**

### ***Учебные цели:***

1. Знакомство студентов с правилами изображения геометрических тел и оформления чертежей.
2. Овладение рациональными приемами построения ортогональных и аксонометрических проекций группы тел.

### ***Развивающие цели:***

1. Развитие пространственного воображения.
2. Привитие навыков работы с чертежными инструментами, аккуратности при выполнении графических заданий.
3. Развитие у студентов чувство самоконтроля при выполнении задания, чувство ответственности за качество выполненной работы.

### ***Воспитательные цели:***

1. Привитие интереса к изучаемому предмету.
2. Показать студентам взаимосвязь дисциплин и необходимость приобретения знаний при изучении материала по предметам.

### **Задачи:**

1. Изучить принципы и методы построения ортогональных и аксонометрических проекций, а также технического рисунка геометрических тел;
2. Овладеть умением построения изображений геометрических фигур на плоскости.

## **ПЛАН ЗАНЯТИЯ**

1. Тема «Технические рисунки и чертежи группы геометрических тел».

Цели и задачи, порядок выполнения задания «Ортогональные и аксонометрические проекции группы тел».

2. Ортогональные и аксонометрические проекции многогранников.
3. Ортогональные и аксонометрические проекции тел вращения.
4. Ортогональные и аксонометрические проекции группы тел.
5. Выполнение работы «Ортогональные и аксонометрические проекции группы тел».
6. Цели и задачи, порядок выполнения задания «Технический рисунок группы тел». Технический рисунок, методы оттенений.
7. Выполнение работы «Технический рисунок группы тел».

## **1. Построение аксонометрических проекций по ГОСТ 2.317-2011**

Одним из этапов выполнения графической работы является построение аксонометрического изображения группы тел.

Из вариантов направления проецирования, ориентации аксонометрических осей и соответствующих им коэффициентов, регламентированных стандартом ЕСКД ГОСТ 2.317 – 20011, мы будем использовать *прямоугольную изометрическую* проекцию.

Оси присоединенной к объекту системы координат образуют с плоскостью аксонометрических проекций одинаковые углы. Поэтому по всем трем осям коэффициенты искажения равны, т. е.  $k = m = n = \sqrt{2/3} \approx 0,82$ , а также равны углы ( $120^\circ$ ) между аксонометрическими осями  $Ax$ ,  $Ay$ ,  $Az$ . Масштаб изометрической проекции равен  $1:1$ . Аксонометрическую ось  $Az$  располагают вертикально.

На рис.1 приведено точное построение осей в изометрии, а на рис.2 – приближенное.

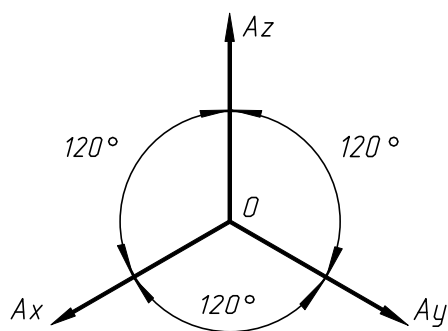


Рис.1

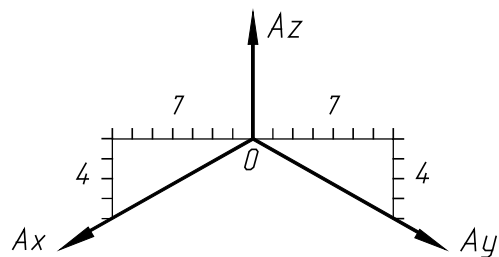


Рис.2

ГОСТ ЕСКД 2.317 – 2011 рекомендует с целью упрощения построения принимать значения коэффициентов искажения равными 1 вместо 0,82, что приводит к увеличению изометрической проекции в 1,22 раза.

Аксометрию объекта строят по координатам вершин, центров оснований и других характерных точек, входящих в структуру оболочки объекта. Линейные размеры формы откладывают только параллельно аксонометрическим осям с учетом коэффициентов искажения.

**Окружность** в аксонометрии отображается в виде эллипса. Формы оболочек многих геометрических и технических объектов содержат окружности, плоскости которых параллельны двум осям присоединенной к объекту системы координат. Проекция такой окружности приведена на рис.3. Для всех окружностей принят условный диаметр  $d=1$ .

На представляющих собой проекции окружностей эллипсах нанесены численные значения их больших и малых осей, а также двух сопряженных диаметров, параллельных осям присоединенной системы координат. Над полками линий-выносок указаны значения для практического масштаба, а под полками – для теоретического масштаба. Малая ось каждого эллипса параллельна, а большая – перпендикулярна проекции координатной оси, перпендикулярной плоскости окружности.

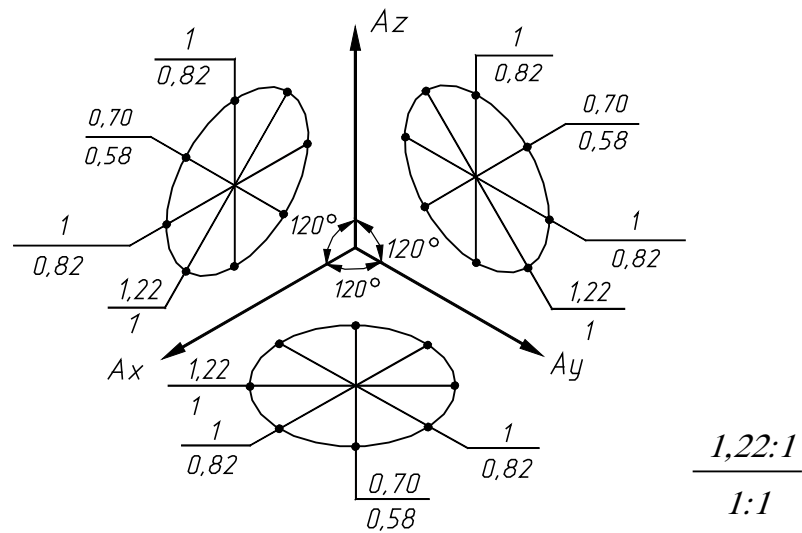


Рис.3

С целью упрощения выполнения аксонометрических проекций вместо эллипсов рекомендуется строить с помощью циркуля приближенно заменяющие их четырехцентровые овалы, представленные на рис.4 .

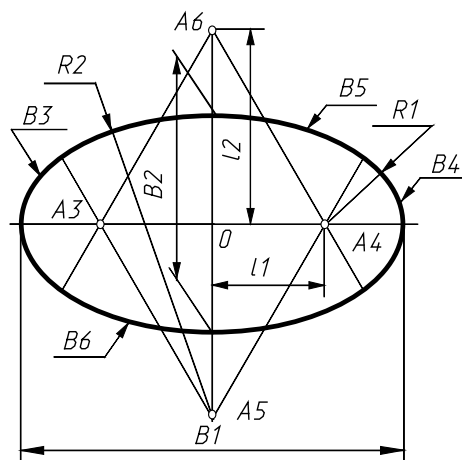


Рис.4

Оси овалов  $B1$  и  $B2$  соответственно равны большим и малым осям эллипсов. Каждый овал состоит из четырех дуг окружностей  $B3, B4, B5, B6$  с центрами  $A3, A4, A5, A6$ . Дуги  $B3$  и  $B4$  имеют радиус  $R1$ , а дуги  $B5$  и  $B6$  – радиус  $R2$ . Центры  $A3$  и  $A4$  расположены на больших осях  $B1$  на расстояниях  $l_1$  от центра овала. Центры  $A5$  и  $A6$  расположены на малых осях или их продолжениях

на расстояниях  $l_2$  от центра овала. Точки соединения дуг окружностей расположены на прямых, проходящих через центры  $A_3$  и  $A_5$ ,  $A_3$  и  $A_6$ ,  $A_4$  и  $A_5$ ,  $A_4$  и  $A_6$ .

## 2. Геометрические тела

Геометрические тела могут быть изображены в системе трех взаимно перпендикулярных плоскостей проекций и на одной плоскости (аксонометрическая проекция). Контурные геометрических тел на любых изображениях задаются проекциями их вершин, ребер, образующих, граней и оснований. Таким образом, построение проекций геометрических тел сводится к построению проекций точек, линий и плоских фигур.

При построении на поверхности геометрического тела точки вначале ее задают на одной проекции и подразумевают, что она видима. Затем находят на всех проекциях изображение поверхности, на которой расположена точка, и строят ее недостающие проекции. Для построения аксонометрических проекций точек, расположенных на поверхности тела, в системе трех плоскостей проекций определяют координаты точки относительно выбранной системы координат и последовательно откладывают их на аксонометрических осях или параллельно им.

### 2.1. Многогранники

Поверхность, состоящую из нескольких плоскостей, называют гранной. Элементами гранных поверхностей являются: вершина (у призматической поверхности она находится в бесконечности), грань и ребро (линия пересечения смежных граней). Замкнутые гранные поверхности называются **многогранниками**. Из числа многогранников выделяют группу правильных многогранников, у которых все грани — правильные многоугольники, а многогранные углы при вершинах выпуклые и содержат одинаковое число граней.



На комплексном чертеже гранная поверхность изображается проекциями вершин (точек) и ребер (прямых), при этом выполняется условие видимости.

**Призма** – многогранник, у которого основаниями служат два взаимно параллельных многоугольника, а боковые грани параллелограммы. Если у призмы ребра перпендикулярны плоскости основания, ее называют прямой (рис.5, 6).

**Пирамида** – многогранник, в основании которого лежит произвольный многоугольник, а боковые грани – треугольники с общей вершиной (рис.7, 8).

Грани призм, пирамид, которые перпендикулярны к плоскостям проекций, проецируются на них в виде отрезков прямых линий. Так, например, боковые грани призм (рис.5, 6, 7, 8) на горизонтальной проекции изображаются в виде отрезков прямых линий, образующих шестиугольник (рис.5), треугольник (рис.6, 7), четырехугольник.

Любую точку на гранной поверхности можно построить с помощью образующей, проходящей через эту точку. Построение недостающих проекций точек на поверхности призм и пирамид по заданным фронтальным проекциям на рис.5, 6, 7, 8 показано стрелками и соответствующими координатами.

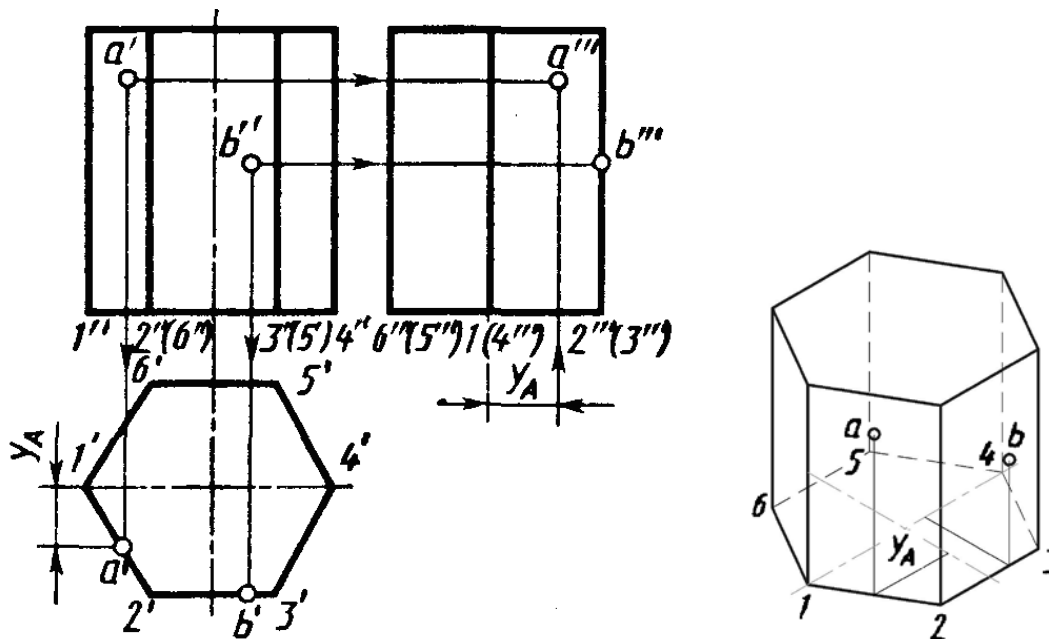


Рис.5

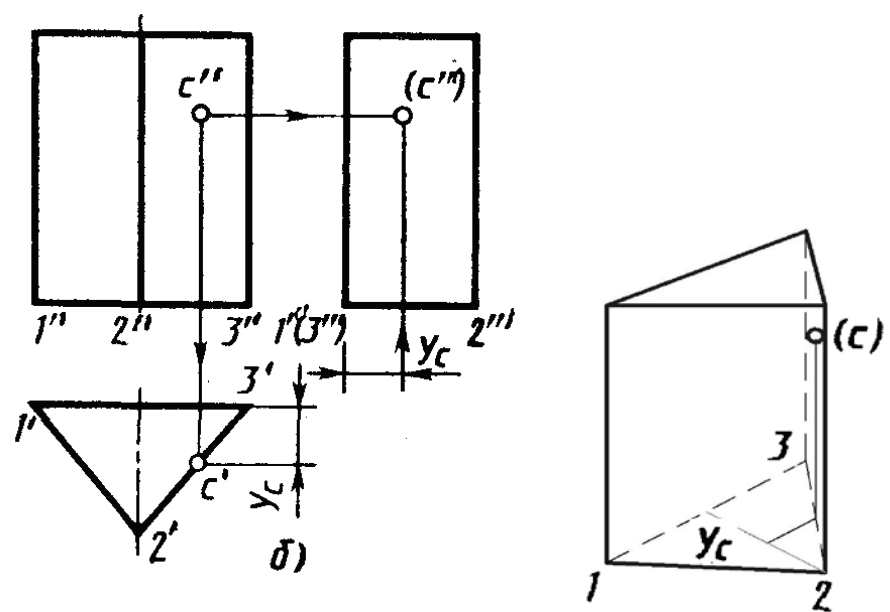


Рис.6

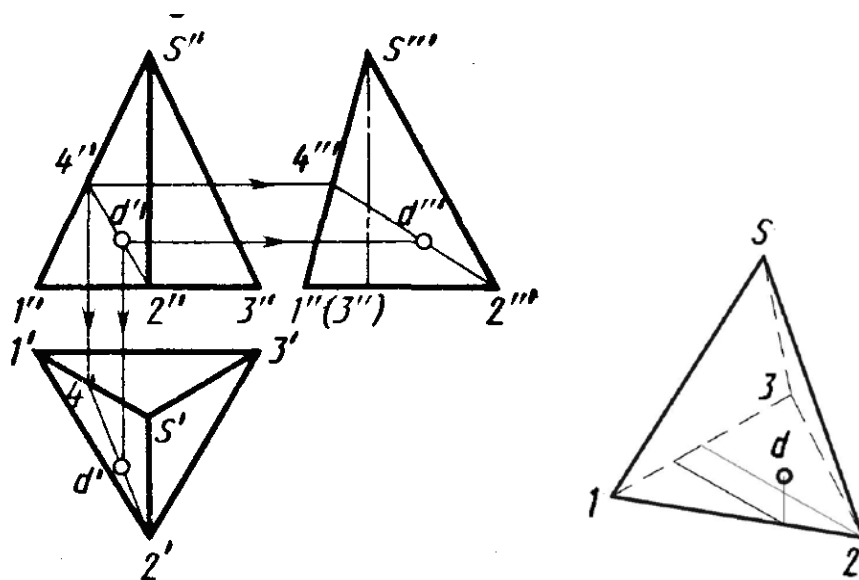


Рис.7

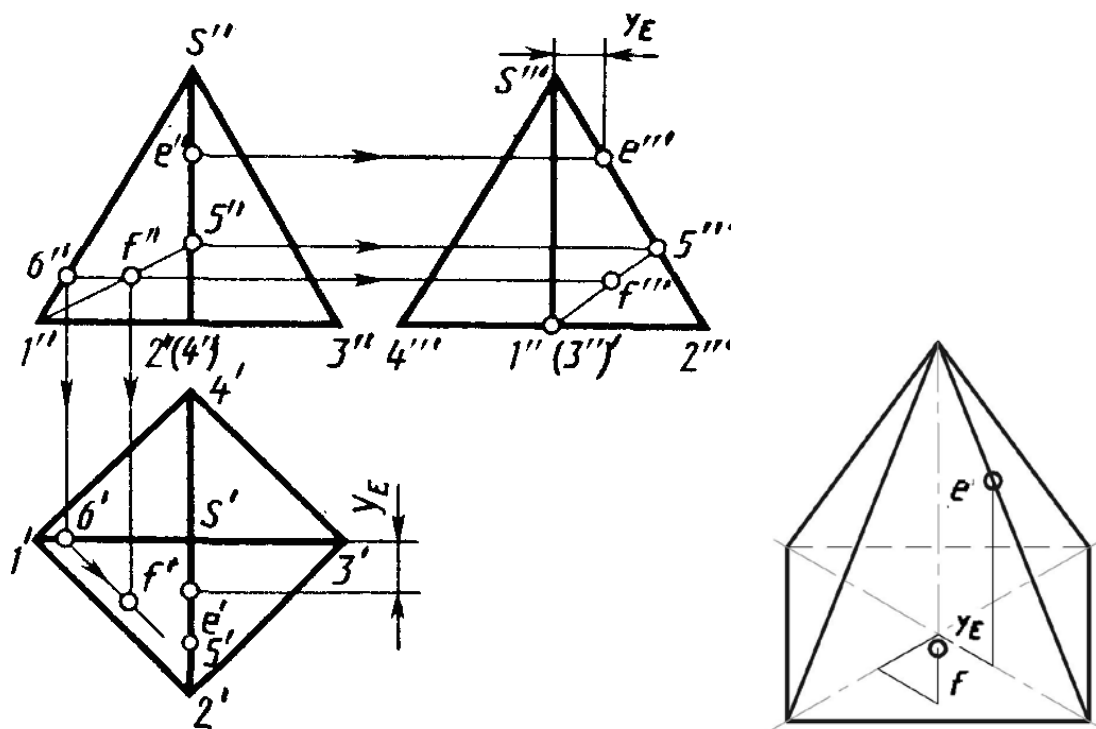


Рис.8

## 2.2. Поверхности вращения

Поверхности вращения образуются вращением линии  $l$  вокруг прямой  $i$  — оси вращения. Каждая точка образующей описывает при вращении окружность  $h$ , плоскость которой перпендикулярна оси вращения. Эти окружности называются параллелями.

**Цилиндр вращения** образуется вращением прямой  $l$  вокруг параллельной ей оси  $i$  (рис.9). **Конус вращения** образуется вращением прямой  $l$  вокруг пересекающейся с ней оси  $i$  (рис.10).

Точки на поверхности вращения обычно строят с помощью параллелей  $h$  и образующих  $l$ .

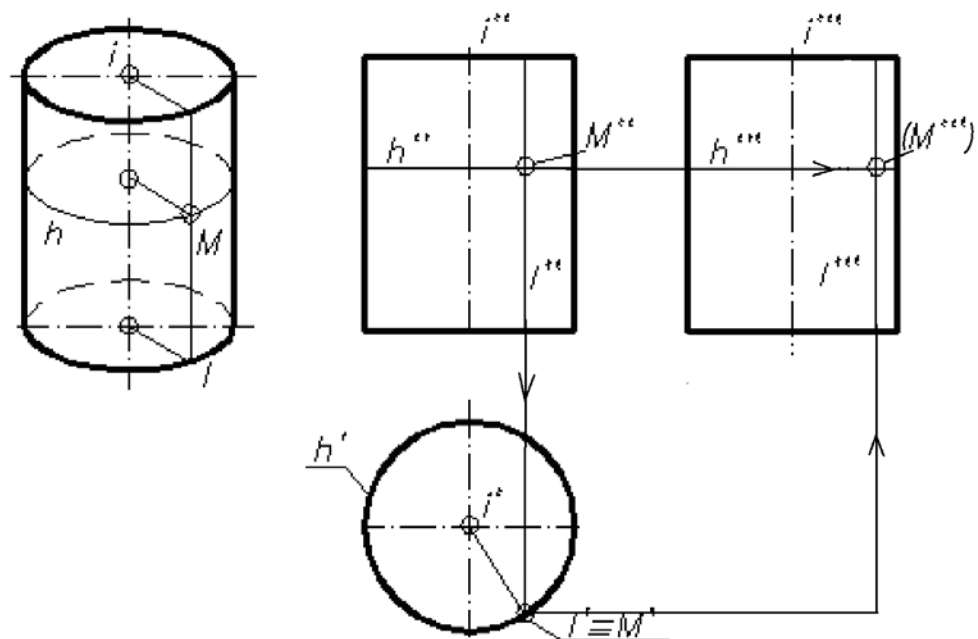


Рис.9

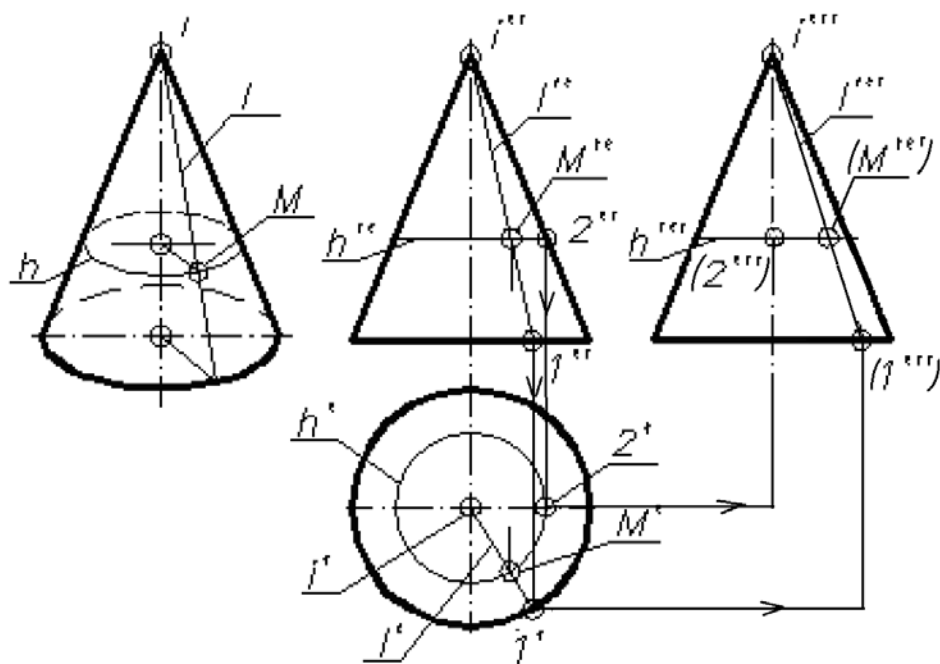


Рис.10

**Сфера** образуется вращением окружности вокруг ее диаметра (рис.11).

Построение точек на сфере выполняют с помощью параллелей  $h$ . Если нужно найти точку  $m$ , принадлежащую поверхности тора или сферы, то через заданную фронтальную проекцию этой точки проводится проекция параллели, затем находится горизонтальная проекция этой параллели, после чего на ней с

помощью линии связи строится горизонтальная проекция точки  $m$ , затем определяется профильная проекция.

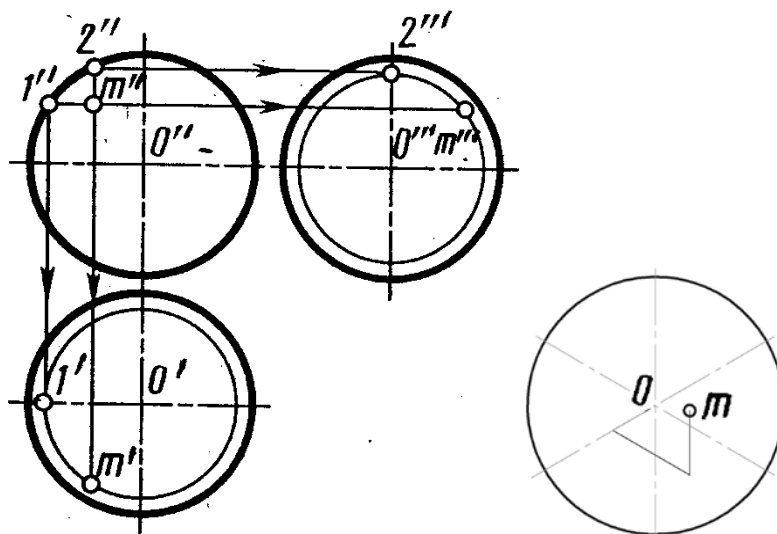


Рис.11

### 2.3. Проекции группы геометрических тел

В задании для графической работы даны геометрические тела и их размеры. По заданной горизонтальной проекции (рис.12) требуется выполнить ортогональный чертеж (в трех проекциях) (рис.13) и аксонометрическое изображение группы тел (рис.14). Невидимые элементы тел необходимо показать штриховыми линиями.

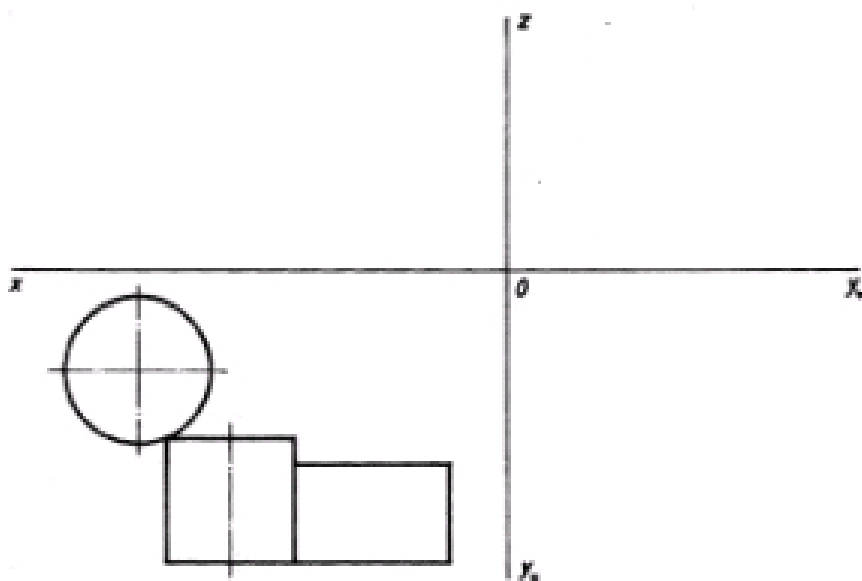


Рис.12

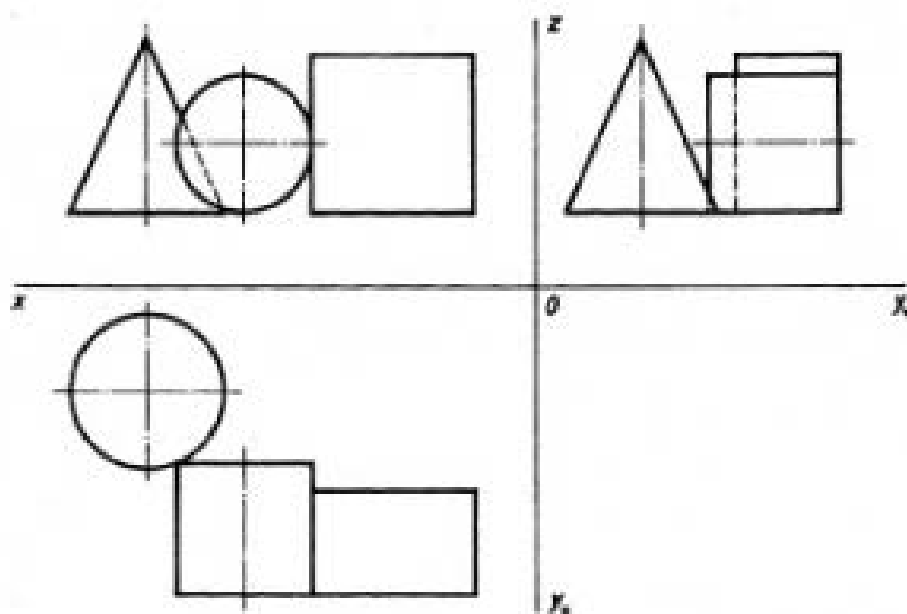


Рис.13

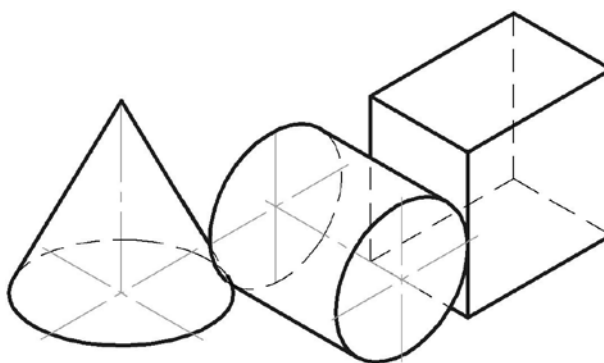


Рис.14

### 3.Технический рисунок

**Технический рисунок** – это такое наглядное графическое изображение объекта, выполненное от руки в глазомерном масштабе, в котором правильно передана его конструктивная форма и верно найдены пропорциональные отношения.

В зависимости от характера объекта и задачи, поставленной в конкретном проекте, технический рисунок выполняют по правилам параллельных проекций (в аксонометрии).

Отличительной особенностью технического рисунка от аксонометрического чертежа является то, что рисунок выполняют от руки и контурные линии рисунка имеют разную толщину, а кое-где могут быть чуть заметными или вообще отсутствовать.

Технический рисунок может быть линейным (без светотени) и объёмно-пространственным с передачей светотени и цвета.

**Рисование углов** Углы  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $120^\circ$ . Построение таких углов необходимо для построения изображений в прямоугольной изометрии. Проведем горизонтальную прямую и отметим на ней произвольную точку  $O$  (рис.15), через которую проведем перпендикуляр к прямой. От точки  $O$  вправо откладываем на горизонтальной прямой пять произвольных, но равных между собой отрезков. Каждую точку деления обозначим цифрой (1,2,3,4,5). Через деление, обозначенное цифрой 5, проводим тонкую линию перпендикуляра, на котором от точки 5 вверх и вниз откладываем три таких же отрезка, и обозначаем цифрами (1,2,3). Из точек 3, расположенных выше и ниже точки 5, проводим прямые через точку  $O$ . Они будут наклонены к горизонтальной прямой под углом примерно  $30^\circ$ . Построение углов  $60^\circ$  и  $120^\circ$  ясно из рисунка.

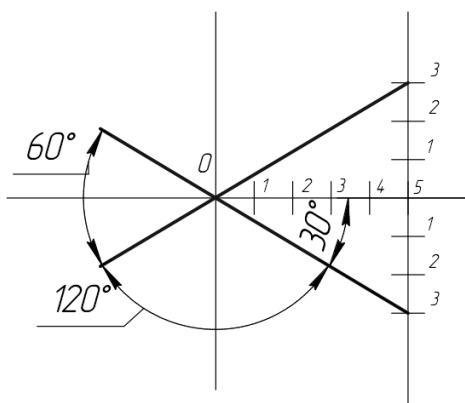


Рис.15

### 3.1. Технические рисунки плоских форм

При выполнении рисунка, условности выполняют по правилам ГОСТ 2.317—2011.

В техническом рисовании аксонометрические изображения начинают с нанесения аксонометрических осей, выполняя все операции от руки на глаз, без применения чертежных инструментов.

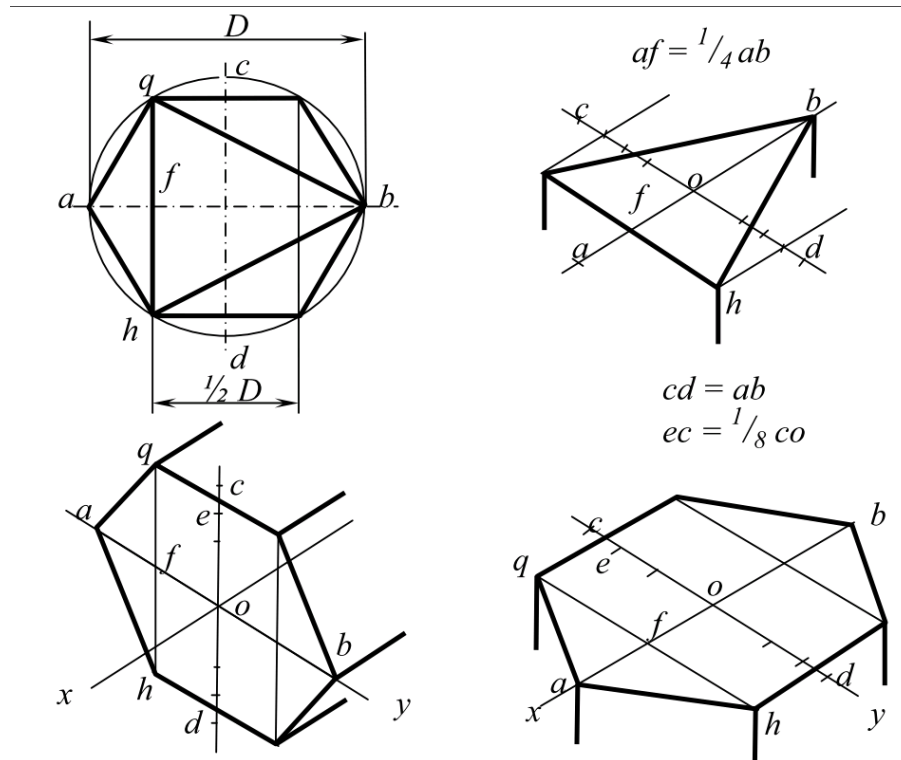


Рис.16

Аксонометрические рисунки правильных треугольников и шестиугольников показаны на рис.16, четырехугольников – на рис.17, пятиугольников – на рис.18. Длины соответствующих отрезков с ортогонального изображения многоугольника переносятся на аксонометрические оси.

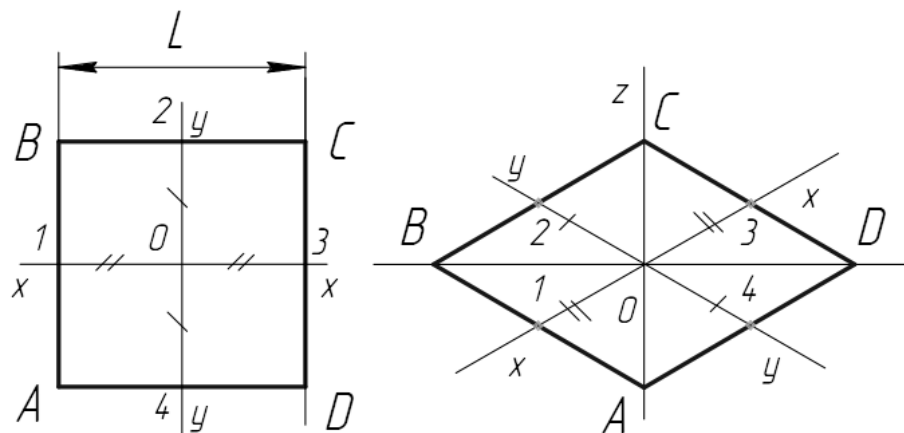


Рис.17



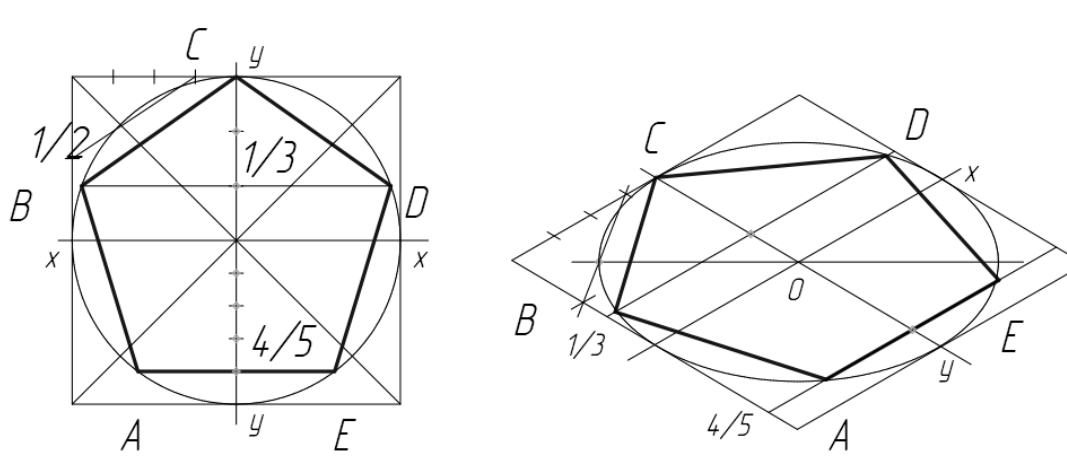


Рис.18

Нарисуем квадрат ABCD, сторона которого равна диаметру заданной окружности и проведем две взаимно перпендикулярные оси 1–3 и 2–4 через середины сторон квадрата (рис.19, а).

Для определения промежуточных точек окружности разделим отрезок В–2 точкой Е пополам. Затем отрезок Е–2 разделим точкой F также пополам. Точка Q – середина отрезка В–1. Прямая QF пересечет диагональ BD в точке 5. Через точку 5 проведем горизонтальную прямую до пересечения ее с диагональю AC в точке 6. Две другие промежуточные точки 7 и 8 расположатся в нижней части квадрата симметрично точкам 5 и 6. Итак, получив все восемь точек, нарисуем окружность.

В аксонометрии окружность изображается в виде эллипса. Наметим изометрические оси x и y (рис.19, б) и построим рисунок квадрата ABCD. В квадрате определим промежуточные точки 5, 6, 7, 8 и нарисуем эллипс.

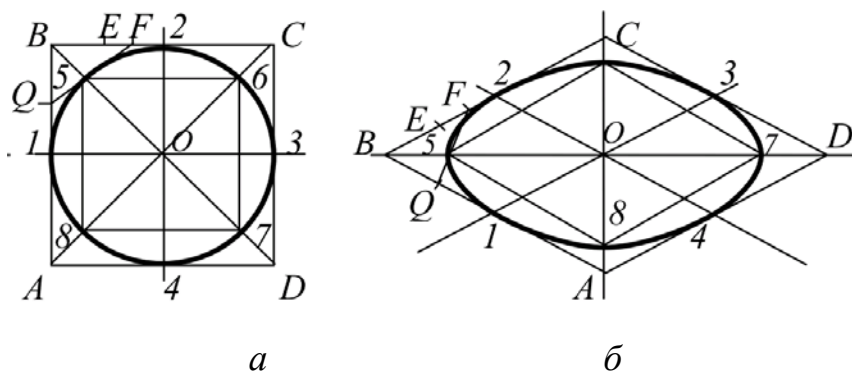


Рис.19

### 3.2. Построение рисунков геометрических тел

Технический рисунок геометрических тел сводится к упрощенному построению поверхностей данных тел и к построению проекций точек и линий, находящихся на этих поверхностях.

#### *Построение куба.*

Рисуем изометрические оси  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (рис.20) и строим по заданной стороне куба  $L$  его верхнее основание, представляющее форму ромба. Затем из центра основания проводим прямую, перпендикулярную ему (т.е. совпадающую с осью  $z$ ), откладываем высоту куба, строим оси и второе основание. Рисуем ребра куба, соединив вершины сторон оснований, проведя из каждой вершины ромба вниз вертикальные прямые. Линии невидимого контура на техническом рисунке не показываем.

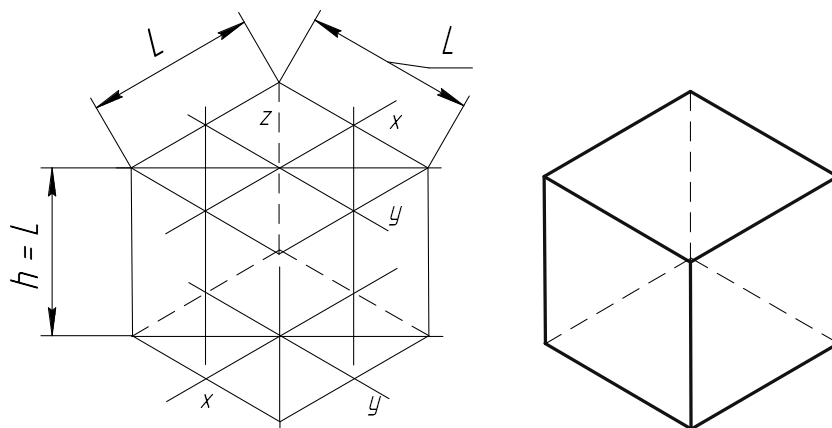


Рис.20

#### *Построение призмы*

Построение призмы всегда начинается с рисунка верхнего основания (рис.21).

Для простоты изображения призмы сначала рисуем квадрат, который в изометрии принимает форму ромба, и вписываем в него шестиугольник. Для определения положения нижнего основания из каждой вершины

шестиугольника проведем вертикальные прямые вниз и отложим на них заданную длину ребер призмы. Нарисуем второе основание.

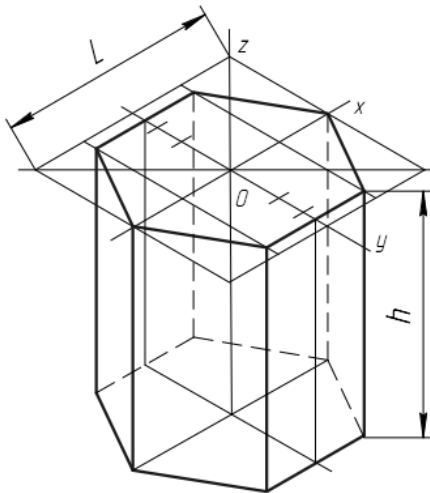


Рис.21

### ***Построение пирамиды***

Строим (рис.22) основание шестиугольной пирамиды (см. выше). Из середины основания (точка O) проводим прямую, параллельную оси z вверх, на которой откладываем высоту пирамиды  $h$ . Определяем положение вершины S. Соединяем точку S с точками A, B, C, D, E, F.

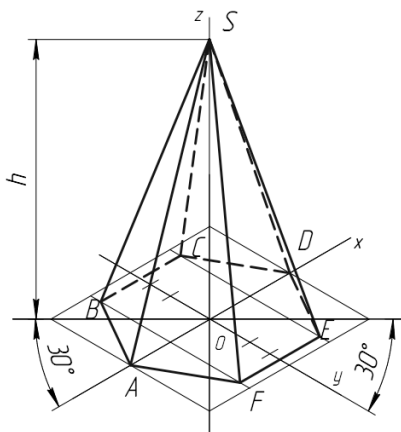


Рис.22

### ***Построение цилиндра***

На рис.23 приведены примеры построения цилиндров с основанием, параллельным горизонтальной (рис.23, а), профильной (рис.23, б) и фронтальной (рис.23, в) плоскостям. Построения кругового цилиндра начинают с определения

положения центров оснований и построения эллипсов, которые соединяются касательными.

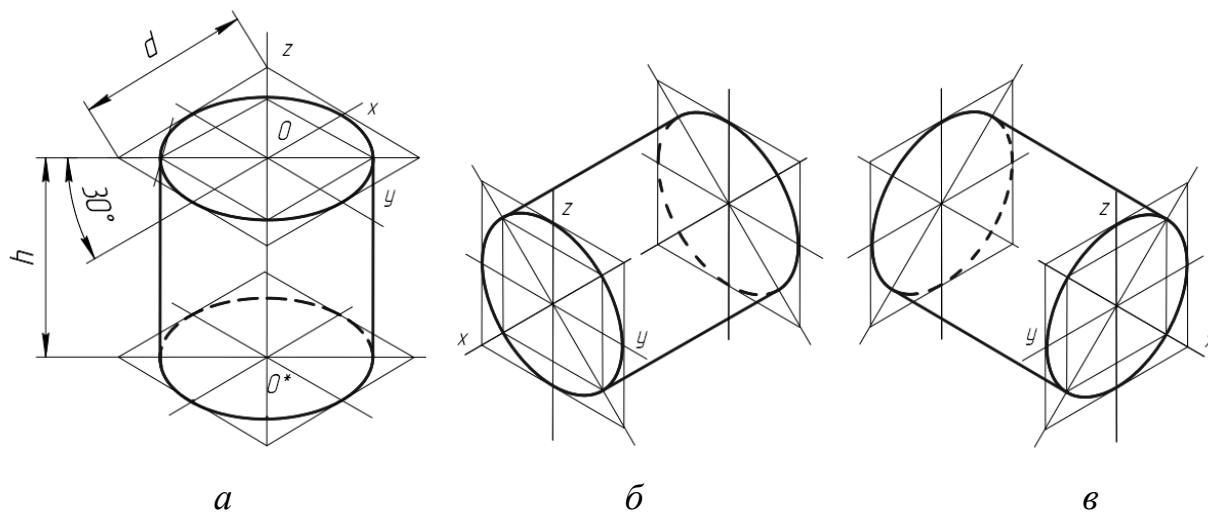


Рис.23

### **Построение конуса**

Строим основание конуса (рис.24), из центра которого проводим прямую, параллельную оси  $z$ , на которой откладываем высоту конуса  $h$ . Определяем положение вершины, из которой проводим касательные к основанию конуса.

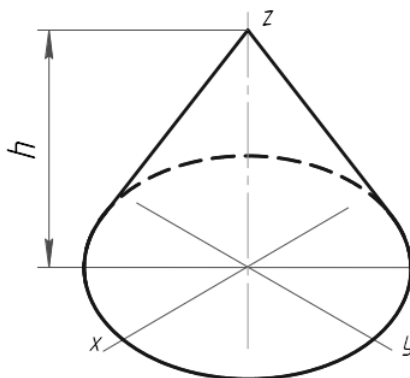


Рис.24

### **Построение сферы.**

На рис.25 показано построение сферы. Ее экватор (эллипс) изображается с помощью четырех точек А, В, С, и D. Большая ось АВ в данном примере разделена на пять равных частей (точки 1, 2, 3, 4), а малая CD – на три части.

Изометрическая проекция сферы имеет вид круга, радиус которого равен половине отрезка АВ.

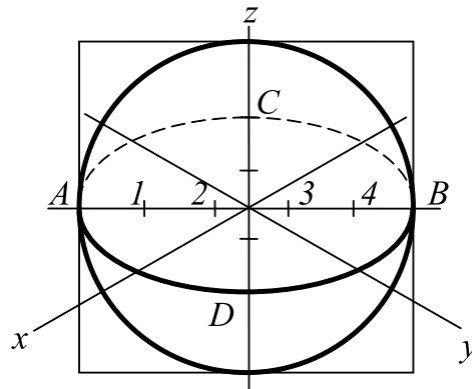


Рис.25

### 3.3. Передача объема с помощью различных видов техники

Для придания рисунку большей наглядности и выразительности применяют условные средства передачи объема с помощью светотени, учитывая следующие физические факторы: собственная тень; падающая тень; рефлекс или отражение от другого светлого предмета; контраст, т.е. кажущееся усиление тона между светом и тенью; блики – самые светлые, наиболее освещенные места предмета; полутона – умеренно освещенные места.

В техническом рисовании направление лучей света выбирается условно, но так, чтобы источник света находился сверху, слева и сзади рисующего, а световые лучи при этом составляют угол наклона к горизонту  $45^\circ$ .

Поскольку технический рисунок носит в основном условный, прикладной характер, то падающие тени на нем чаще всего не показываются.

Светотень наносят на рисунок различными способами оттенков: штриховкой, шрафировкой (штриховка в сетку), точками, отмывкой (рис.26).

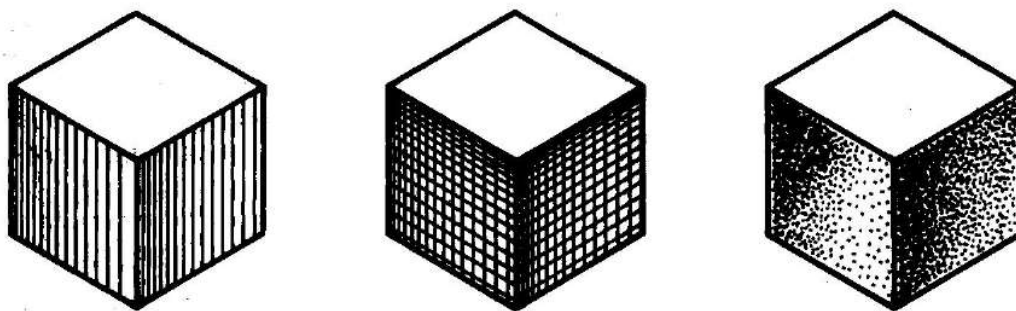


Рис.26

### ***Штриховка. Техника штриха***

Штрих — это относительно короткие линии, которые, располагаясь по поверхности предмета то чаще, то реже, создают различный тон. С помощью штриха, положенного по форме, выявляется объем формы предмета. Штрих, создавая тон, на месте собственной тени предмета располагается чаще, на месте рефлекса — реже, а на местах полутонов — еще реже.

Штрихи могут быть узкими и широкими, темными и светлыми, редкими и частыми. Штрихи выполняются карандашами Т или ТМ или пером и тушью.

Штриховка выполняется, как правило, короткими прямыми штрихами с примерно одинаковым расстоянием между ними. Штрихи накладываются на бумагу с одной стороны с отрывом карандаша. Т.е. начав с одной стороны делают штрих, затем возвращают карандаш к началу, делают отступ и снова проводят штрих и т.д.

Поверхности многогранников заштриховывают параллельными прямыми по форме предмета. Все вертикальные плоскости штрихуют вертикальными прямыми, горизонтальные плоскости — прямыми, параллельными аксонометрическим осям  $x$  и  $y$ , наклонные плоскости — прямыми, параллельными углу наклона плоскости. Расстояние между штрихами принимают от 1 до 3 мм. Толщину штрихов выполняют неодинаковой: выступающие элементы выделяют наиболее яркими и толстыми штрихами, а

последующие штрихи – с постепенным ослаблением яркости и толщины. Все горизонтальные поверхности должны оттеняться светлее, чем вертикальные, т.к. свет падает на предмет сверху слева. В теневой части предмета штрихи должны быть ярче и чаще, чем на свету (рис.27).

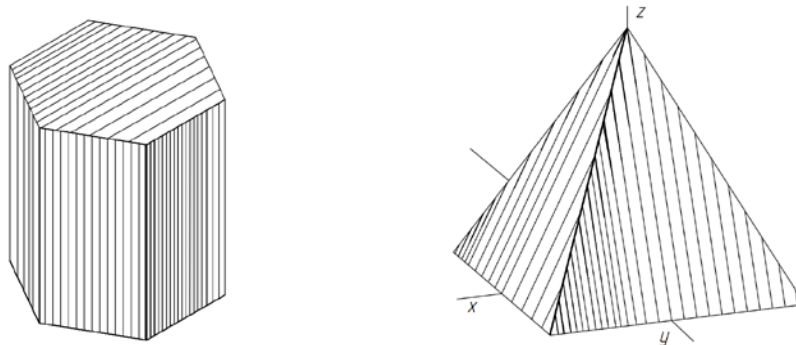
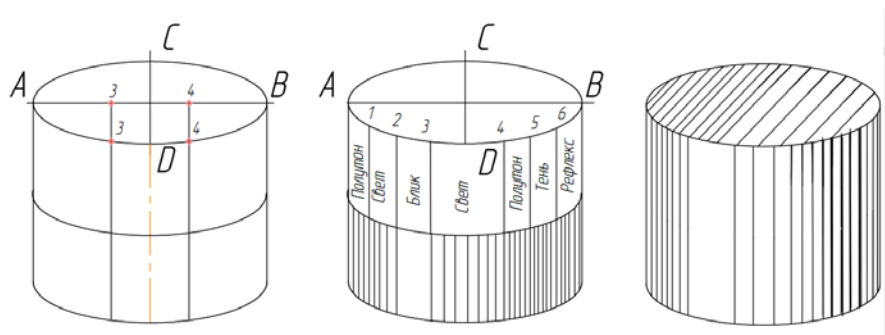


Рис.27

На поверхностях вращения нет резких переходов от света к тени, как на поверхностях многогранников. На круглых телах свет постепенно переходит в полутон, а затем в тень. На этих телах светотень распределяется в соответствии со схемами, показанными на рис.28, 29, 30.



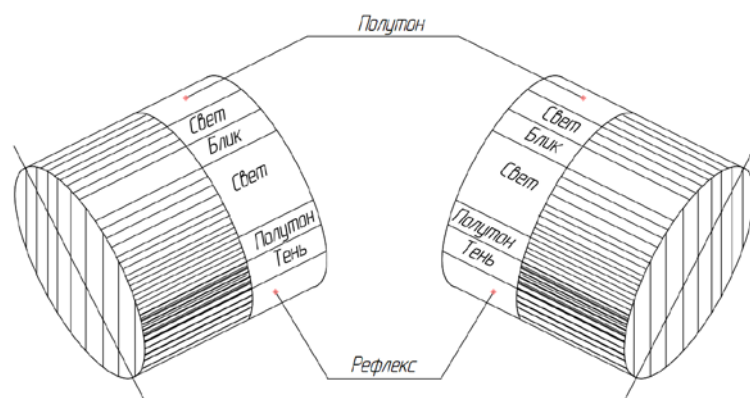


Рис.28

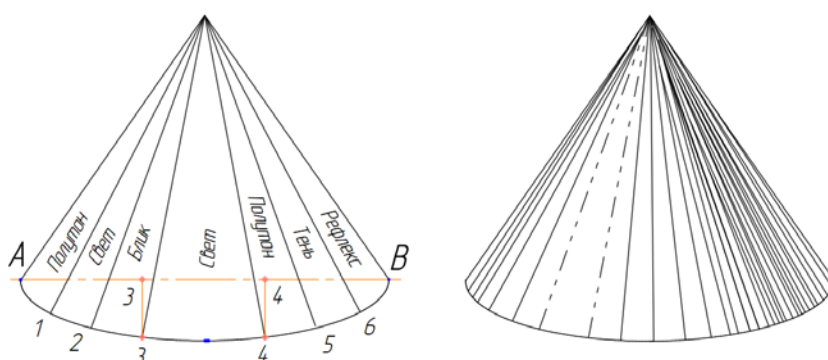


Рис.29

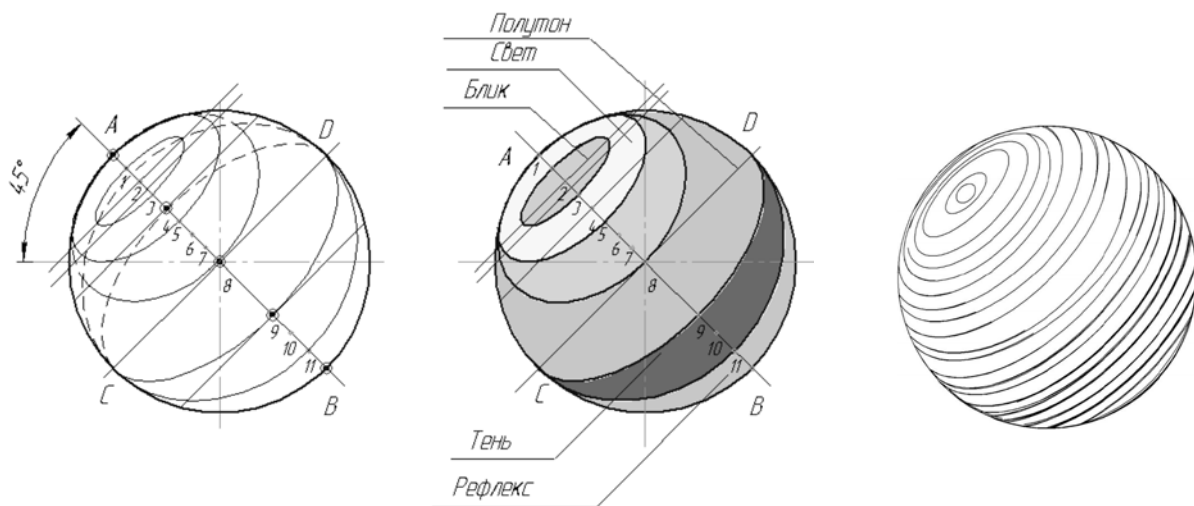


Рис.30

## Шрафировка

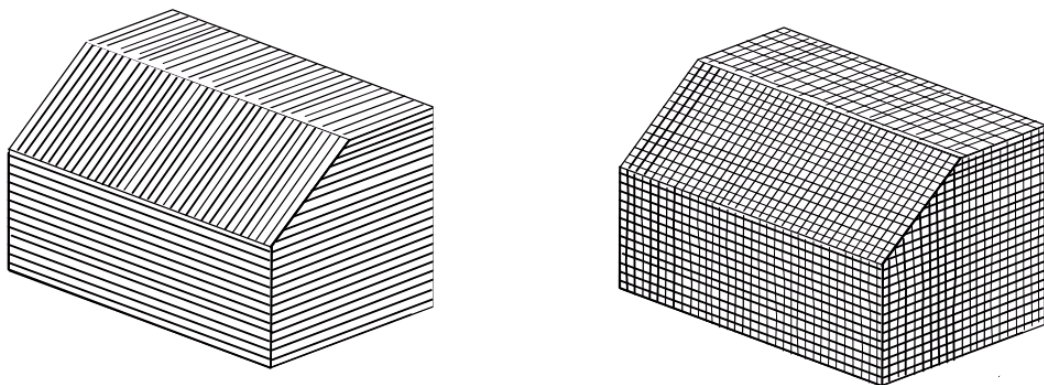
Оттенение многогранников шрафировкой выполняют сначала штрихами, параллельными осям  $x$  и  $y$ . Потом рисуют вертикальные штрихи, а затем штрихи обводят более ярко с постепенным переходом к светлым местам



предмета. Наклонные плоскости заштриховывают прямыми, параллельными наклону плоскости (рис.31)

На цилиндре и конусе шрафировку выполняют сначала горизонтальными штрихами в виде эллипсов, касательных к образующим, затем проводят вертикальные и наклонные штрихи (рис.32, 33).

Для оттенения шрафировкой сферической поверхности сначала наносят наклонную штриховку в виде меридианов шара, касательных к очерковой окружности. Затем рисуют горизонтальные штрихи – параллели. Горизонтальные штрихи наносят по тому же принципу, что и наклонные (при этом делят вертикальный диаметр шара. Промежуточные эллипсы вырисовывают на глаз между основными (рис.34).



*Рис.31*

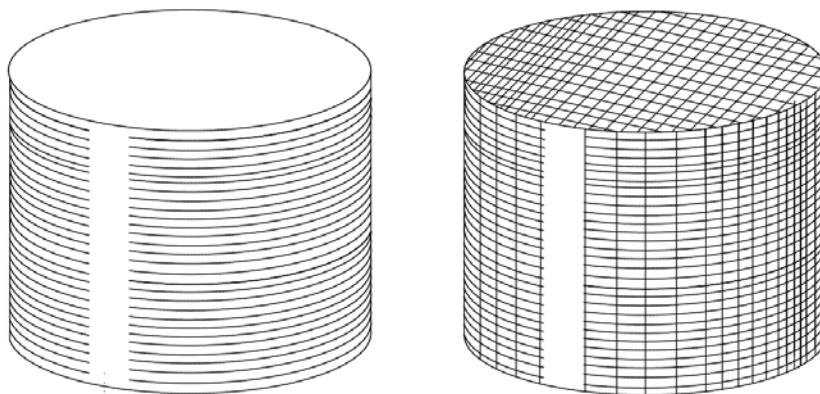


Рис.32

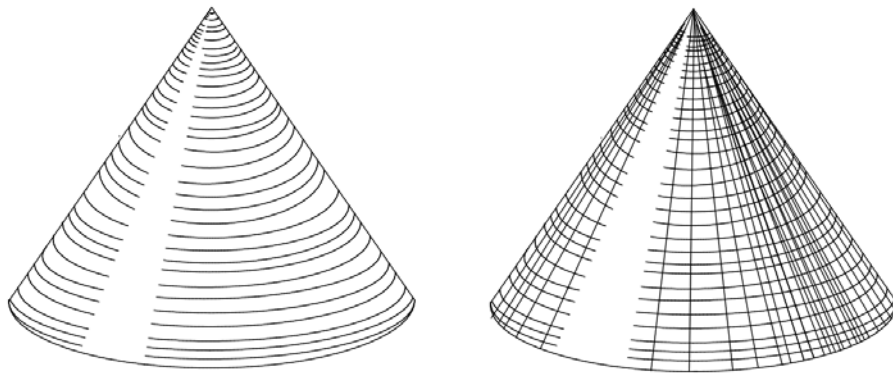


Рис.33

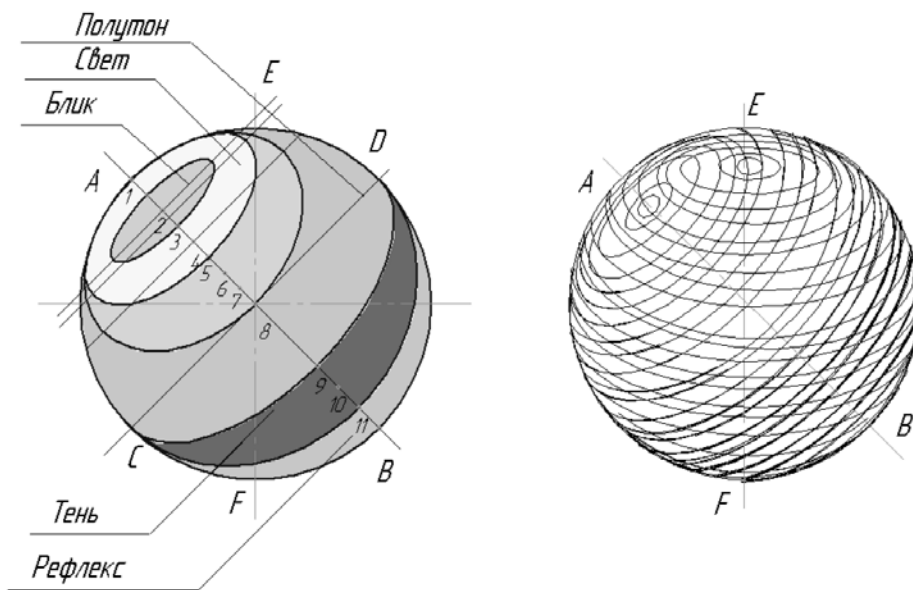
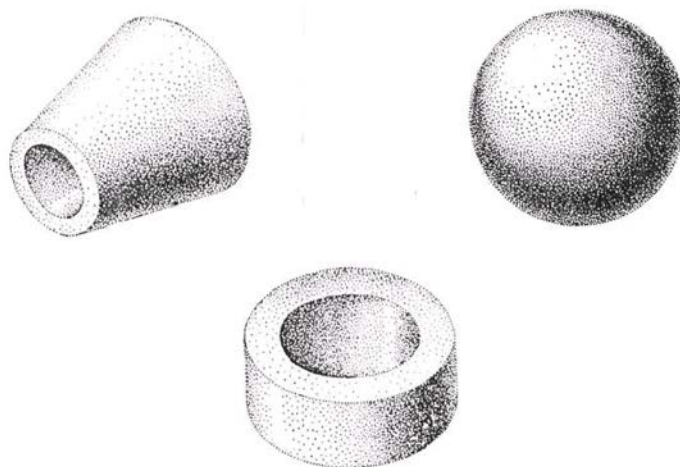


Рис.34

### Оттенение точками

Выявление объема предмета способом нанесения точек основывается на том, что светотень наносят не штрихами, а точками. Схема распределения светотени на предметах при этом такая же, как и для других способов оттенения. В теневой части предмета точки располагают близко друг к другу, в

слабоосвещенных местах – реже, на освещенной поверхности – совсем редко (рис.35).



*Рис.35*

### ***Техника отмывки***

Способ оттенения отмывкой заключается в наложении тона краской при помощи кисти.

Бумагу для акварельного рисунка нужно наклеить на картон или натянуть на подрамник. Затем следует подготовить рисунок к отмывке – необходимо протереть рисунок влажной, мягкой губкой, не стирая бумагу, чтобы смыть с листа черноту и жирные пятна. Когда вода высохнет, можно приступать к отмывке. Формат листа бумаги следует расположить на под небольшим наклоном ( $20^{\circ}$  -  $30^{\circ}$ ), чтобы лишняя вода могла стекать, а не размывала отмывку. Излишки воды и разведенной краски собирают острием полусухой (отжатой) кистью.

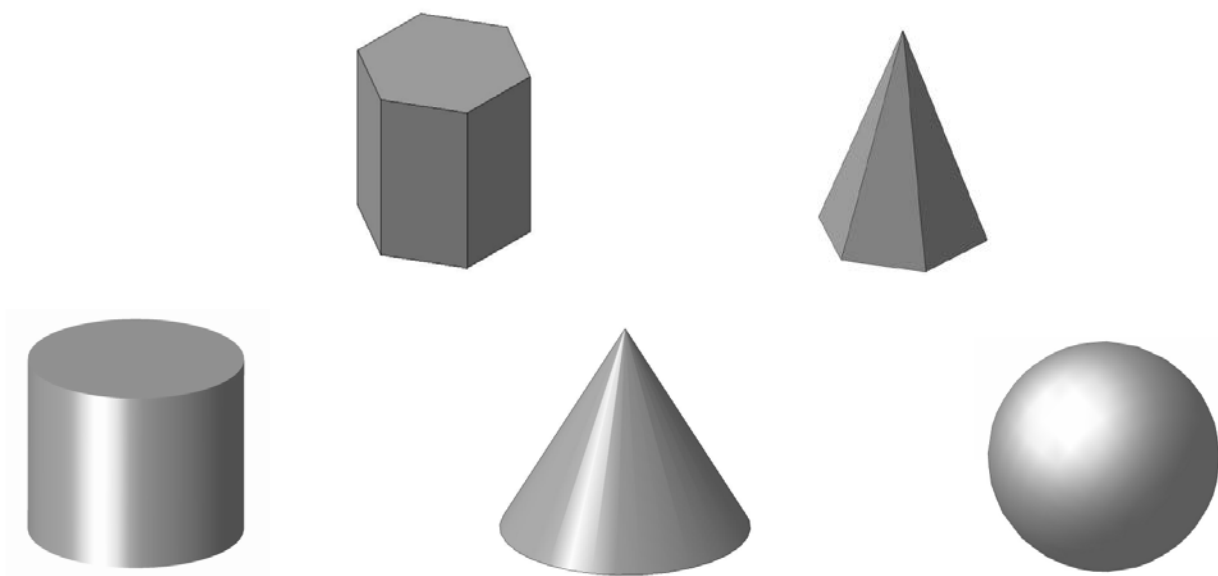
После подготовки формата листа, приступают к отмывке, которую делают слабым одноцветным раствором акварельной краски.

Для передачи объема в этой технике используют мягкую кисть и черную акварель или сухую тушь. Сухую тушь растирают и заливают водой до получения краски нужной концентрации. Существует два способа отмывки: слоевой и размывной.

Слоевой способ отмывки заключается в том, что изображаемую форму предмета разделяют на части тонкими, еле заметными карандашными линиями на границах переходов от полутона к свету, от света к блику, от блика к свету, от света к полутону, от полутона к тени, от тени к рефлексу. Затем всю форму предмета, если предмет имеет свой цвет, покрывают слабым раствором краски и дают бумаге высохнуть. После этого изображенный предмет снова покрывают раствором краски, но уже нужной концентрации, не трогая то место, где должен быть блик. Бумаге снова дают высохнуть и снова покрывают этим же раствором краски, оставляя нетронутыми места, где должен быть расположен свет, снова дают бумаге высохнуть и снова покрывают изображаемый предмет таким же концентрированным раствором краски, теперь оставляя нетронутыми места, где должны быть расположены полутона, и т. д. Получают объемное изображение предмета. Там, где рисунок покрыли самым слабым раствором краски, будет блик, где одним слоем раствора краски нужной концентрации — свет, где двумя слоями этой же концентрации — полутон и т. д., т. е. слоевой способ отмывки заключается в наложении на рисунок объемной формы нескольких слоев раствора краски одной концентрации. Нанесение краски на объемную форму рисунка идет от светлого к темному.

Размывной способ отмывки заключается в том, что получают раствор краски высокой концентрации, по тону соответствующей самому темному месту изображаемого предмета. Краску наносят на предмет, начиная с самого темного тона. Собственную тень покрывают раствором краски и быстро, не дав ей высохнуть, размывают водой границу перехода от тени к рефлексу и к полутону, покрывают более слабым раствором рефлекс и еще более слабым раствором — полутон, снова размывают границу перехода от полутона к свету и т. д. Размывным способом получают более живописное изображение объемной формы.

Примеры выполнения технических рисунков тел с отмывкой приведены на рис.36



*Рис.36*

#### **4. Требования к выполнению задания «Ортогональные и аксонометрические проекции группы тел»**

Чертеж выполняется на ватмане формата А3 (А2).

Последовательность выполнения работы:

1. Выполнить комплексный чертеж группы геометрических тел (в трех проекциях).
2. Выполнить аксонометрическое изображение группы тел.
3. Найти положение заданных на телах точек на комплексном чертеже и на аксонометрическом изображении.
4. Выявить объем заданных поверхностей с помощью отмывки (одним цветом или несколькими).

Пример выполнения работы приведен в приложении 1.

#### **5. Требования к выполнению задания «Технический рисунок группы тел»**

Чертеж выполняется на ватмане формата А3 (А2).

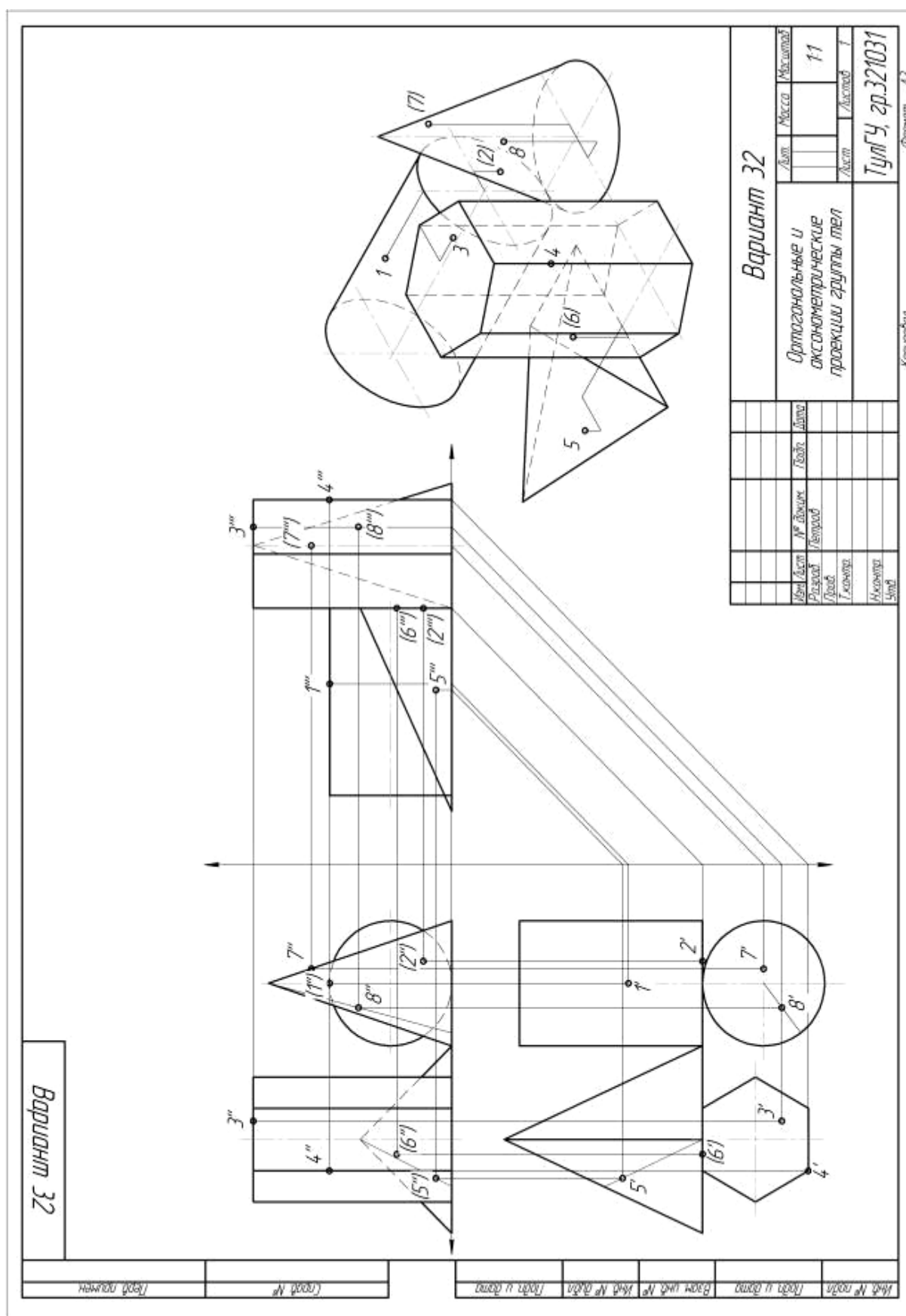
Последовательность выполнения работы:

1. Выполнить технический рисунок группы геометрических тел.
2. Выявить объем заданных поверхностей одним из методов.

Пример выполнения работы приведен в приложении 2.

### Библиографический список

1. Бабулин Н.А. Построение и чтение машиностроительных чертежей. – М.: Высшая школа, 2005.
2. Бородкин Н.Н., Васина Н.В., Лобанова С.В. «Основы черчения и технического рисунка»: учеб. пособие. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. – 169 с. <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2016063009535822684500006882>
3. Винокурова Г.Ф. Наглядные изображения: учебное пособие/ Г.Ф. Винокурова, О.К. Кононова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 119с.
4. Георгиевский О.В. Единые требования по выполнению строительных чертежей : Справ.пособие / О.В.Георгиевский .— М. : Архитектура-С, 2004 .— 144с. : ил. — Библиогр.в конце кн.
5. Миронова Р.С., Миронов Б.Г. Инженерная графика. – М.: Высшая школа, 2008
6. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для вузов/ А.А.Чекмарев .— 2-е изд.,перераб.и доп. — М. : Высшее образование, 2006 .— 471с. : ил.



[illegible]