

Е. К. ТОРХОВА

Геометрическая форма:

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ,
ТЕРМИНЫ
И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Е.К. Торхова

Геометрическая форма:
основные понятия,
термины и определения

Учебное пособие



Ижевск
2021

УДК 744:621.01(075.32)

ББК 30.110.9 я723

T616

*Рекомендовано к изданию
учебно-методическим советом УдГУ*

Рецензенты: д.т.н., профессор каф. безопасности жизнедеятельности ИГЗ УдГУ **Ю.В. Иванов**;
к.т.н., доцент каф. общинженерных дисциплин **Н.А. Перминов**;
учитель математики высшей категории МБОУ «гимназия № 26» г. Набережные Челны **Л.Е. Краснова**.

Торхова Е.К.

T616 Геометрическая форма: основные понятия, термины и определения: учеб. пособие. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2021. – 90 с. ил.

ISBN 978-5-4312-0903-1

В пособии собраны и систематизированы термины основных и производных от них понятий плоских (двухмерных) и пространственных (трехмерных) геометрических форм, даны определения, раскрывающие их смысловое значение, и иллюстрации, уточняющие содержание их пространственных представлений.

Предназначено для студентов колледжа технико-технологического направления подготовки, а также учащихся средних общеобразовательных школ.

УДК 744:621.01(075.32)

ББК 30.110.9 я723

ISBN 978-5-4312-0903-1

© Е.К. Торхова

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Инженерная графика» – одна из первых базовых дисциплин профессиональной подготовки, участвующих в формировании понятийного аппарата системного технического мышления. Изучая особенности информационного поля чертежа и развивая при этом пространственное воображение, студенты технических специальностей используют термины, связанные с геометрической формой конструкций производственных или учебных объектов (макетов) и их элементов.

Единство математической и технической терминологии, связанной с геометрией формы, дает возможность объединить общетеоретические и общетехнические знания и понятия о трехмерности. Что в свою очередь позволяет сформировать единый понятийный аппарат профессиональных компетенций, связанных с пространственным воображением и мышлением.

К сожалению, изучение в школе на уроках математики плоских и пространственных форм имеет незначительное практическое применение в других дисциплинах. В учебниках этого предмета отсутствуют тезаурусы понятий, а их определения растворены в больших текстах математических расчетов.

Причиной создания данного учебного пособия явилась необходимость обзорной информации о плоской и трехмерной геометрической форме технических объектов, систематизации их базовых и производных от них понятий.

Учебное пособие составлено в справочно-словарной форме, содержит базовые и производные от них понятия двухмерных и трехмерных геометрических форм, используемых в конструкциях технического и производственного назначения. В пособии имеются иллюстрации, которые позволяют уточнить содержание и пространственное представление понятий геометрических форм.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА ЛИНИЙ

ПРЯМАЯ ФОРМА ЛИНИЙ И РЕБЕР, ИХ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

ЛИНИЯ – понимается в математике как непрерывное множество точек, в начертательной геометрии как траектория движущейся в пространстве точки, в инженерной графике как форма ребер или контура кривых поверхностей трехмерных объектов. Различают *прямые и кривые* формы линий.

ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА – линии различного начертания, применяемые на чертежах для выявления формы изображаемого изделия. Основные назначения линий и их типы начертания для всех отраслей промышленности и строительства устанавливает ГОСТ 2.303-68. (рис. 1).

ОТРЕЗОК – часть прямой или кривой линии, которая находится между двумя точками этой линии, называемыми *концами отрезка*, которые в свою очередь являются стартом и финишем этого отрезка. На изображениях (в математике; на проекционных чертежах) концы отрезков обозначаются заглавными буквами латинского алфавита (рис. 2а).

ЛОМАНАЯ ЛИНИЯ – линия, состоящая из отрезков, концы которых являются ее точками излома, называемыми *вершинами* этой ломаной. Различают *прямую и кривую* формы ломаной линии (рис. 2б).







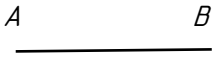
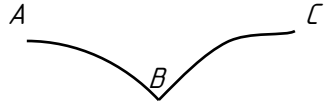
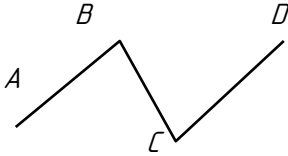
<i>Наименование линий</i>	<i>Типы начертания линий ГОСТ 2.303-68</i>	<i>Основные назначения</i>
<i>Сплошная толстая основная линия</i>		<i>Линия видимого контура</i>
<i>Сплошная тонкая линия</i>		<i>Линии размерные и выносливые Линии штриховки Линии-выноски</i>
<i>Сплошная волнистая линия</i>		<i>Линии обрыва Линии разграничения вида и разреза</i>
<i>Штриховая линия</i>		<i>Линии невидимого контура</i>
<i>Штрихпунктирная линия</i>		<i>Линии осевые и центровые</i>
<i>Разомкнутая линия</i>		<i>Линии обозначения разрезов и сечений</i>

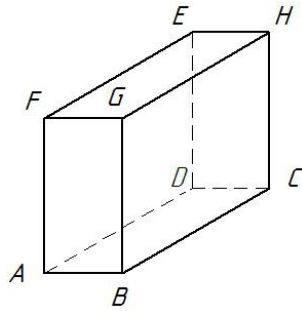
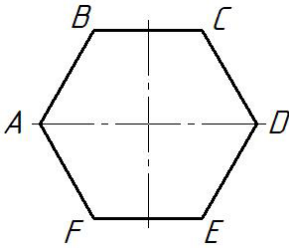
Рис. 1 Типы начертания линий



a)

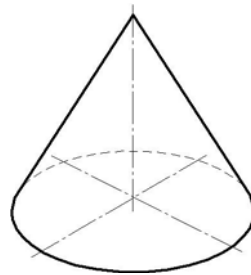
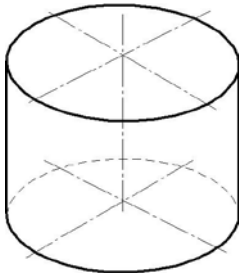


δ)



θ)

z)



α)

ε)

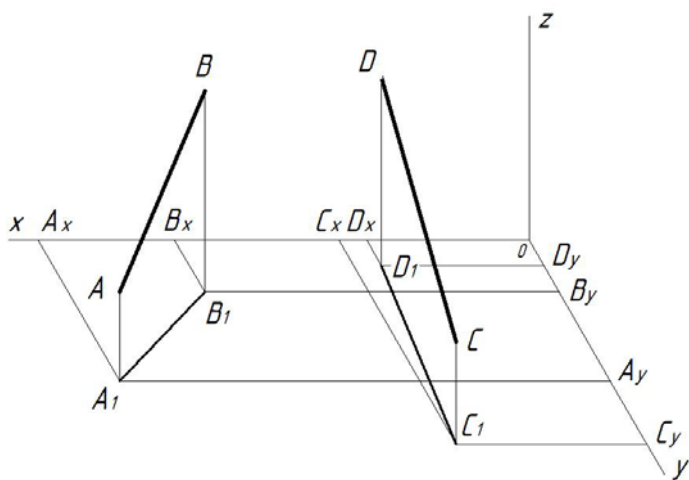
Рис. 2

ЗАМКНУТАЯ ЛОМАНАЯ ЛИНИЯ – ломаная линия, у которой старт и финиш совпадают, т. е. принадлежат одной вершине (рис. 2в).

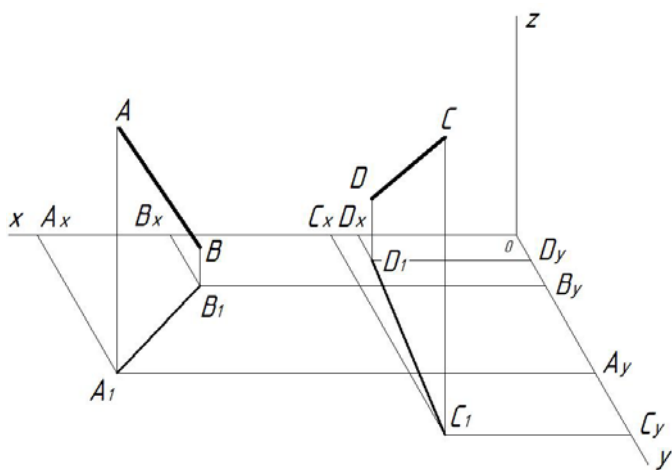
РЕБРО – линия пересечения соседних поверхностей трехмерных объектов. Например: в многогранниках ребро образуется пересечением двух соседних граней, а у таких тел вращения как цилиндр и конус ребро это форма пересечения грани с кривой выпуклой поверхностью (рис. 2г, д, е).

ПРЯМАЯ ЛИНИЯ – форма линии, по которой возможно перемещение точки без изменения направления движения. Расположение такой формы линии в проективном пространстве рассматривается относительно фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостей проекций. В связи с этим различают прямые линии *общего и частного положения* (рис. 3; рис. 4; рис. 5; рис. 6).

ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ – положение прямой линии в пространстве фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостей проекций, при котором она расположена к каждой из них под углом не равным 90° т. е., не параллельно и не перпендикулярно этим плоскостям. На чертеже любая проекция прямого ребра общего положения всегда меньше его натуральной длины. Кроме того, по мере удаления от зрителя различают *восходящую и нисходящую* прямую линию общего положения (рис. 3).



a)



б)

Рис. 3 Линии общего положения:
 а) восходящие прямые линии; б) нисходящие прямые линии

ВОСХОДЯЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ – прямая линия общего положения, поднимающаяся по мере удаления от зрителя. При таком пространственном положении прямой линии высота ее старта всегда меньше размера высоты ее финиша. В зависимости от того, где относительно наблюдателя расположен финиш такого положения прямой, различают *восходящую вправо прямую линию общего положения* и *восходящую влево прямую линию общего положения* (рис. 3а).

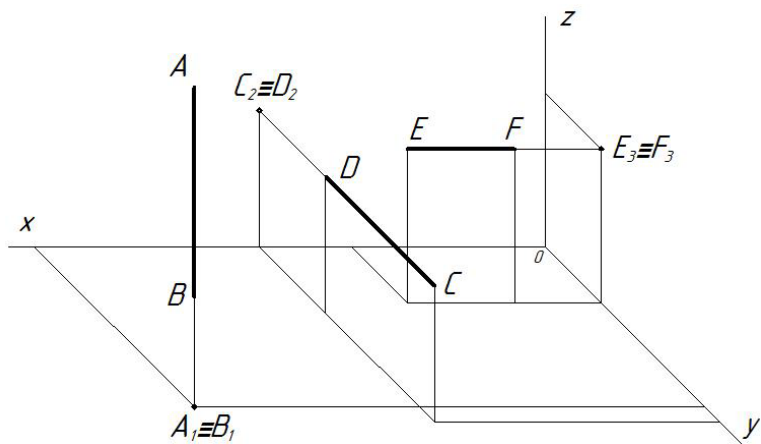
НИСХОДЯЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ – прямая линия общего положения, понижающаяся по мере удаления от зрителя. Размер высоты старта такого пространственного расположения прямой линии всегда больше высоты ее финиша. В зависимости от того, где относительно наблюдателя расположен финиш при таком положении прямой, различают *нисходящую вправо прямую линию общего положения* и *нисходящую влево прямую линию общего положения* (рис. 3б).

ПРЯМЫЕ ЛИНИИ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ – прямые линии, находящиеся параллельно или перпендикулярно относительно фронтальной, горизонтальной или профильной плоскостям проекций. Различают *проецирующие прямые линии* и *прямые линии уровня* (рис. 4).

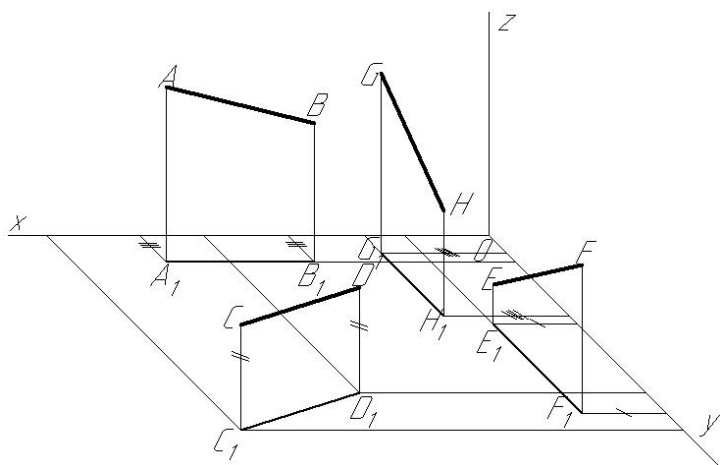
ПРОЕЦИРУЮЩАЯ ПРЯМАЯ ЛИНИЯ – прямая линия, расположенная перпендикулярно либо фронтальной, либо горизонтальной, либо профильной плос-

кости проекций, при этом двум другим плоскостям проекций эта прямая линия будет всегда параллельна. Проецирующая прямая линия имеет пространственно ориентированное название. В связи с этим различают *горизонтально проецирующие, фронтально проецирующие* и *профильно проецирующие* прямые линии (рис. 4а). Например: горизонтально проецирующая прямая линия АВ, согласно с ее названием, находится в проективном пространстве перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций и при этом параллельно фронтальной и профильной плоскостям.

ПРЯМАЯ ЛИНИЯ УРОВНЯ – прямая линия, находящаяся в системе трех плоскостей проекций параллельно только одной какой либо плоскости и при этом не параллельно и не перпендикулярно двум другим плоскостям проекций. Таких положений в проективном пространстве три. Поэтому прямая линия уровня имеет пространственно ориентированное название, в котором указана плоскость параллельная данной прямой линии. Различают *горизонтальную, фронтальную* и *профильную* прямые линии уровня. Используются сокращенные названия: *горизонтальная прямая уровня* или *горизонталь, фронтальная прямая уровня* или *фронталь*, а также *профильная прямая уровня* (дальнейшего сокращения не имеет). Профильная прямая линия уровня имеет два варианта положения в проективном пространстве. Если профильная прямая линия уровня удаляется от наблюдателя вверх, то ее называют *восходящей*, а если вниз, то *нисходящей*. Поэтому в сокращенном варианте принято говорить: *восходящая профильная прямая уровня, нисходящая профильная прямая уровня* (рис. 4б).



a)



б)

Рис. 4 Линии частного положения:
 а) процирующиеся линии; б) линии уровня

ЛИНИИ НУЛЕВОГО УРОВНЯ – прямые линии, находящиеся на поверхности фронтальной, горизонтальной или профильной плоскостях. В начертательной геометрии рассматриваются как частный случай горизонтальных, фронтальных и профильных прямых линий уровня.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ – прямые линии, находящиеся на поверхности одной плоскости (воображаемой или реальной) на не меняющемся расстоянии друг от друга. Особый случай представляют собой параллельные прямые линии, которые в системе фронтальной, горизонтальной и профильной плоскостей проекций располагаются параллельно одной из этих плоскостей (рис. 5).

ПЕРЕСЕКАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ – прямые линии, лежащие в одной плоскости (реальной или воображаемой) и имеющие одну общую точку: точку пересечения. На чертеже фронтальная, горизонтальная и профильная проекции точки пересечения двух прямых линий имеют проекционные линии связи: фронтальная и горизонтальная проекции находятся на вертикальной проекционной связи, а фронтальная и профильная на горизонтальной (рис. 6б).

СКРЕЩИВАЮЩИЕСЯ ПРЯМЫЕ ЛИНИИ – не параллельные между собой прямые линии, лежащие в двух параллельных плоскостях (воображаемых или реальных). При таком расположении прямые линии не имеют собственной точки пересечения. А на чертеже точки пересечения проекций прямых линий не имеют

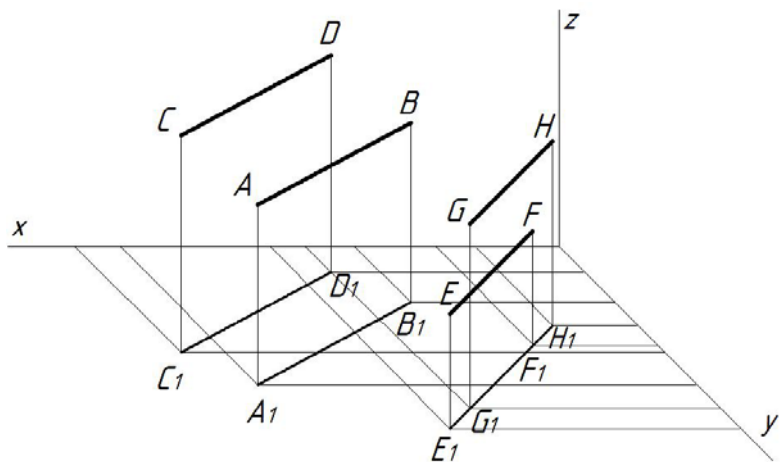


Рис. 5 Параллельные прямые линии

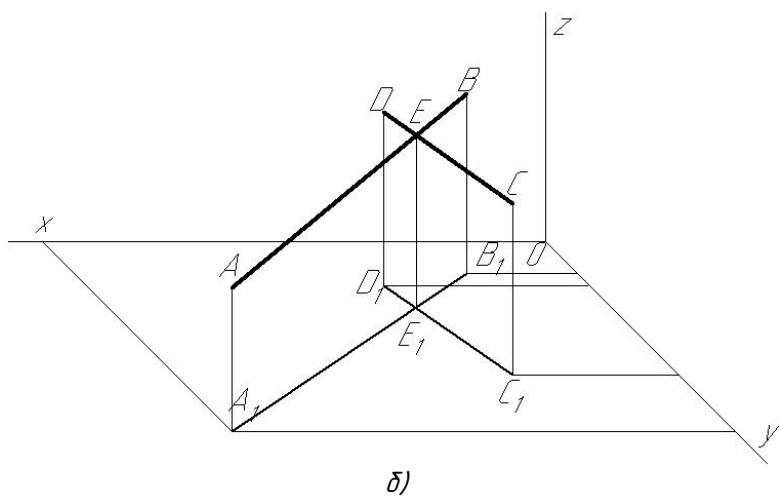
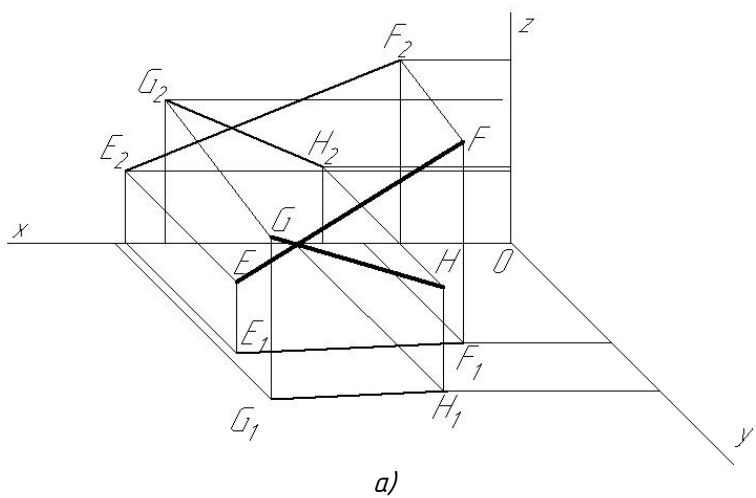


Рис. 6 Линии частного положения:
 а) скрещивающиеся линии; б) пересекающиеся линии

проекционных связей. Если через скрещивающиеся прямые линии можно провести проецирующие плоскости (т. е. перпендикулярные какой либо плоскости проекций), то тогда на чертеже проекции этих прямых линий будут параллельными на плоскости проекций, которой были перпендикулярны вводимые плоскости (рис. 6а).

КРИВАЯ ФОРМА ЛИНИЙ И ИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

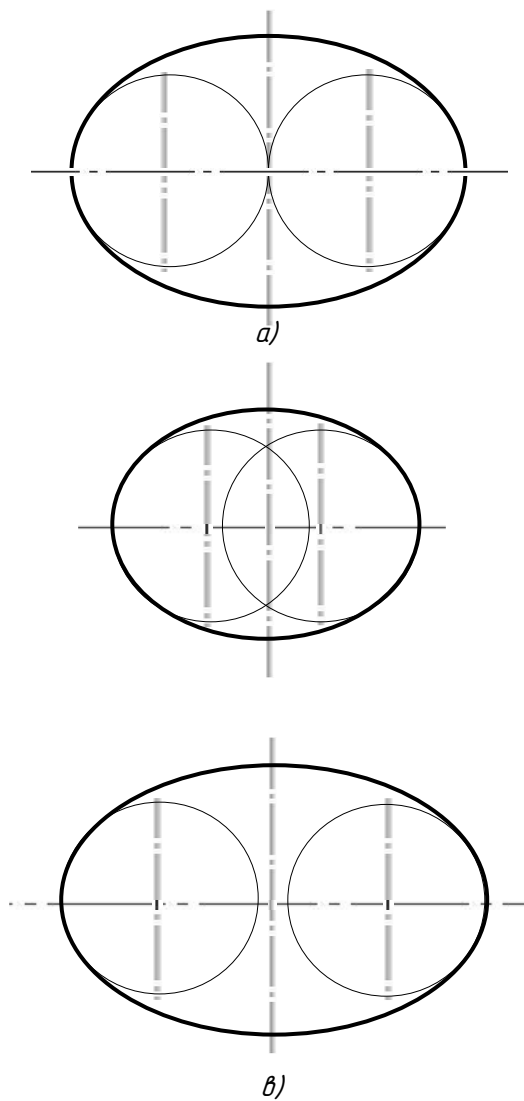
КРИВАЯ ЛИНИЯ – линия, которую в начертательной геометрии принято рассматривать как траекторию движущейся в пространстве точки, а в инженерной графике как результат пересечения кривой поверхности с плоскостью или двух кривых поверхностей. По способу расположения точек кривой линии в пространстве различают *плоские и пространственные формы кривых линий*, а по способу задания на изображении точек кривых форм линий – на *аналитические и графические кривые линии*.

ПЛОСКАЯ КРИВАЯ ЛИНИЯ – форма кривой линии, все точки которой принадлежат одной воображаемой или реальной плоскости. Согласно применяемому способу получения изображений точек плоских кривых форм линий, различают *аналитические и графические* плоские кривые линии. Кроме того, в зависимости от применяемых для получения изображений кривых линий инструментов и приспособлений, различают *циркульные и лекальные* плоские кривые линии (рис. 7; рис. 8; рис. 9; рис 10; рис. 11).

ЦИРКУЛЬНАЯ КРИВАЯ ЛИНИЯ или **КОРОБОВАЯ КРИВАЯ ЛИНИЯ** – форма плоской кривой линии, состоящей из взаимно сопрягающихся (плавно переходящих друг в друга) дуг окружностей с разными по размеру радиусами. К циркульным кривым линиям относятся *овалы, овоиды и завитки*. Формы перечисленных линий имеют контуры таких деталей как фланец, кулачек, эксцентрик, строительные арки и своды (рис. 7; рис. 8; рис. 9).

ОВАЛ – плоская замкнутая циркульная кривая линия, которая состоит из четырех плавно переходящих друг в друга дуг с попарно равными размерами радиусов. В зависимости от расположения центров сопрягающихся дуг различают *открытый овал, замкнутый овал, закрытый овал* (рис. 7). Для построения любой формы овала необходимо найти расположение четырех центров дуг и четыре точки сопряжения этих дуг. В конструкции изображения овала выделяют большую и малую оси, которые одновременно являются его осями симметрии. Четырехцентровый овал можно построить несколькими способами. Если овал задан размером своей большой оси, тогда изображение этой оси необходимо разделить на три равные части. Последующие построения овала изображены на рисунке 8а. Построение овала по заданным размерам большой и малой осей показаны на рисунке 8б. Очертание циркульного овала приближается к эллипсу. Но овал чертится проще, чем эта лекальная кривая, поэтому эллипс часто заменяют овалом.

ОВОИД – замкнутая циркульная кривая линия, имеющая одну ось симметрии, у которой центры не



*Рис. 7 Форма овалов:
а) замкнутый овал; б) закрытый овал; в) открытый овал*

равных друг другу радиусов принадлежат этой оси. Овоид задается размером диаметра или радиуса основной большей по размеру окружности. Последовательность построения показана на рисунке 8в. Такая форма кривой применяется например для вычерчивания профиля кулачков и рукояток.

ЗАВИТОК – плоская циркулярная спиральная кривая линия, состоящая из дуг различных радиусов, проведенных из нескольких центров, расположенных на вершинах правильных многоугольниках и называемых «глазками». На рисунке 9 показаны построения двух, трех и четырехцентровых завитков. Например, построение завитков используется для вычерчивания пружин и спиральных направляющих.

ЛЕКАЛЬНАЯ КРИВАЯ ЛИНИЯ – плоская кривая линия, выполнение которой начинается с построения отдельных, принадлежащих этой кривой, точек, не лежащих на окружностях или дугах, с последующим соединением их плавной линией от руки или отдельными участками с использованием специальных шаблонов, называемых лекалами. Форму лекальных кривых линий могут иметь пересечения поверхностей плоскостями, ребра и контуры деталей технических изделий, контуры проекционных очерков рабочих и сборочных чертежей, а также проекции пространственных кривых линий. Кроме того, лекальные кривые линии используются для графического отражения закономерностей какого-либо процесса. Лекальные кривые линии могут иметь аналитическое представление, т. е. определяться например, своими алгебраическими

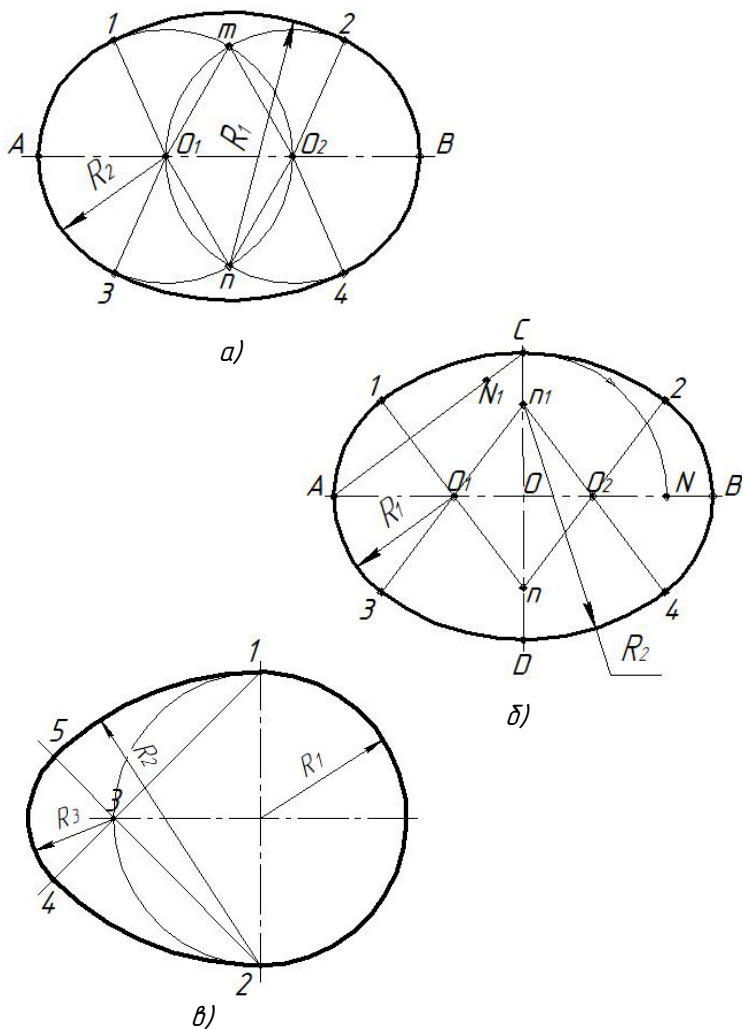


Рис. 8 Построение циркульных кривых линий:
 а) овала по заданному размеру большей оси;
 б) овала по двум заданным осям; в) овоид

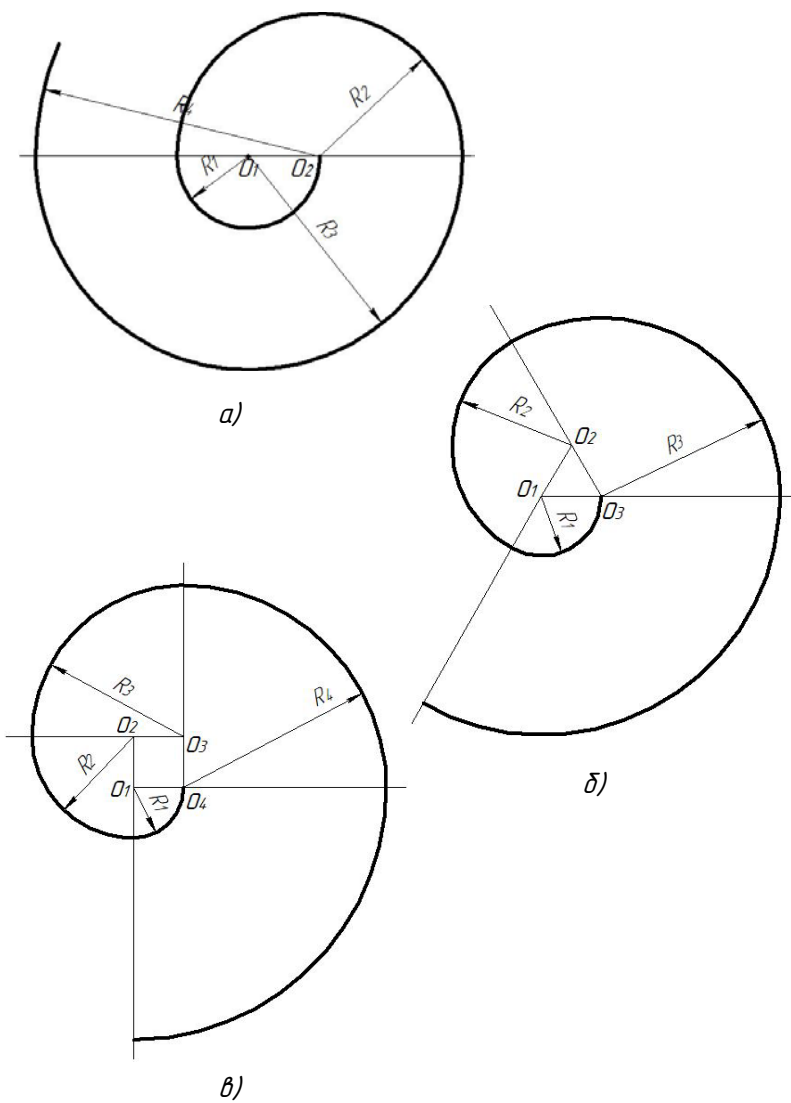


Рис.9 Завитки:
 а) двухцентровый; б) трехцентровый; в) четырехцентровый

или тригонометрическими уравнениями и относятся к группе *аналитически закономерных кривых линий*.

АНАЛИТИЧЕСКИ ЗАКОНОМЕРНЫЕ КРИВЫЕ ЛИНИИ – плоские лекальные кривые линии, которые при аналитическом представлении могут определяться своими уравнениями. Различают *алгебраические и трансцендентные кривые линии*.

АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ ЛИНИИ – аналитически закономерные лекальные кривые линии, форму которых можно описать алгебраическим уравнением, т. е. в декартовой системе координат уравнение такой кривой линии может быть представлено в виде $f(x, y) = 0$, где $f(x, y)$ это целый многочлен от x и y . Порядок алгебраической кривой линии равен степени ее уравнения. Различают алгебраические кривые линии: *второго порядка* (они же коники), *третьего порядка* (например: циссоида, строфоида, декартов лист), *четвертого порядка* (например: кардиоида, улитка Паскаля, овалы Кассини – плоские кривые линии на торе).

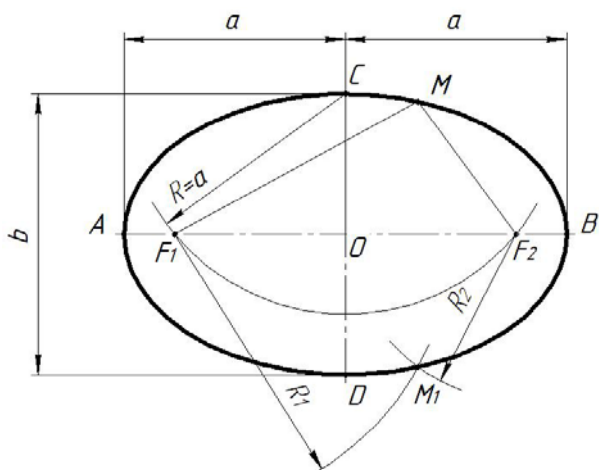
ТРАНСЦЕНДЕНТНЫЕ КРИВЫЕ ЛИНИИ – аналитически закономерные лекальные кривые линии, форму которые можно описать неалгебраическим уравнением (например, тригонометрическим). К трансцендентным кривым линиям относятся *спирали, циклоида, эвольвента окружности*, а также графики тригонометрических функций, а именно *синусоида и косинусоида*.

КОНИКИ или **КОНИЧЕСКИЕ СЕЧЕНИЯ** – группа лекальных кривых линий, форма которых получается при пересечении поверхности прямого кругового конуса с плоскостями, различно расположенными относительно его оси вращения. Различают три формы коник при трех разных положений секущей круговой конус плоскости: *эллипс*, *гипербола*, *парабола*. Эта форма кривых линий относится к алгебраическим линиям второго порядка. Открытие закономерностей сечений конуса приписывают жившему в IV в. до н.э. древнегреческому математику Менехму. Наиболее полное исследование конических сечений было проведено в III в. до н.э. Аполлонием Пергским, давшему названия этим формам кривых линий. В переводе с греческого «эллипс» означает недостаток, «гипербола» – избыток, а «парабола» – равенство. Форму коник имеют контуры некоторых частей самолетов, судов, ферм мостов, а также элементы деталей машин и механизмов. В технике применяются эллиптические зубчатые колеса, параболические зеркала в прожекторных установках. По коникам движутся планеты и кометы солнечной системы и совершают движение космические корабли.

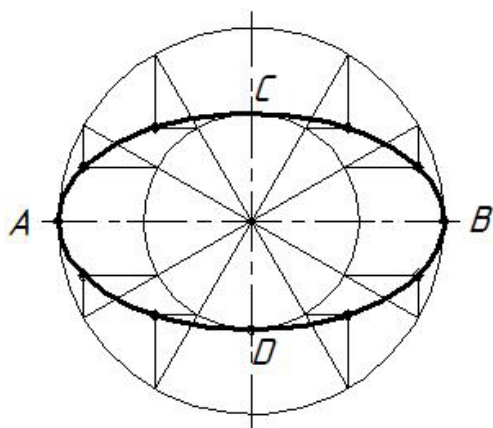
ЭЛЛИПС – замкнутая лекальная алгебраическая кривая линия второго порядка, а именно коника. Эта форма кривой линии конического сечения образуется, если плоскость пересечения кругового конуса имеет угол наклона к его основанию меньше 90° . Также форму эллипса имеет линия сечения цилиндра наклонной к его основанию плоскостью. Эллипс как геометрическая фигура имеет две взаимно перпенди-

кулярные оси симметрии: большую и малую. Определение точек при построении этой лекальной кривой возможно разными способами: *аналитическим* или *графическим*. При аналитическом задании эллипса используется его математическое свойство называемое *фокальным*. Согласно этому свойству, сумма расстояний от любой точки кривой линии эллипса до двух ее фокусов, расположенных на большой оси эллипса, есть величина постоянная и равная размеру длины этой большой оси. Для построения эллипса *с использованием фокального свойства* сначала изображают взаимно перпендикулярные большую и малую оси, отложив размеры их длины. Затем с помощью циркуля из верхнего конца отрезка малой оси находят точное положение двух фокусов этого эллипса. Нахождение точек на кривой линии эллипса определяется из фокусов дугами навстречу друг другу (рис. 10а). При построении эскизов машиностроительных чертежей используется способ *без определения фокусов*. Сначала из центра пересечения осей эллипса чертятся окружности с диаметрами равными их длине. Затем эти окружности линиями, проведенными через центр, делятся на дуги. Из всех точек, лежащих на большой окружности, проводят линии параллельно малой оси эллипса, а из точек меньшей окружности параллельно большой оси до их пересечения (рис. 10б). Полученные точки эллипса соединяют плавной линией с помощью лекала.

ГИПЕРБОЛА – коника, т.е. плоская лекальная кривая линия, образующееся при пересечении кругового конуса плоскостью перпендикулярной его основанию,



a)

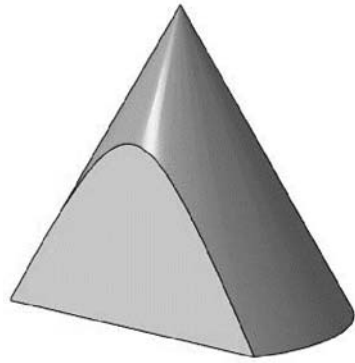
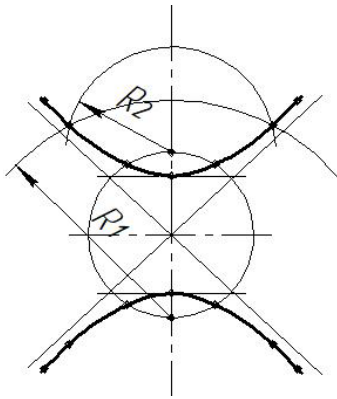


б)

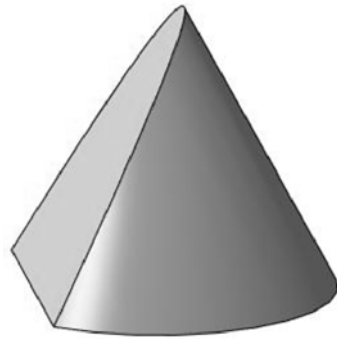
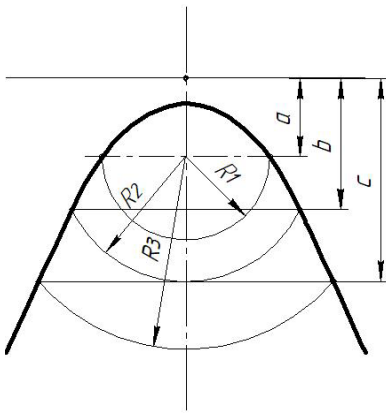
Рис. 10 Эллипсы:
 а) с использованием фокального свойства;
 б) без определения фокусов

при этом, не проходя через его вершину, либо наклонно к нему, но не параллельно его внешнему контуру. В математике и физике гипербола используется для графического выражения зависимостей. Графика этой коники представляет собой две незамкнутые симметрично расположенные лекальные алгебраические кривые линии второго порядка, называемые **ветвями**. Гипербола имеет две взаимно перпендикулярные оси симметрии, которые одновременно являются осями X и Y , где ось X – **действительная**, а ось Y – **мнимая оси гиперболы**. При построении участков гиперболы используются направляющие прямые линии, называемые **асимптотами**. **Вершины** кривых линий ветвей гиперболы принадлежат ее действительной оси. Построение точек гиперболы ведется с учетом ее фокального свойства: разность расстояний от каждой точки гиперболы до двух заданных фокусов есть величина постоянная и равная расстоянию между ее вершинами. Фокусы гиперболы задаются на ее действительной оси (рис. 11а).

ПАРАБОЛА – коника, т.е. плоская лекальная кривая линия, образующаяся в пересечении кругового конуса с плоскостью, которая направлена параллельно его внешнему контуру. Графическое изображение параболы представляет собой незамкнутую алгебраическую кривую линию второго порядка, имеющую одну ось симметрии. Вершина параболы принадлежит оси ее симметрии. Поиск расположения других точек параболы ведется с учетом ее фокального свойства: каждая точка параболы равноудалена от ее фокуса и директрисы. **Фокус параболы** – точка на оси симметрии па-



a)



б)

Рис. 11 Коники:
а) гипербола; б) парабола

раболы, **директриса** – прямая линия, перпендикулярная оси симметрии параболы. **Параметром параболы** является расстояние между директрисой и фокусом. Точка вершины параболы находится на середине своего параметра (рис. 11б). В машиностроении и в частности в станкостроении контурные очертания многих деталей выполнены по параболе. Кроме того, форму параболы, например, имеет траектория падения под влиянием сил инерции и тяжести частиц земли, угля и других материалов при подаче их ленточным транспортером.

ОКРУЖНОСТЬ – замкнутая плоская алгебраическая кривая линия, которая в математике считается частным случаем эллипса и определяется как геометрическое место равноудаленных от центра точек плоскости, т.е. это линия ограничивающая плоскость круга. Окружность имеет два размерных параметра: **радиус** и **диаметр**. В трехмерных изделиях форму окружности имеют ребра круглых граней (рис. 12).

РАДИУС ОКРУЖНОСТИ – расстояние, измеряемое по прямой линии от центра окружности и до любой ее точки. На чертежах при нанесении размера обозначается латинской буквой R перед цифрой этого размера (рис. 12а).

ДИАМЕТР ОКРУЖНОСТИ – расстояние, измеряемое между двумя точками окружности через центр этой окружности, т. е. это размер длины самой большой хорды окружности. Размер диаметра окружности равен сумме двух ее радиусов (рис. 12б).

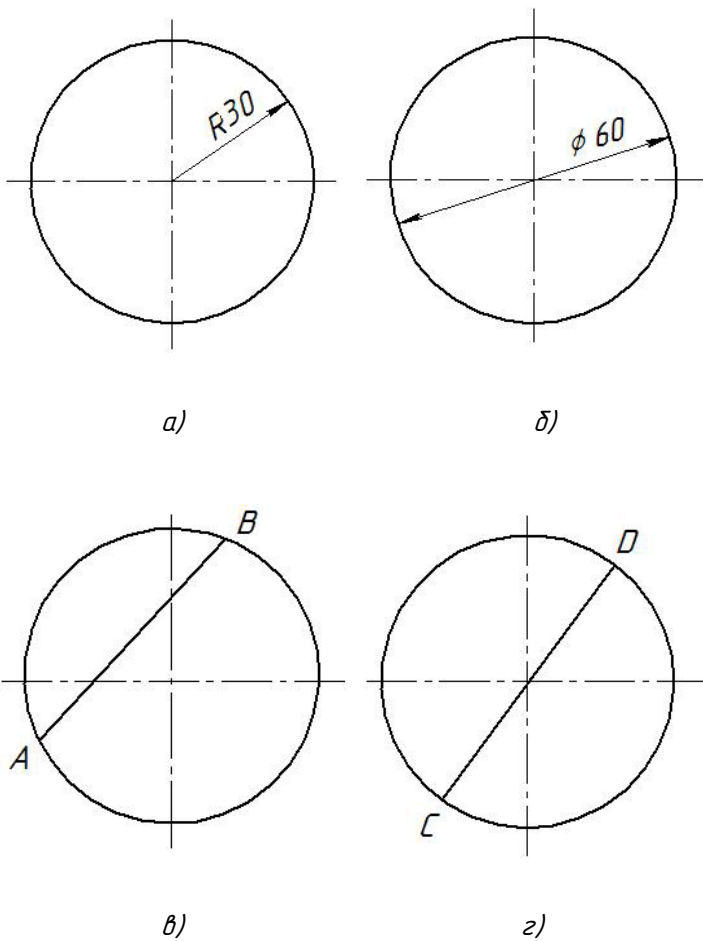


Рис. 12 Параметры окружности:
 а) радиус; б) диаметр; в) хорда и дуги; г) хорда и дуги

ХОРДА ОКРУЖНОСТИ – отрезок прямой линии, лежащий внутри окружности между двух точек этой окружности и разделяющей ее на две не равные дуги. Хорда, проходящая через центр окружности, отсекает две равные дуги (рис. 12в, г).

ДУГА ОКРУЖНОСТИ – форма кривой линии, представляющая собой часть окружности. Параметром дуги окружности является радиус этой окружности (рис. 12в, г).

ЦИКЛИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ ЛИНИИ – плоские лекальные кривые линии, представляющие собой траекторию точки плоскости круга, катящегося по направляющей его движение линии, которая при этом имеет прямую или круглую форму. В деталях машин и механизмах, связанных с круговым движением, широко применяются такие формы циклических кривых как *циклоида, эпициклоида, гипоциклоида* (рис. 13).

ЦИКЛОИДА – плоская трансцендентная лекальная циклическая кривая линия, которую вычерчивает точка, находящаяся на поверхности плоскости круга, если тот катится без скольжения по прямой линии. Точки лекальной кривой линии циклоиды представляют собой фиксацию промежуточного положения перемещающейся вместе с кругом и образующей ее конфигурацию точки в равных отрезках направляющей прямой линии (рис. 13а).

ЭПИЦИКЛОИДА – плоская лекальная циклическая кривая линия, форма которой образуется промежу-

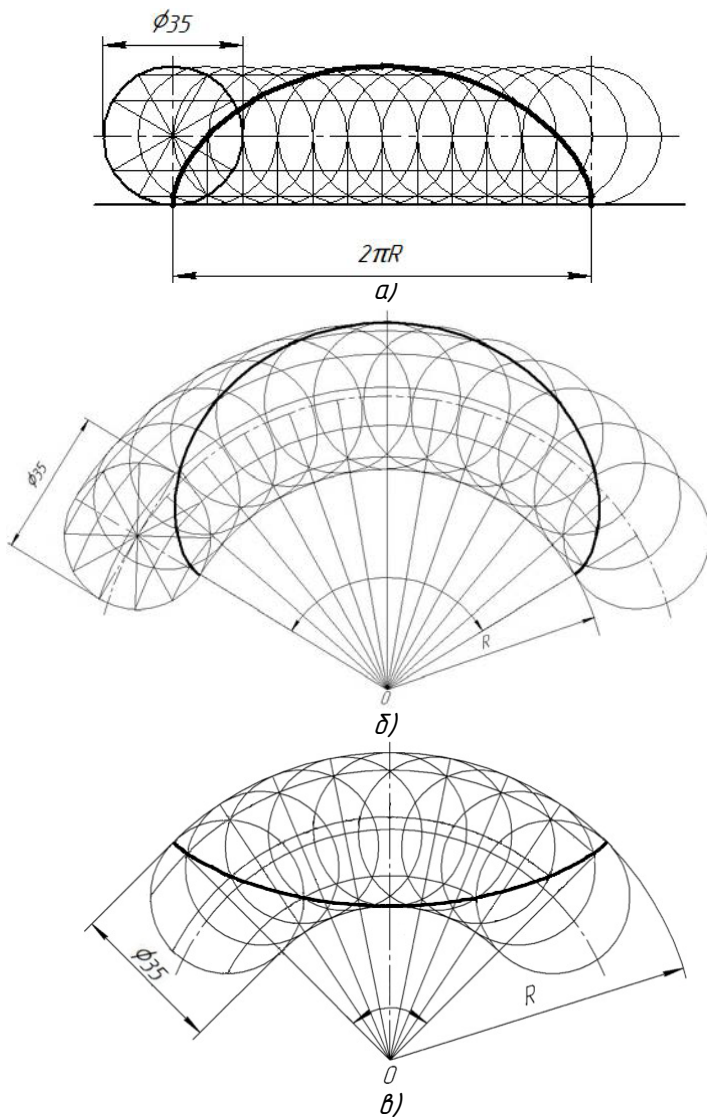


Рис. 13 Циклические кривые линии:
 а) циклоида; б) эпициклоида; в) гипоциклоида

точными положениями точки, находящейся на плоскости круга, который катится по внешней стороне направляющего его движение круга (рис. 13б).

ГИПОЦИКЛОИДА – плоская лекальная циклическая кривая линия, форма которой образуется промежуточными положениями точки, находящейся на плоскости круга, который катится по внутренней стороне направляющего его движение круга (рис. 13в).

СИНУСОИДА – трансцендентная плоская лекальная кривая линия, форма которой изображает изменение синуса угла в зависимости от изменения величины угла. Синусоида используется в графиках, например, при исследовании колебательных процессов, а также в построении ортогональных и аксонометрических проекций ребер машиностроительных изделий, имеющих винтовую форму. Параметры синусоиды: образующая окружность, ось синусоиды, вершина синусоиды, длина волны. Если длина волны синусоиды равна размеру длины образующей окружности, т. е. размеру равному $2PR$ то, синусоида называется *нормальной*, если меньше – *сжатой*, если больше – *вытянутой* (рис. 14б).

ЭВОЛЬВЕНТА ОКРУЖНОСТИ – трансцендентная плоская лекальная кривая линия. Латинское слово «эвольвента» понимается как развертка. При развертывании окружности в прямую линию любая точка этой окружности будет иметь кривую траекторию (путь) перемещения в форме эвольвенты окружности. Такую же кривую по форме линию перемещения опи-

сывает любая точка прямой линии, когда эта прямая перекачивается без скольжения по окружности. По характеру построения изображения эвольвента окружности относится к группе кривых линий называемых *спиралями*. Форму эвольвенты имеют профили зубьев зубчатых передач (рис. 14а).

СПИРАЛЬ – плоская кривая линия, форму которой можно представить как траекторию вращательного движения точки, бесчисленное множество раз обходящей некоторый неподвижный центр, с каждым разом приближаясь или удаляясь от него. По характеру построения различают лекальные и циркульные (коробовые) спирали. В технике широко используются такие лекальные кривые линии как *спираль Архимеда* и *эвольвента окружности*, а из циркульных кривых линий – *завитки*.

СПИРАЛЬ АРХИМЕДА – трансцендентная плоская лекальная кривая линия, образуемая равномерным движением точки по прямой линии, в то время как эта прямая равномерно вращается в плоскости вокруг своей неподвижной точки. В механизмах спираль Архимеда используется для сообщения движения по нарезанным по форме этой спирали канавкам (рис. 14в).

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КРИВАЯ ЛИНИЯ – кривая линия, все точки которой не принадлежат одной плоскости. Пространственные кривые линии могут иметь произвольную форму или форму с закономерным движением. В технике из пространственных кривых линий самое широкое применение имеют винтовые линии – линии с равномерным движением по поверхности вращения.

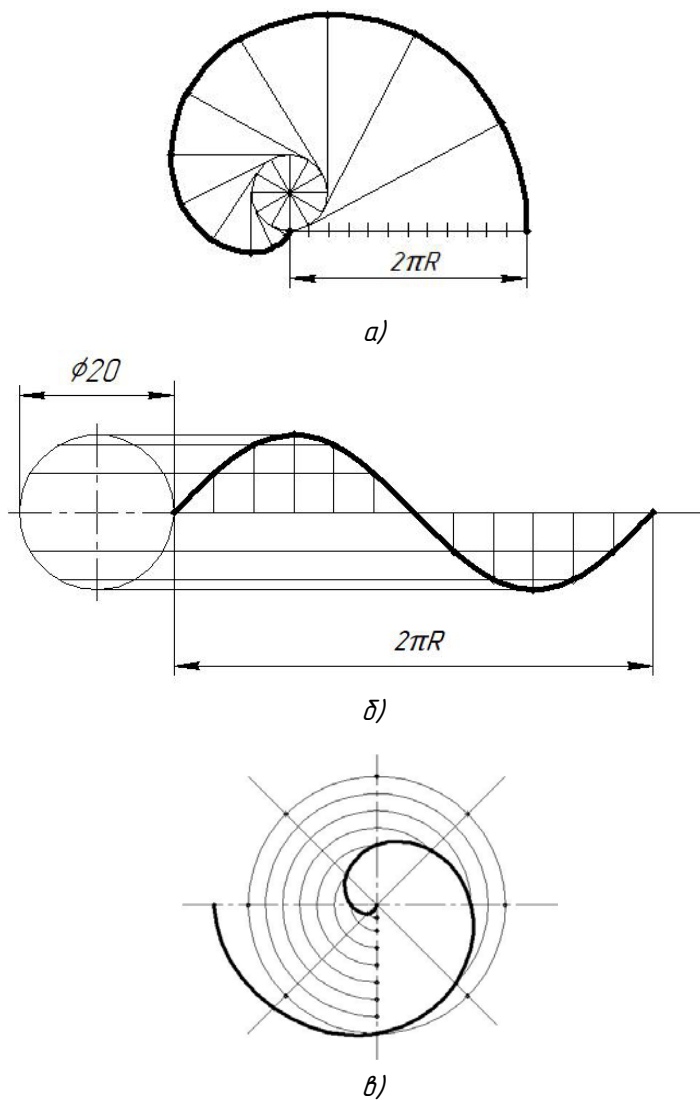


Рис. 14 Трансцендентные лекальные кривые линии:
 а) эвольвента окружности; б) синусоида; в) спираль

ВИНТОВАЯ ЛИНИЯ – пространственная кривая линия, форма которой представляется как траектория движения точки, равномерно перемещающейся вдоль линии, которая в свою очередь равномерно вращается вокруг оси. В зависимости от формы участвующей поверхности вращения различают *цилиндрическую, коническую, глобоидальную, сферическую и т. п. винтовые линии*. В конструкции этих форм пространственных кривых линий выделяют *виток винтовой линии*, параметром которой является *шаг винтовой линии*. В зависимости от направления винтового движения различают *винтовые линии с правым и левым ходом* (рис. 15). Самое широкое применение получили цилиндрическая и коническая винтовые линии. В технических изделиях эти винтовые линии являются направляющими ребрами винтовых поверхностей, например, резьбы, сверл, пружин, шнеков и т. д. В дорожном строительстве винтовые линии используются при проектировании и сооружении серпантина горных дорог.

ШАГ ВИНТОВОЙ ЛИНИИ – расстояние, измеряемое параллельно оси вращения какого либо геометрического тела, за которое образующая на его поверхности винтовую линию точка выполнит один полный оборот вокруг его оси.

ВИТОК ВИНТОВОЙ ЛИНИИ – отрезок винтовой линии, который соответствует траектории перемеще-

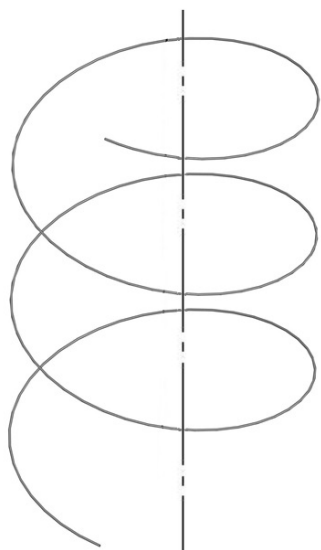
ния точки при подъеме по поверхности какого-либо геометрического тела вращения вокруг его оси за один оборот.

ХОД ВИНТОВОЙ ЛИНИИ – направление равномерного поступательного движения вверх по винтовой линии с подъемом от наблюдателя направо или налево (рис. 15а, б). Различают *винтовые линии с правым и левым ходом*.

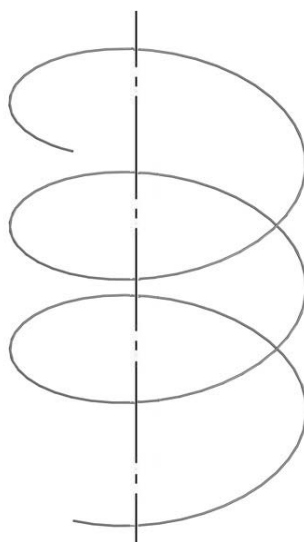
ВИНТОВЫЕ ЛИНИИ С ЛЕВЫМ ХОДОМ – винтовые линии, которые при своем движении поднимаются от наблюдателя влево (рис. 15а).

ВИНТОВЫЕ ЛИНИИ С ПРАВЫМ ХОДОМ – винтовые линии с поступательным подъемом вправо (рис. 15б).

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ВИНТОВАЯ ЛИНИЯ или **ГЕЛИСА** – пространственная кривая линия, форма которой образуется поступательным движением вверх точки по прямой линии, которая в свою очередь вращается вокруг оси и образует кривую выпуклую цилиндрическую поверхность. Т. е. это винтовая линия на поверхности цилиндра, которая обвивает ее снизу вверх, при этом она может иметь левое (точка вращается по часовой стрелке) или правое (точка вращается против часовой стрелке) направление подъема. Различают *левую и правую винтовые линии*, т.е. *винтовые линии с левым и правым ходом*. Основные параметры гелисы – *шаг винтовой линии* и *радиус винтовой линии*. Радиус винтовой линии равен половине диа-



a)

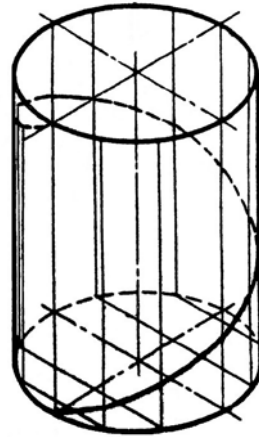
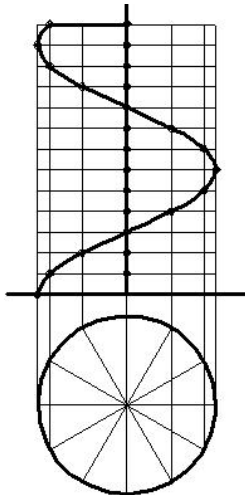


б)

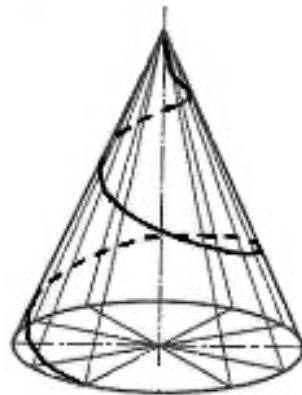
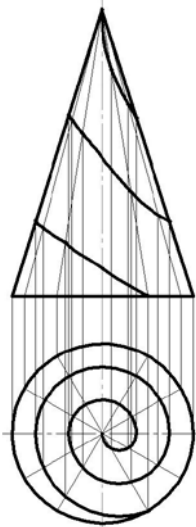
*Рис. 15 Винтовая линия:
а) с левым ходом; б) с правым ходом*

метра цилиндра, поверхности которого она принадлежит. На ортогональном чертеже фронтальная проекция гелисы представляет собой синусоиду, а горизонтальная проекция – окружность (рис. 16а). В технике цилиндрическая форма винтовой линии имеет широкое применение в изделиях с винтовыми поверхностями, где она является границей, т.е. ребром этих поверхностей. Например, форму цилиндрической винтовой линии имеет резьба крепежных деталей резьбовых соединений, таких как: болт, гайка, шпилька, винт. Кроме того, такая форма кривой линии используется в деталях машин для преобразования движения или для передачи вращательного движения с одной детали на другую (червячная передача). Например, форма ходовых подъемных винтов позволяет преобразовать вращательное движение в поступательное, а форма деталей червячной передачи позволяет изменить направление вращательного движения и его скорость.

КОНИЧЕСКАЯ ВИНТОВАЯ ЛИНИЯ – пространственная кривая линия, форму которой образует траектория равномерно прямолинейно движущейся и одновременно вращающейся вокруг оси кругового конуса точки. В зависимости от направления вращения получаемая коническая винтовая линия может быть *правой* или *левой*, т. е. *с левым и правым ходом*. Основным параметром конической винтовой линии является ее *шаг*, который может быть постоянным или переменным (рис. 16б). Коническая винтовая линия используется, например, для проектирования и изготовления трубных конических резьбовых соединений деталей.



a)



б)

*Рис. 16 Пространственные винтовые линии:
 а) цилиндрическая винтовая линия;
 б) коническая винтовая линия*

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА ПЛОСКИХ ФИГУР

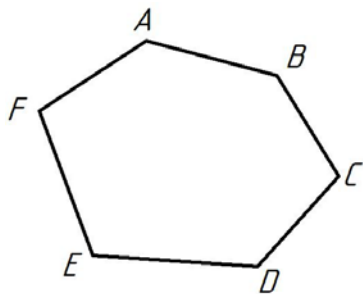
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФИГУРЫ, ОГРАНИЧЕННЫЕ ЛОМАНЫМИ ЛИНИЯМИ

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФИГУРА – это форма плоскости или плоское изображение, ограниченные либо отрезками прямых линий, образующих замкнутую ломаную линию без самопересечений, либо замкнутой кривой линией различной конфигурации либо замкнутой ломаной линией, имеющей в своем составе участки как прямой, так и кривой формы.

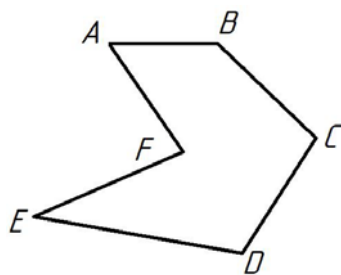
МНОГОУГОЛЬНИК – плоская геометрическая фигура, ограниченная замкнутой ломаной линией, которая образует стороны и вершины этого многоугольника (рис. 17). Данное понятие используется как для названия изображения (начертания), так и для определения формы граней трехмерных математических или технологических объектов. Название многоугольника зависит от числа его сторон. Например: треугольник, пятиугольник и т. д.

ВЫПУКЛЫЙ МНОГОУГОЛЬНИК – многоугольник, у которого относительно какой либо его стороны располагается вся его форма (рис. 17а).

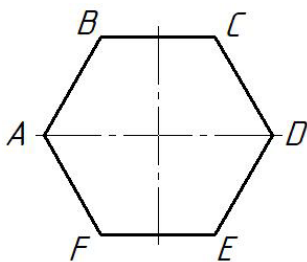
ВОГНУТЫЙ МНОГОУГОЛЬНИК – многоугольник, вся форма которого не может располагаться по одну сторону от хотя бы одной из сторон своей замкнутой ломаной линии (рис. 17б).



a)



б)



в)

Рис. 17 Многоугольники:
а) выпуклый; б) вогнутый; в) правильный

ВЫПУКЛЫЕ ПРАВИЛЬНЫЕ МНОГОУГОЛЬНИКИ или **РАВНОСТОРОННИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФИГУРЫ** – геометрические фигуры, замкнутая ломаная линия которых имеет равные по размеру стороны и углы. Через вершины правильного выпуклого многоугольника можно начертить окружность, т. е. многоугольник можно вписать в окружность или описать окружность вокруг него. При этом вершины многоугольника будут делить эту окружность на равные дуги (рис. 17в).

СТОРОНА МНОГОУГОЛЬНИКА – отрезок прямой линии в составе ломаной замкнутой контурной линии плоской n- угольной фигуры многоугольника. В трехмерной гранной конструкции сторона многоугольника называется *ребром*, в котором пересекаются грани, имеющие форму какого-либо многоугольника (рис. 17).

СОСЕДНИЕ СТОРОНЫ МНОГОУГОЛЬНИКА – стороны многоугольника, имеющие общую вершину, т. е. исходящие из одной его вершины (рис. 17).

ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ или **ПРОТИВОЛЕЖАЩИЕ СТОРОНЫ МНОГОУГОЛЬНИКА** – стороны многоугольника, не имеющие общих вершин (рис. 17).

ВЕРШИНА МНОГОУГОЛЬНИКА – точка пересечения двух сторон многоугольника в изображении его ломаной замкнутой линии (рис. 17). В конструкции какого-либо изделия, где многоугольники это его грани, вершина многоугольника будет точкой пересечения ребер его граней, которая в этом случае называется

вершиной многогранника. На изображениях и проекционных чертежах подсчет вершин ведется прописными буквами латинского алфавита.

СОСЕДНИЕ ВЕРШИНЫ МНОГОУГОЛЬНИКА – вершины, находящиеся на концах одной и той же стороны многоугольника (рис. 17).

ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ или **ПРОТИВОЛЕЖАЩИЕ ВЕРШИНЫ МНОГОУГОЛЬНИКА** – точки излома замкнутой ломаной линии контура многоугольника, которые не принадлежат одной и той же стороне этого многоугольника, т. е. это вершины не являющиеся соседними (рис. 17).

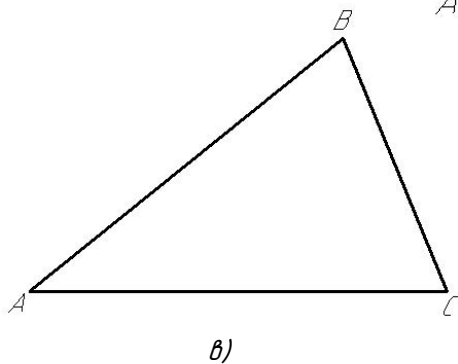
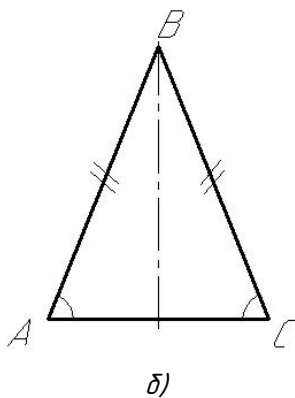
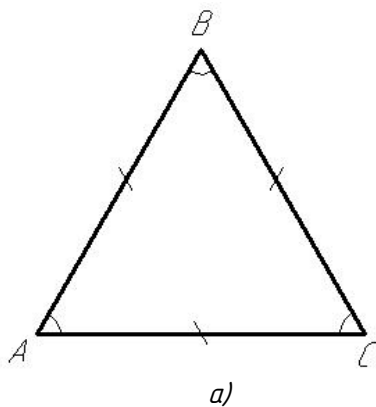
ДИАГОНАЛЬ МНОГОУГОЛЬНИКА – отрезок прямой линии на поверхности многоугольника, соединяющий две его не соседние вершины. Такую линию провести невозможно на поверхности треугольника. Поэтому диагональ как размерная характеристика для этого многоугольника отсутствует.

УГОЛ МНОГОУГОЛЬНИКА – угол, образованный сторонами многоугольника при какой-либо его вершине и сходящимися в этой вершине. Углы многоугольника имеют остроугольную, тупоугольную и прямоугольную формы (рис. 17).

ТРЕУГОЛЬНИК – геометрическая фигура, имеющая форму выпуклого многоугольника, в составе замкнутой ломаной линии которого по три стороны, угла и вершины. В названии форм треугольников учитыва-

ются размеры их сторон и углов при вершинах этих сторон. По сравнительным размерам сторон различают следующие формы треугольников: *равносторонний треугольник*, *равнобедренный треугольник* и *разносторонний треугольник* (рис. 18). По сравнительным размерам углов при вершинах перечисленных треугольных форм различают *прямоугольные*, *остроугольные* и *тупоугольные треугольники* (рис. 19). Треугольник имеет только одну правильную форму – равносторонний остроугольный треугольник. В конструкции замкнутой ломаной линии контура треугольника нет противоположных (противолежащих) вершин. Кроме того ни в одной из форм треугольника невозможно провести диагональ. Размерными и конструктивными характеристиками формы треугольника являются: *высоты*, *ортоцентр*, *медианы*, *центроид*, *биссектрисы*, *средние линии*, *медиатрисы треугольника*, *центры вписанной в него и описанной около него окружностей*.

ВЫСОТА ТРЕУГОЛЬНИКА – перпендикуляр, проведенный из вершины угла треугольника на противоположную ей сторону этого треугольника. На поверхности остроугольного треугольника можно провести три высоты (рис. 20а). В прямоугольном треугольнике можно начертить только одну высоту (рис. 20б). При этом две другие высоты совпадают с катетами этого треугольника. Тупоугольный треугольник имеет одну высоту внутри своей плоскости и две за поверхностью, т. е. перпендикуляр высоты опускается на продолжение противоположной стороны треугольника (рис. 20в).



*Рис. 18 Формы треугольников по размеру сторон:
а) равносторонний; б) равнобедренный; в) разносторонний*

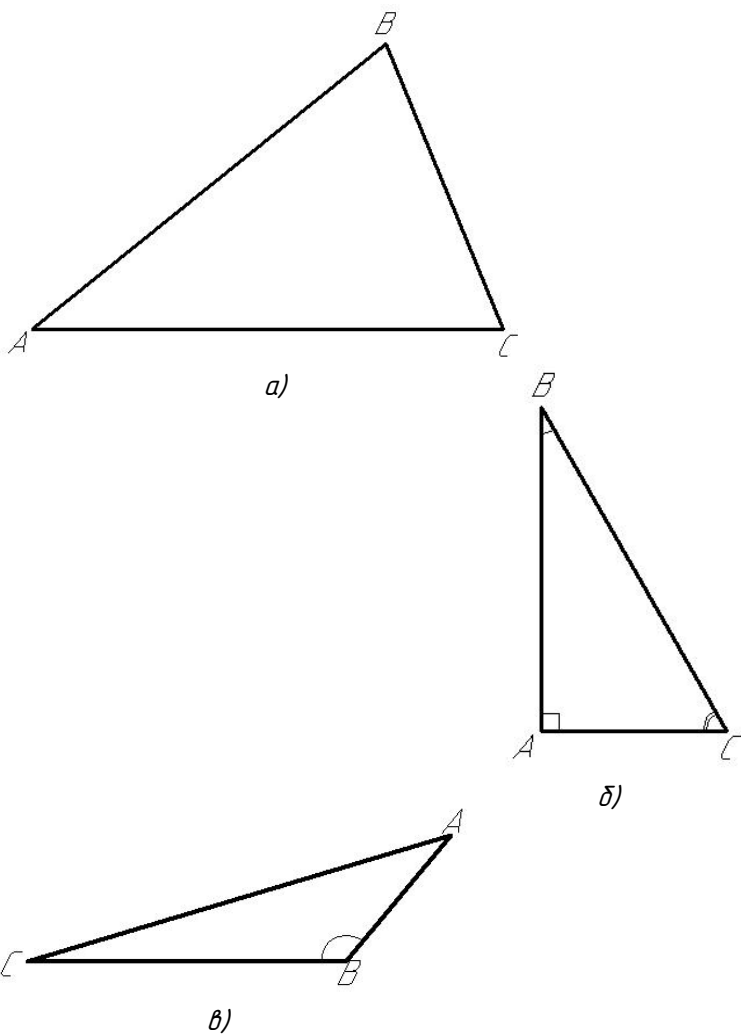


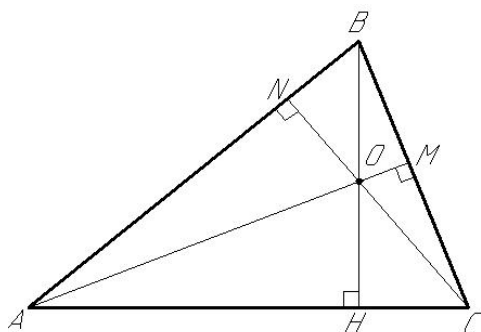
Рис. 19 Формы треугольников по размеру углов:
а) остроугольный; б) прямоугольный; в) тупоугольный

ОРТОЦЕНТР ТРЕУГОЛЬНИКА – точка пересечения трех высот треугольника. В остроугольном треугольнике все три высоты пересекаются на поверхности формы треугольника (рис. 20а). А в тупоугольном треугольнике ортоцентр находится вне формы треугольника (рис. 20в). В отличие от названных форм ортоцентр прямоугольного треугольника совпадает с вершиной его прямого угла (рис. 20б).

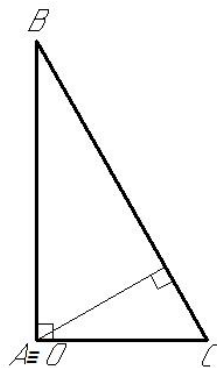
МЕДИАНА ТРЕУГОЛЬНИКА – отрезок прямой линии, проведенный из вершины треугольника к середине противоположной ей стороне этого треугольника. На поверхности любой формы треугольника можно провести три медианы, которые пересекутся в общей точке всегда внутри треугольника (рис. 21а).

ЦЕНТРОИД ТРЕУГОЛЬНИКА или **ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ ТРЕУГОЛЬНИКА** – точка пересечения медиан треугольника, которая делит длину каждой медианы от ее вершины в отношении 2:1 (рис. 21а).

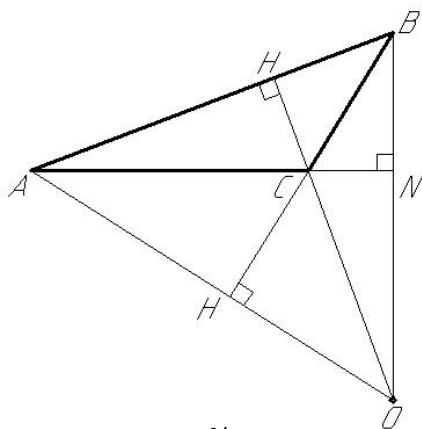
БИССЕКТРИСА ТРЕУГОЛЬНИКА – отрезок прямой линии, который делит угол при вершине треугольника пополам. Всего на поверхности треугольника можно начертить три биссектрисы. Они пересекутся в общей точке, которая в свою очередь может стать *центром вписанной в треугольник окружности* (рис. 21б).



a)

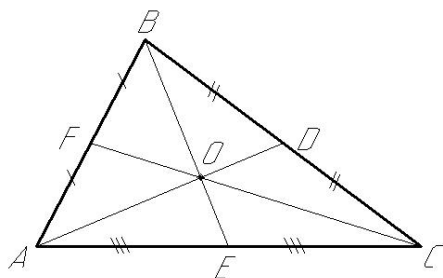


б)

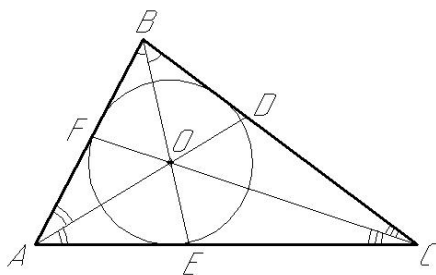


в)

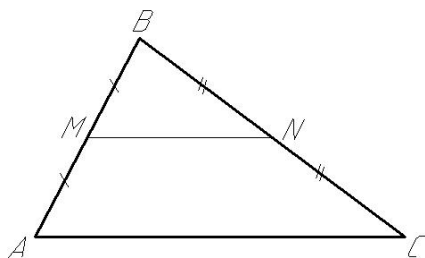
Рис. 20 Высоты и ортоцентры треугольников:
 а) на остроугольном; б) на прямоугольном;
 в) на тупоугольном



a)



б)



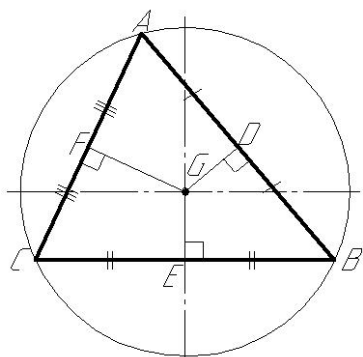
в)

Рис. 21 Замечательные линии и точки на треугольнике: а) медиана и центр тяжести; б) биссектрисы; в) средняя линия

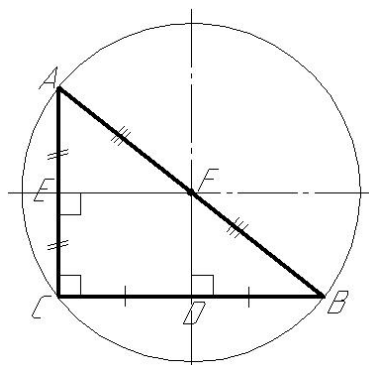
МЕДИАТРИСА ТРЕУГОЛЬНИКА или **СЕРЕДИННЫЙ ПЕРПЕНДИКУЛЯР ТРЕУГОЛЬНИКА** – перпендикуляр на плоскости треугольника, проведенный к середине его стороны. Три перпендикуляра к сторонам треугольника пересекаются в одной точке, которая может стать *центром описанной около треугольника окружности*. Точка пересечения медиатрис в остроугольном треугольнике находится внутри его формы (рис. 22а), в тупоугольном – вне треугольника (рис. 22в), а в прямоугольном треугольнике принадлежит середине его гипотенузы (рис. 22б).

СРЕДНЯЯ ЛИНИЯ ТРЕУГОЛЬНИКА – прямая линия, располагающаяся на поверхности треугольника параллельно какой-либо его стороне и при этом проходящая через середины двух других его сторон. Длина средней линии треугольника равна половине длины стороны треугольника, которой она параллельна (рис. 21в).

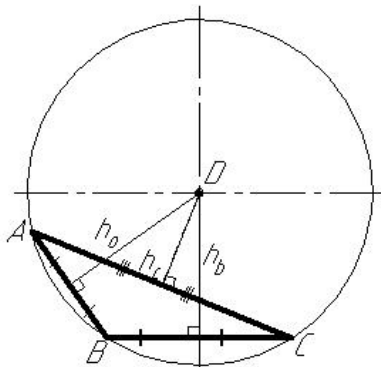
ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ ТРЕУГОЛЬНИКА – высота, медиана, биссектриса, медиатриса и средняя линия треугольника (рис. 21). В равнобедренном треугольнике проведенные к основанию линии высоты, медианы, биссектрисы и медиатрисы совпадают друг с другом (рис. 24). В равностороннем треугольнике совпадают друг с другом высота, медиана, биссектриса, медиатриса у каждой из его сторон (рис. 23). В других формах треугольника замечательные линии друг с другом никогда не совпадают (рис. 25; рис. 26; рис. 27).



a)



б)



в)

Рис. 22 Медиатриссы треугольников:
 а) на остроугольном ; б) на прямоугольном;
 в) на тупоугольном

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ ТОЧКИ ТРЕУГОЛЬНИКА – точки пересечения высот, медиан, биссектрис и медиатрис, т. е. его ортоцентры, центроиды и центры описанной и вписанной окружностей треугольника (рис. 20; рис. 21; рис. 22). В равностороннем треугольнике все замечательные точки совпадают друг с другом (рис. 23). В равнобедренном треугольнике замечательные точки всегда принадлежат высоте, проведенной к основанию этого треугольника (рис. 24). Точки пересечения медиан и биссектрис любых форм треугольника всегда лежат внутри его поверхности. В зависимости от формы треугольника точки пересечения высот и медиатрис могут быть как внутри формы треугольника, так и за его поверхностью, либо на стороне треугольника (рис. 20; рис. 22).

РАВНОСТОРОННИЙ ТРЕУГОЛЬНИК – геометрическая фигура: форма треугольника, в которой стороны имеют один и тот же размер длины, углы меньше 90° и равные по размеру (рис. 23а). Эта форма треугольника относится к группе правильных геометрических фигур. В равностороннем треугольнике точки пересечения высот, медиан и биссектрис совпадают, т. е. ортоцентр треугольника, центроид треугольника и точка пересечения биссектрис – это одна и та же точка. Кроме того в таком треугольнике размеры длин всех линий высот треугольника, его медиан и биссектрис равны и при построении из каждой вершины совпадают друг с другом, т. е. это одна и та же линия (рис. 23б).

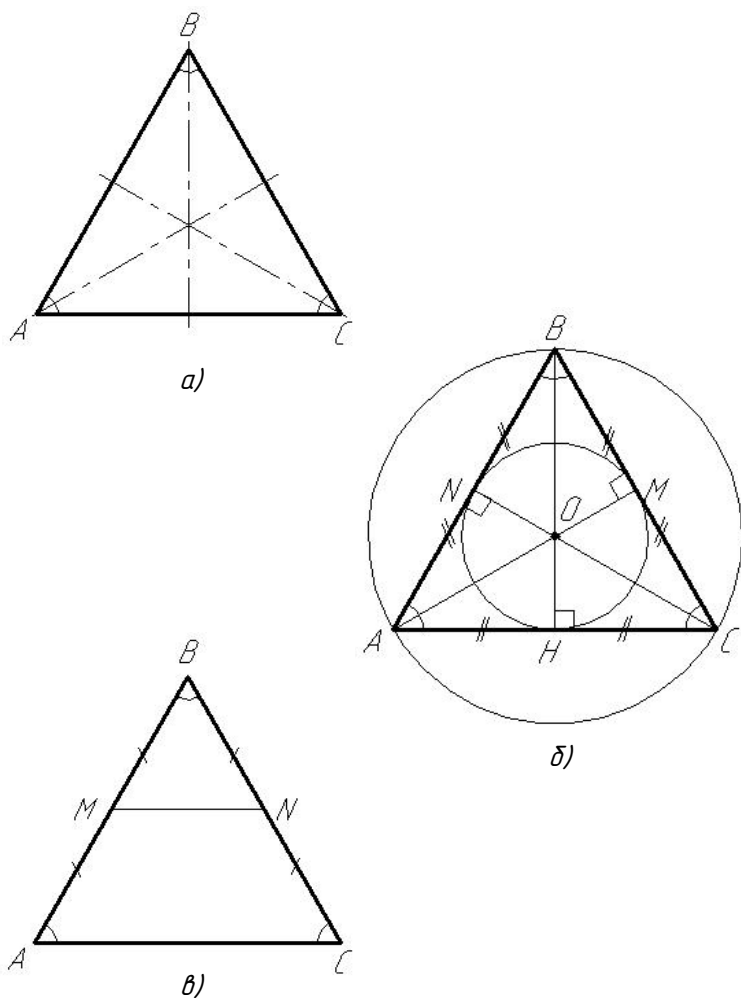


Рис. 23 Замечательные линии и точки на равностороннем треугольнике:

а) форма треугольника; б) высоты и ортоцентр, медиана и центроид, дигсектрисы, медиатриссы; в) средняя линия

РАВНОБЕДРЕННЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК – геометрическая фигура: форма треугольника, в которой выделяются основание и две равные по размеру боковые стороны. В таком треугольнике размеры углов при его основании всегда равны (рис. 24а). Кроме того высота, проведенная из вершины к основанию этого треугольника, является одновременно его медианой и биссектрисой, т.е. на поверхности равнобедренной треугольной формы эти линии совпадают друг с другом. Равнобедренная треугольная форма имеет одну ось симметрии, на которой находятся ортоцентр, центроид, а также центры вписанной и описанной окружностей (рис. 24б, в, г, д).

ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК – геометрическая фигура: форма треугольника, у которой один угол равен 90° , а два других являются острыми (т.е. меньше 90°), при этом сумма острых углов такого треугольника равна 90° (рис. 25а) Стороны прямого угла треугольника такой формы принято называть *катетами*, а противоположную этому углу сторону – *гипотенузой*. Если в прямоугольной треугольной форме один из острых углов равен 30° , то тогда размер противолежащего этому углу катета равен половине размера длины гипотенузы этого треугольника. В конструкции данной формы треугольника высоты, проведенные из вершин острых углов, совпадают с его катетами, а высота, проведенная из прямого угла, совпадает с биссектрисой этого угла, т.е. высота и биссектриса прямого угла это одна и та же линия. Кроме того, ортоцентр (т. е. точка пересечения высот)

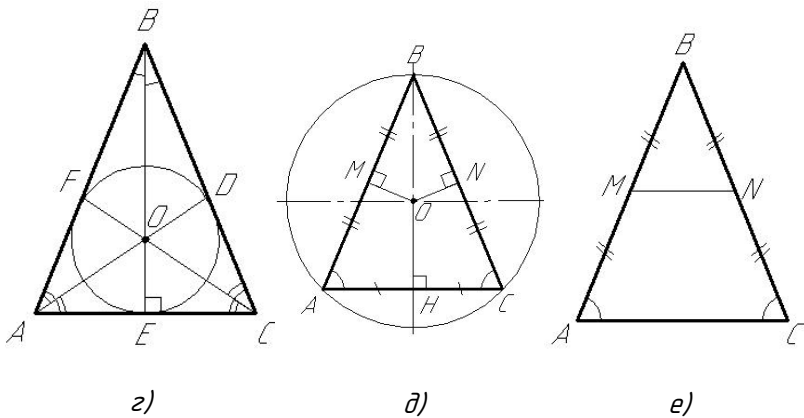
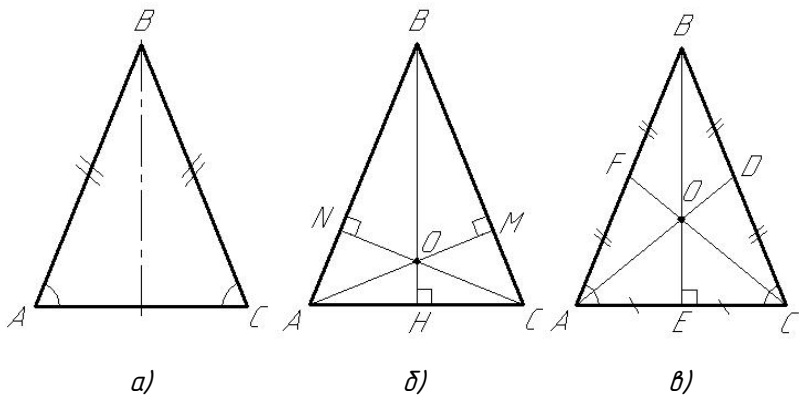


Рис. 24 Замечательные линии и точки на равнобедренном треугольнике:
 а) форма треугольника; б) высоты и ортоцентр;
 в) медианы и центроид; г) биссектрисы; д) медиатриссы;
 е) средняя линия

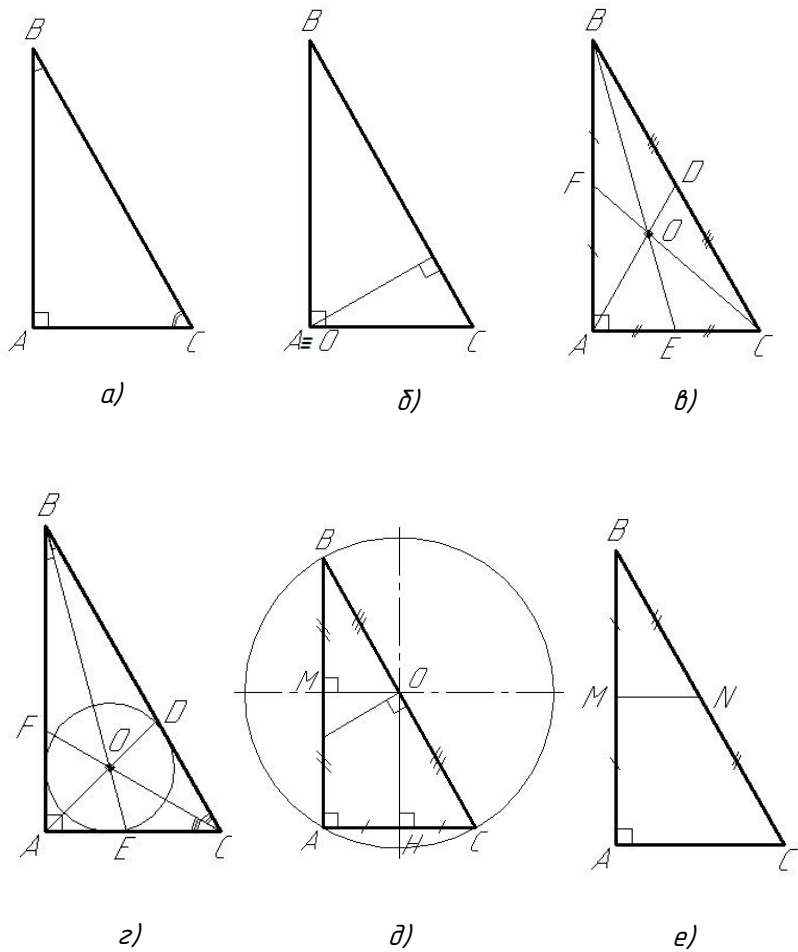


Рис. 25 Замечательные линии и точки прямоугольного треугольника:
 а) форма треугольника; б) высоты и ортоцентр;
 в) медианы и центр масс; г) биссектрисы; д) медиатриссы;
 е) средняя линия

совпадает с вершиной прямого угла этого треугольника (рис. 25б), а медиатриса принадлежит середине гипотенузы (рис. 25д).

ОСТРОУГОЛЬНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК – геометрическая фигура: форма треугольника, в которой углы имеют размер меньше 90° (рис 26а). На поверхности данной формы можно провести: три высоты с ортоцентром (точкой пересечения высот) внутри треугольника (рис. 26б); три медианы с общей точкой пересечения (рис.26в); три биссектрисы, точка пересечения которых может стать центром вписанной окружности (рис. 26г); три медиатрисы, пересекающиеся в центре описанной окружности (рис. 26д); среднюю линию (рис. 26е). Имеет частную форму: равнобедренную и равностороннюю.

ТУПОУГОЛЬНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК – геометрическая фигура: форма треугольника, в которой один из углов больше 90° , а два других меньше 90° (рис. 27а). На поверхности данной формы треугольника можно провести только одну высоту, а две другие вне его формы (рис. 27б). Медианы и биссектрисы тупоугольного треугольника пересекаются внутри его формы (рис. 27г, рис. 27д), а медиатрисы за его контуром (рис. 27в). При необходимости на поверхности этой формы возможно определить среднюю линию треугольника (рис. 27е). Имеет частную форму: равнобедренную и равностороннюю.

ПАРАЛЛЕЛОГРАММ – геометрическая фигура: выпуклый четырехугольник, у которого противоположные

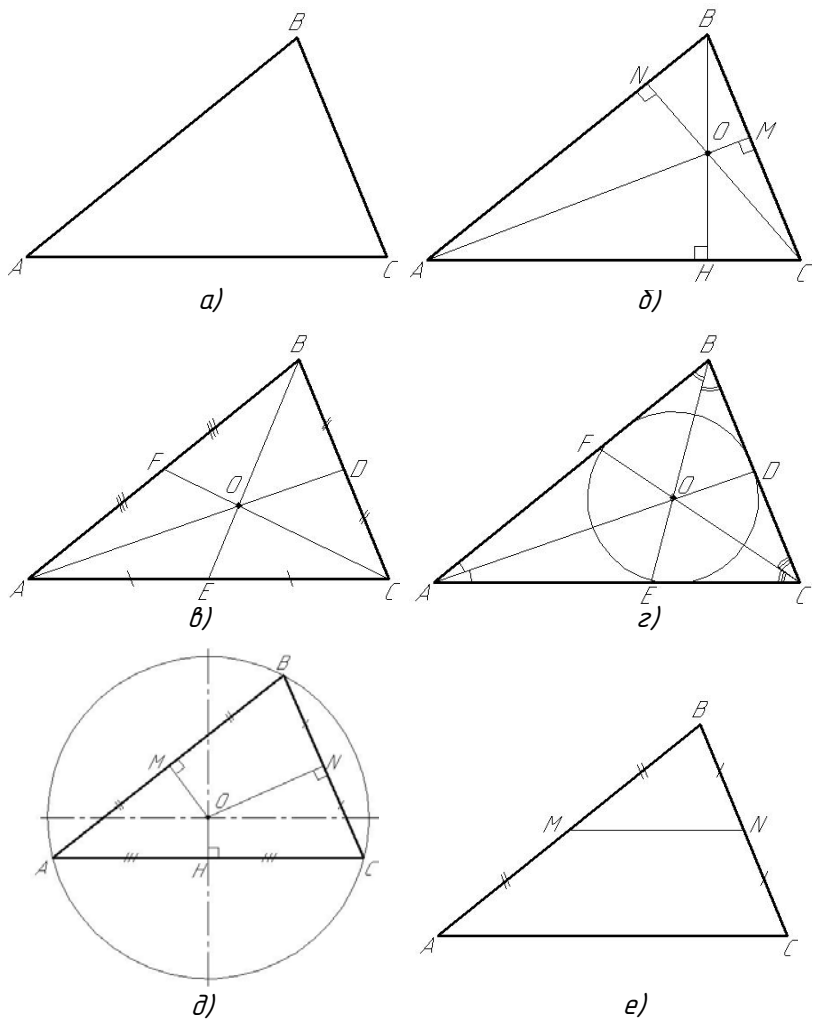
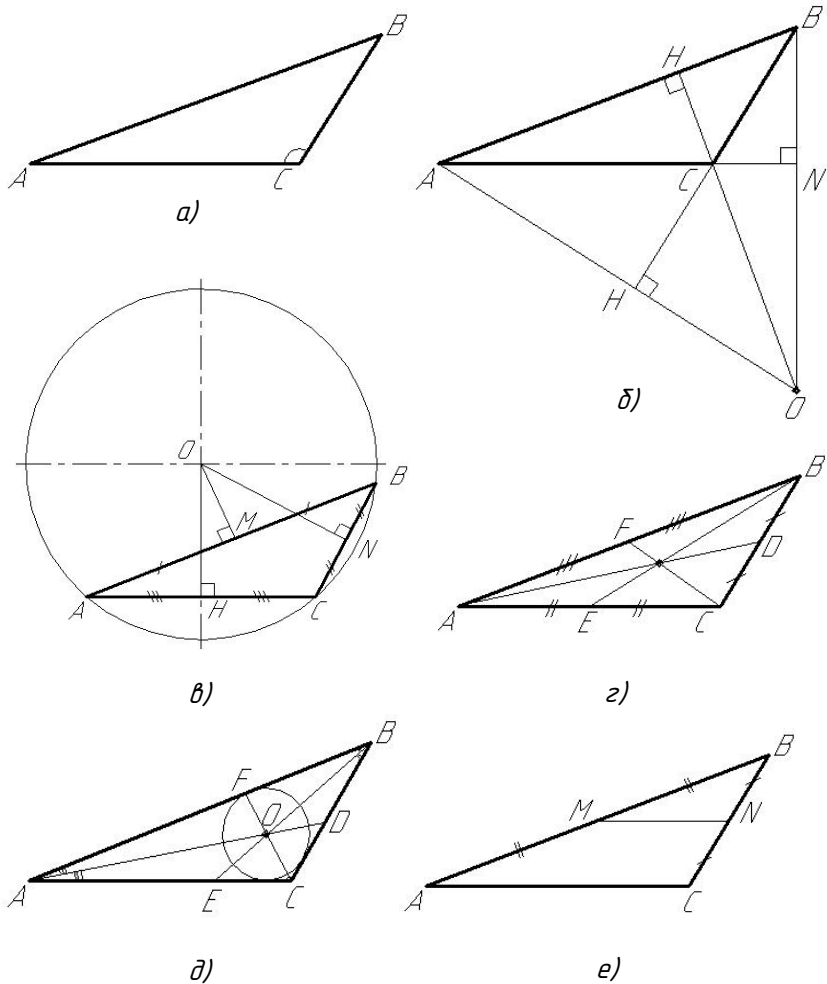


Рис. 26 Замечательные линии и точки остроугольного треугольника:
 а) форма треугольника; б) высоты и ортоцентр;
 в) медианы и центр масс; г) биссектрисы; д) медиатриссы;
 е) средняя линия



*Рис. 27 Замечательные линии и точки тупоугольного
треугольника:
а) форма треугольника; б) высоты и ортоцентр;
в) медиатриссы; г) медианы и центроид; д) биссектрисы;
е) средняя линия*

стороны прямой формы и они попарно равны и параллельны друг другу (рис. 28). У параллелограмма размеры противоположных углов всегда равны между собой, а точка пересечения диагоналей находится на середине каждой из них. Но слово «параллелограмм» используется в качестве названия только для четырехугольной формы, в которой нет прямых углов (рис. 28а). В этом случае такой четырехугольник не имеет осей симметрии. Размерными и конструктивными характеристиками параллелограмма являются его *основания*, *высота* и *диагональ*.

ОСНОВАНИЯ ПАРАЛЛЕЛОГРАММА – любые две противоположные параллельные друг другу стороны его контурной замкнутой ломаной линии (рис. 28а).

ВЫСОТА ПАРАЛЛЕЛОГРАММА – расстояние между основаниями параллелограмма, измеряемое по перпендикуляру (рис. 28а).

ДИАГОНАЛЬ ПАРАЛЛЕЛОГРАММА – расстояние, измеряемое по прямой линии между двумя противоположными вершинами. Каждая диагональ параллелограмма делит его на два равных треугольника. При этом диагонали параллелограмма делят друг друга пополам (рис. 28а).

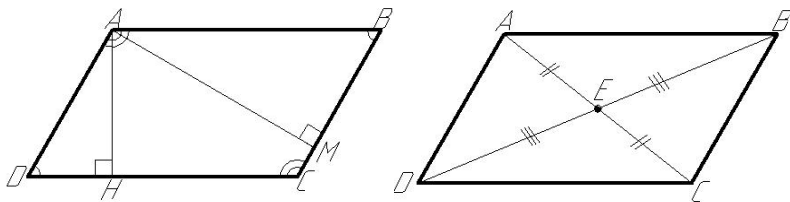
ПРЯМОУГОЛЬНИК – параллелограмм с прямыми по форме углами. Форма замкнутой контурной ломаной линии прямоугольника состоит из двух пар оснований и четырех вершин. Диагонали прямоугольника имеют равный размер. Точка пересечения диагоналей

является одновременно центром двух осей симметрии прямоугольника и центром описанной вокруг него окружности с радиусом равным половине диагонали. Медиатрисы к любой стороне прямоугольника совпадают с его осями симметрии (рис. 28б).

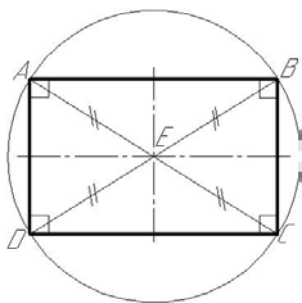
КВАДРАТ – параллелограмм с равными по размеру сторонами и прямыми по форме углами, т. е. это прямоугольник с конгруэнтными сторонами. Квадрат имеет четыре оси симметрии, две из которых совпадают с медиатрисами к его сторонам, и две с его диагоналями. Диагонали квадрата взаимно перпендикулярны и являются при этом биссектрисами его углов. Точка пересечения диагоналей совпадает с центрами как описанной вокруг квадрата, так и вписанной в него окружностей (рис. 28в).

РОМБ – параллелограмм с равными сторонами и двумя парами равных противоположных тупых и острых углов. Диагонали ромба пересекаются под прямым углом и совпадают с биссектрисами его углов. Кроме того, через диагонали проходят оси симметрии ромба, при этом точка их пересечения совпадает с центром вписанной в этот ромб окружности, радиус которой равен половине высоты ромба (рис. 28г). Если высота ромба совпадает с его медианой, то тогда размер острых углов ромба составит 60° , а тупых 120° .

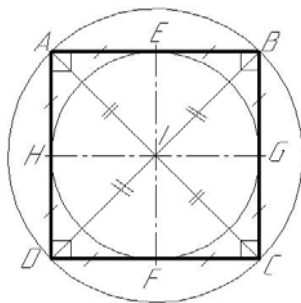
ТРАПЕЦИЯ – геометрическая фигура: четырехугольник, контур которого состоит из двух параллельных и двух не параллельных противоположных сторон (рис. 29). Размерными и конструктивными харак-



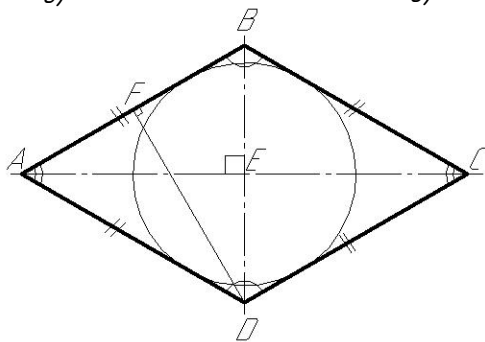
a)



б)



в)



г)

Рис. 28 Геометрические формы плоских фигур:
 а) параллелограмм; б) прямоугольник;
 в) квадрат; г) ромб

теристиками трапеции являются: *основания, боковые стороны, высота, средняя линия*. Различают *прямоугольную, равно и разнобоковую трапеции*.

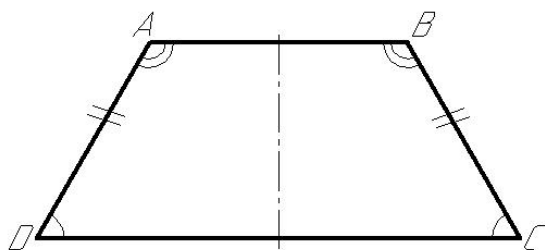
ОСНОВАНИЯ ТРАПЕЦИИ – две стороны трапеции, находящиеся в конструкции формы ее контурной замкнутой ломаной линии параллельно друг другу (рис. 29).

БОКОВЫЕ СТОРОНЫ ТРАПЕЦИИ – две противоположные стороны трапеции, находящиеся в конструкции формы ее контурной замкнутой ломаной линии не параллельно друг другу (рис. 29).

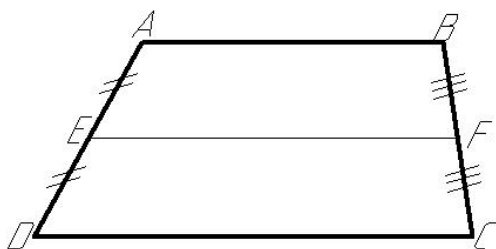
ВЫСОТА ТРАПЕЦИИ – отрезок прямой линии, проведенный на поверхности трапеции перпендикулярно ее основаниям (рис. 29в).

СРЕДНЯЯ ЛИНИЯ ТРАПЕЦИИ – отрезок прямой линии на поверхности трапеции, проходящий через середины ее боковых сторон. Средняя линия трапеции всегда параллельна основаниям этой трапеции. Размер длины средней линии трапеции равен половине суммарного размера длин оснований этой трапеции (рис. 29б).

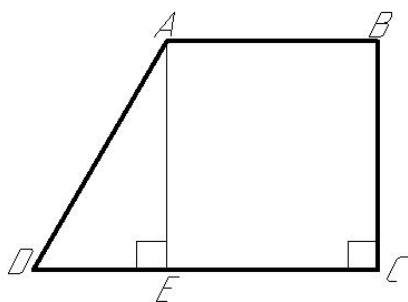
РАВНОБОЧНАЯ ТРАПЕЦИЯ или **РАВНОБОКАЯ ТРАПЕЦИЯ** – разновидность формы трапеции, в контуре которой есть равные по размеру боковые стороны и углы при каждом ее основании. Данная форма трапеции имеет только одну ось симметрии (рис. 29а)



a)



б)



в)

Рис. 29 Трапеции:
 а) равнобокая; б) разнобокая; в) прямая

РАЗНОБОКАЯ ТРАПЕЦИЯ – разновидность формы трапеции, у которой боковые стороны не равны друг другу и расположены относительно ее основания с разными по размеру углами (рис. 29б).

ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ТРАПЕЦИЯ – разновидность формы трапеции, в которой одна из боковых сторон перпендикулярна основаниям, т.е. параллельным друг другу сторонам (рис. 29в).

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФИГУРЫ, ОГРАНИЧЕННЫЕ ЦИРКУЛЬНЫМИ КРИВЫМИ ЛИНИЯМИ

КРУГ – геометрическая фигура, ограниченная одной замкнутой кривой линией постоянного радиуса, т. е. окружностью (рис. 30а).

ДИАМЕТР КРУГА – расстояние, измеряемое по прямой линии через центр этого круга между его границами, т. е. противоположными точками его окружности (рис. 30а).

РАДИУС КРУГА – расстояние равное половине диаметра этого круга, т. е. расстояние, измеренное из его центра до внешней границы круга (рис. 30а).

СЕКТОР КРУГА или **КРУГОВОЙ СЕКТОР** – геометрическая фигура, замкнутая ломаная контурная линия которой представляет собой часть круга, ограниченную двумя радиусами этого круга и дугой между ними (рис. 30б).

КВАДРАНТ КРУГА – геометрическая фигура, представляющая собой сектор круга, у которого радиусы перпендикулярны друг другу, т. е. образуют угол 90° (рис. 30в).

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УГОЛ СЕКТОРА КРУГА или ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УГОЛ КРУГОВОГО СЕКТОРА – угол между двумя пересекающимися радиусами сектора круга, вершина пересечения которых находится в центре образующего эту геометрическую фигуру круга (рис. 30б).

СЕГМЕНТ КРУГА или КРУГОВОЙ СЕГМЕНТ – геометрическая фигура, замкнутая ломаная контурная линия которой представляет собой часть круга, ограниченную дугой и соединяющей ее концы хордой (рис. 30г).

ХОРДА КРУГОВОГО СЕГМЕНТА – прямая часть замкнутой ломаной контурной линии сегмента круга, находящаяся между концами дуги этого сегмента (рис. 30г).

ВЫСОТА КРУГОВОГО СЕГМЕНТА – расстояние, изменяемое по перпендикуляру от середины хорды и до пересечения с дугой этого сегмента (рис. 30г).

ПОЛУКРУГ – геометрическая фигура, представляющая собой сегмент круга, у которого хорда равна диаметру этого круга, т. е. это половина круга (рис. 30д).

КРУГОВОЕ КОЛЬЦО – геометрическая фигура, имеющая внутреннее и внешнее круглое очертание с общим центром (рис. 30е).

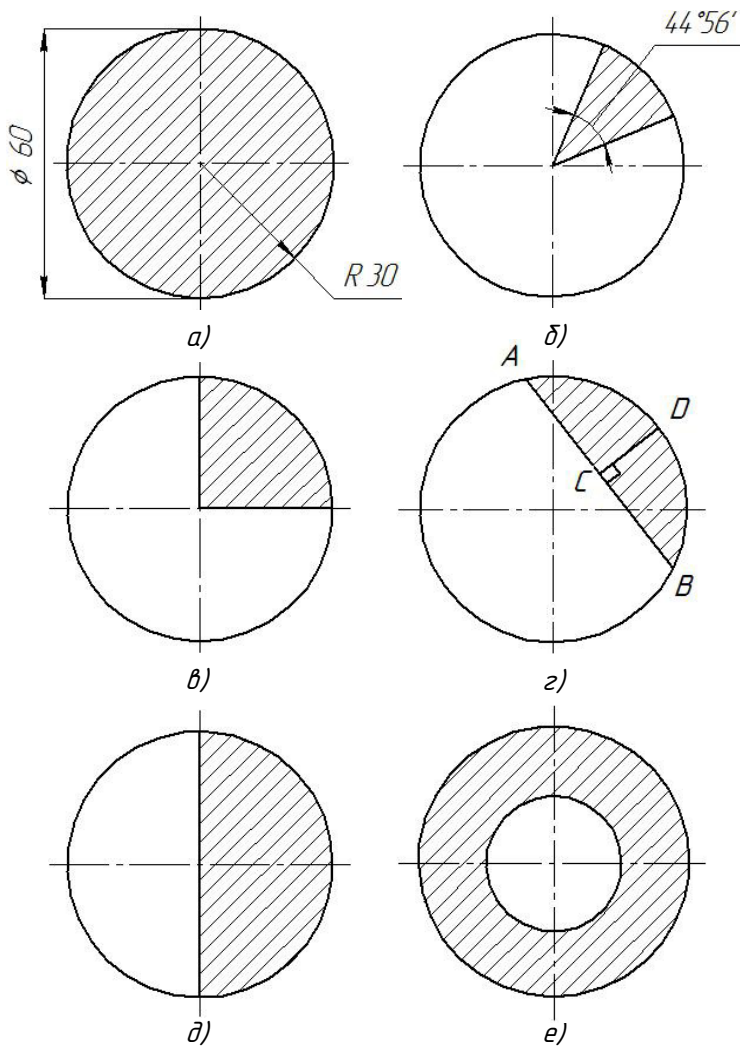


Рис. 30 Круг и его части:
 а) параметры круга; б) круговой сектор;
 в) квадрант; г) сегмент; д) полукруг;
 е) круговое кольцо

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА ТЕЛ

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ТЕЛО – трехмерная пространственная геометрическая фигура с замкнутой наружной поверхностью, форма которой образуется либо гранями, либо вращением линии или плоской фигуры разной конфигурации. Различные формы геометрических тел имеют названия и математические определения. В технике детали машин и механизмов изготавливаются из единого материала (сталь, чугун, пластмасса) и имеют форму геометрических тел. Деталь всегда монолитна и ее нельзя разобрать на части, но некоторые из них можно мысленно разделить на отдельные геометрические тела. В технологических описаниях изготовления деталей используются названия геометрических тел и их поверхностей.

ПОВЕРХНОСТЬ – наружная оболочка какого-либо геометрического тела, не имеющая толщины и являющаяся абстрактной фигурой. В аналитической геометрии поверхность понимается как множество точек, координаты которых в декартовой системе координат связаны алгебраическим или трансцендентным уравнениями. В начертательной геометрии образование поверхности понимается кинематическим способом как множество последовательных положений образующей линии, перемещающейся в пространстве по направляющим линиям и представляющих собой *каркас поверхности*. В зависимости от формы образующей линии различают *линейчатые* (образующая прямая линия) и *нелинейчатые* (образующая кривая линия) поверхности.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА, ОГРАНИЧЕННЫЕ ЗАМКНУТОЙ ГРАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

ГРАННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – линейчатая поверхность, каркас которой образован перемещением прямолинейной образующей по ломаной направляющей. Если в каркасе точка образующей линии остается неподвижной, то создается *пирамидальная* поверхность, а если образующая при перемещении параллельна заданному направлению, то – *призматическая*. Формы промышленных конструкций и изделия в своем составе могут иметь как *замкнутый*, так и *незамкнутый* вариант гранной поверхности. Гранная поверхность состоит из *граней, ребер и вершин*.

МНОГОГРАННИК – геометрическое тело, образованное замкнутой гранной поверхностью, и одновременно название этой гранной поверхности. Многогранник состоит из граней, ребер и вершин. Он может иметь название по количеству граней своей поверхности (рис. 31). Различные формы многогранников широко используются в архитектуре, технике и в машиностроении. Некоторые природные вещества имеют кристаллическое строение многогранной формы. Например, кристаллы каменной соли и сахара имеют форму куба, кристаллы алмаза форму октаэдра. В инженерной практике из многогранников наибольшее распространение получили пирамиды и призмы.

ГРАНЬ МНОГОГРАННИКА – часть гранной поверхности, представляющая собой плоскость в форме какого либо многоугольника, ограниченного со всех

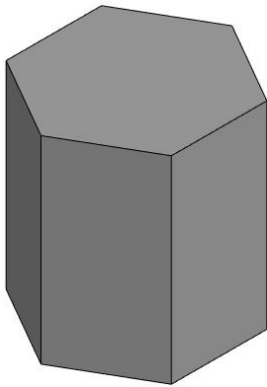
сторон ребрами. Замкнутая поверхность многогранника состоит из не менее четырех граней.

РЕБРО МНОГОГРАННИКА – линия пересечения двух смежных его граней. Ребра многогранников имеют всегда прямую форму и являются границей плоскости граней. Т. е. ребро это отрезок прямой линии, который одновременно принадлежит двум граням.

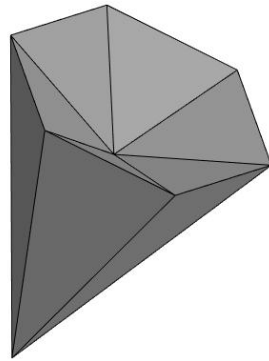
ВЕРШИНА МНОГОГРАННИКА – точка, в которой встречаются концы отрезков ребер многогранника при пересечении его смежных граней, образующих между собой многогранный угол.

МНОГОГРАННЫЙ УГОЛ – пространственная фигура, составленная из нескольких плоских углов граней, все ребра которых сходятся в одной общей вершине. *Выпуклый многогранный угол* всегда находится по одну сторону от любой своей грани. Многогранный угол имеет название в зависимости от количества граней его составляющих, например, трехгранный, четырехгранный и т. д. Две соседние грани с общим ребром их пересечения в конструкции многогранного угла образуют *двугранный угол*. Два ребра, сходящиеся в общей вершине и принадлежащие одной грани, образуют *плоский угол многогранного угла*. Сумма плоских углов любого выпуклого многогранного угла меньше 360° .

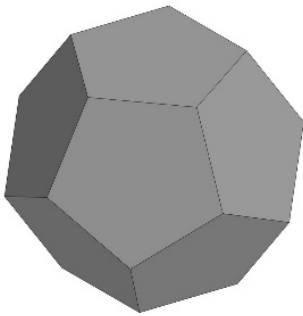
ВЫПУКЛЫЙ МНОГОГРАННИК – многогранник, у которого замкнутая выпуклая поверхность состоит из граней в форме выпуклых многоугольников и который расположен по одну сторону от плоскости любой своей грани (рис. 31а).



a)



δ)



в)

*Рис. 31 Многогранники:
а) выпуклый; δ) вогнутый; в) правильный выпуклый*

ВОГНУТЫЙ МНОГОГРАННИК – многогранник, который целиком не может находиться по одну сторону от плоскости любой своей грани (рис. 31б).

ПРАВИЛЬНЫЙ МНОГОГРАННИК – выпуклый многогранник, у которого все грани имеют форму правильных и конгруэнтных многоугольников и образуют при вершинах равные выпуклые многогранные углы с одинаковым количеством граней. Все вершины правильного многогранника лежат на поверхности одной описанной вокруг него сферы, и все его грани касаются поверхности одной вписанной в него сферы. При этом центры вписанной и описанной сфер совпадают с центром этого правильного многогранника. Всего существуют пять правильных многогранников: *тетраэдр* (рис. 32а), *гексаэдр* (рис. 32б), *октаэдр* (рис. 32в), *додекаэдр* (рис. 32г), *икосаэдр* (рис. 32д). Правильные многогранники называются еще и *правильными телами Платона*, по имени описавшего их форму древнегреческого философа-идеалиста (прозвище; настоящее имя – Аристокл; 427–347 гг. до н. э.)

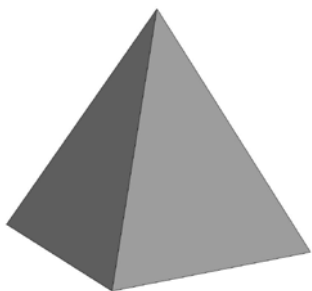
ТЕТРАЭДР – выпуклый правильный четырехгранник, у которого все грани равны и имеют форму равностороннего треугольника. У этого многогранника любая из граней может быть выбрана основанием, тогда боковая поверхность будет состоять из трех треугольников с общей вершиной. Т. е. тетраэдр это *правильная трехгранная пирамида*, у которой высота проходит через центр ее основания. Геометрическая форма тетраэдра состоит из 4 граней, 6 ребер и 4 вершин, каждая из которых образуется тремя ребрами (рис. 32а).

ГЕКСАЭДР – выпуклый правильный шестигранник, поверхность которого состоит из 6 квадратных по форме граней, 12 ребер и 8 вершин, образованных схождением 3 ребер каждая. Гексаэдр это частный случай призмы, в математике его форма называется *куб* (рис. 32б)

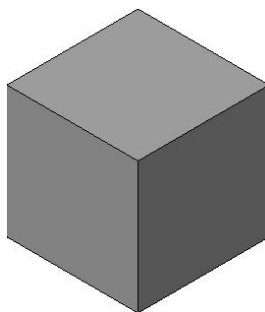
ОКТАЭДР – выпуклый правильный восьмигранник, поверхность которого состоит из восьми равных между собой равносторонних треугольников, соединенных по четыре у каждой вершины. Секущая плоскость, проходящая через четыре ребра октаэдра, разделит его на две пирамиды с общим квадратным основанием. Т. е. октаэдр это *четырёхгранная правильная выпуклая бипирамида*. Поверхность октаэдра состоит из 8 граней, 6 вершин и 12 ребер, которые по 4 сходятся в каждой вершине (рис. 32в).

ДОДЕКАЭДР – выпуклый правильный двенадцатигранник, форма поверхности которого состоит из двенадцати правильных равных между собой пятиугольников, соединенных по три около каждой вершины. Два пятиугольника находятся в параллельных плоскостях и являются основаниями додекаэдра. Поверхность додекаэдра имеет 12 граней, 20 вершин и 30 ребер, которые по 3 сходятся в каждой вершине (рис. 32г).

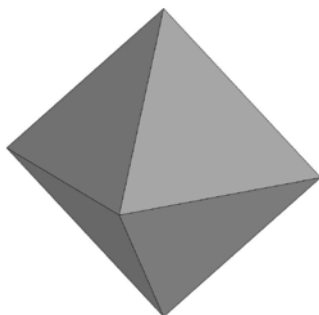
ИКОСАЭДР – выпуклый правильный двадцатигранник, форма поверхности которого состоит из двадцати равных равносторонних треугольников, соединенных по пять около каждой вершины. Икосаэдр можно расчленить на две правильные пятигранные пирамиды и антипризму с пятиугольными основаниями. Поверх-



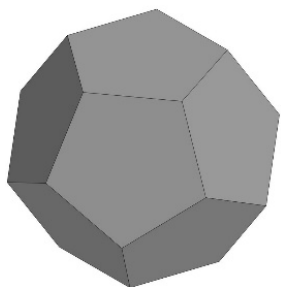
а) тетраэдр



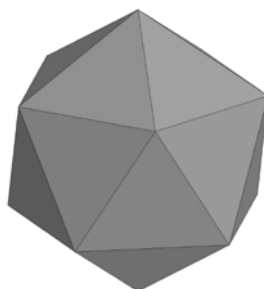
б) гексаэдр



в) октаэдр

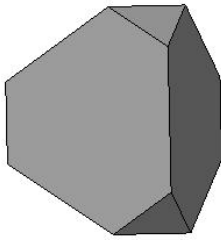


г) додекаэдр

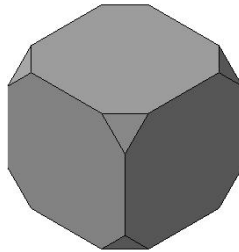


д) икосаэдр

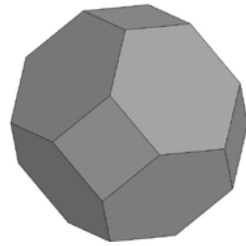
Рис. 32 Правильные многогранники



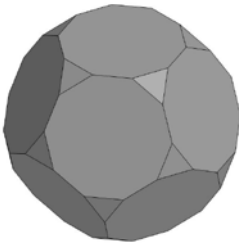
а) усеченный тетраэдр



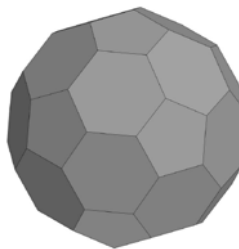
б) усеченный куб



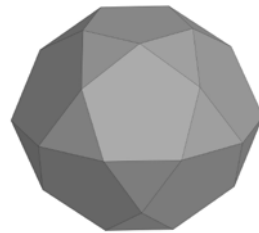
в) усеченный октаэдр



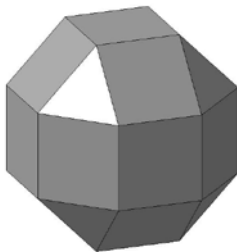
г) усеченный додекаэдр



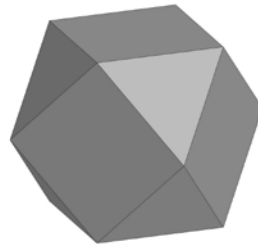
д) усеченный икосаэдр



е) икосододекаэдр



ж) ромбикубо-октаэдр



з) кубо-октаэдр

Рис. 33 Архимедовы тела

ность икосаэдра имеет 20 граней, 12 вершин и 30 ребер, которые по 5 сходятся в каждой вершине (рис. 32д).

ПОЛУПРАВИЛЬНЫЙ МНОГОГРАННИК – многогранник, поверхность которого состоит из граней правильной многоугольной формы и при этом разной геометрической формы (треугольной, квадратной и т. д.) с равными многогранными углами. Такие многогранники называют еще и *телами Архимеда*, по имени впервые доказавшего их наличие древнегреческого математика (рис. 33). Всего существует 14 полуправильных многогранника.

ПРИЗМА – выпуклый многоугольник, поверхность которого состоит из двух равных n -угольных граней, лежащих в параллельных плоскостях, и граней в форме параллелограмма (рис. 34). Грани, лежащие в параллельных плоскостях, называются *основаниями призмы*, а остальные грани – *боковыми гранями призмы*, которые объединяются в *боковую поверхность призмы*. Ребра боковой поверхности призмы всегда равны и параллельны друг другу. Перпендикулярное расстояние между плоскостями оснований призмы называется *высотой призмы*.

ПРЯМАЯ ПРИЗМА – призма, у которой боковые грани и их ребра перпендикулярны плоскостям ее оснований. Все боковые грани прямой призмы прямоугольной формы (рис. 34а).

ПРАВИЛЬНАЯ ПРЯМАЯ ПРИЗМА – прямая призма, у которой грани оснований – правильные многоугольники, а боковые грани – равные прямоугольники (рис. 34б).

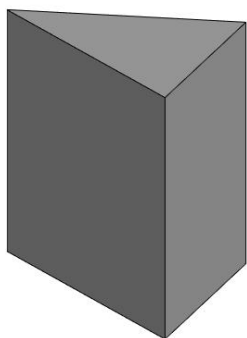
НАКЛОННАЯ ПРИЗМА – призма, у которой боковые грани и их ребра не перпендикулярны ее граням оснований (рис. 34в).

УСЕЧЕННАЯ ПРИЗМА – призма, полученная после отсечения от нее части плоскостью не параллельной ее граням оснований (рис. 34г).

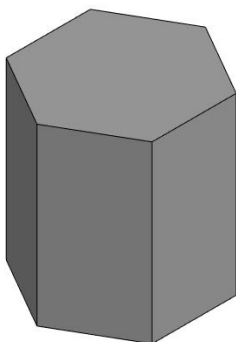
ПРИЗМА АРХИМЕДА – правильная прямая призма, у которой боковые грани имеют квадратную форму (рис. 34д).

ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД – призма, у которой все грани, т. е. грани оснований и боковые грани, имеют форму параллелограмма. У параллелепипеда противоположные грани всегда попарно равны и параллельны друг другу. Различают *прямую и наклонную* формы параллелепипеда с гранями оснований в форме прямоугольника или параллелепипеда (рис. 35).

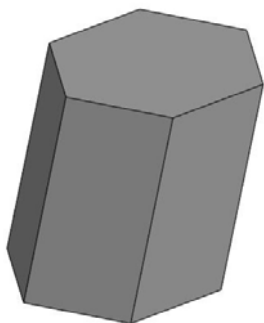
ПРЯМОЙ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД – параллелепипед, у которого боковые ребра перпендикулярны плоскостям его оснований. Боковые грани прямого параллелепипеда всегда прямоугольники, а грани оснований могут иметь форму прямоугольника или параллелограмма (рис. 35а, б).



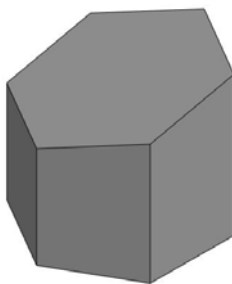
a)



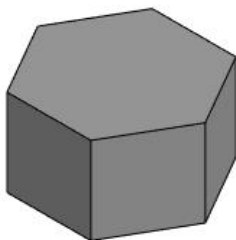
б)



в)



г)



д)

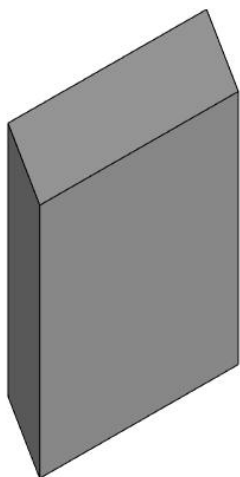
*Рис. 34 Призмы:
a) прямая; б) правильная; в) наклонная; г) усеченная;
д) Архимедова*

ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД – прямой параллелепипед, у которого плоскости оснований имеют форму прямоугольника, т. е. это параллелепипед с прямоугольной формой всех граней (рис. 35б).

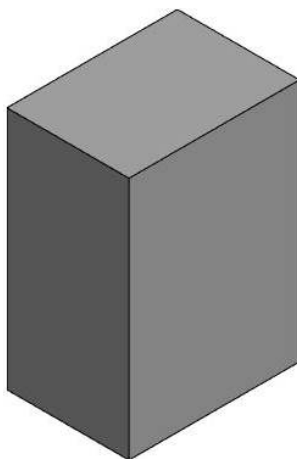
НАКЛОННЫЙ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕД – параллелепипед, у которого боковые ребра не перпендикулярны плоскостям его оснований. У наклонного параллелепипеда боковые грани всегда имеют форму параллелограмма (рис. 35в).

ПИРАМИДА – выпуклый многогранник, у которого основание имеет форму какой-либо многоугольника, а боковые грани всегда треугольники с ребрами, сходящимися в общей вершине. *Высота пирамиды* измеряется перпендикулярно из общей для боковых ребер вершины до основания пирамиды. Различают *прямую и наклонную, полную и усеченную*, а также *правильную* формы пирамиды (рис. 36).

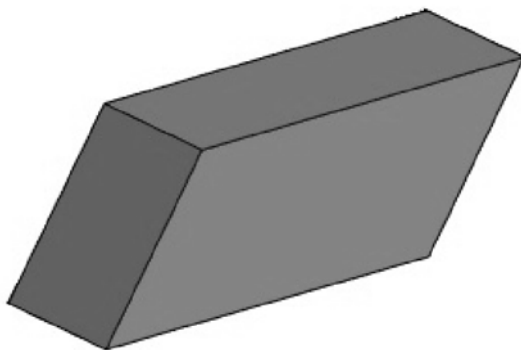
ПРАВИЛЬНАЯ ПИРАМИДА – пирамида, у которой основание имеет форму правильного многоугольника, через центр которого перпендикулярно ему из вершины боковых граней проходит высота этой пирамиды, и боковая поверхность состоит из равных боковых ребер и вместе с ними равных (конгруэнтных) равнобедренных треугольников. Высота боковой грани правильной пирамиды, т. е. бокового равнобедренного треугольника, проведенная из его вершины перпендикулярно его основанию, называется *апофемой пирамиды*. Все апофемы правильной пирамиды равны между собой (рис. 35в).



a)



б)



в)

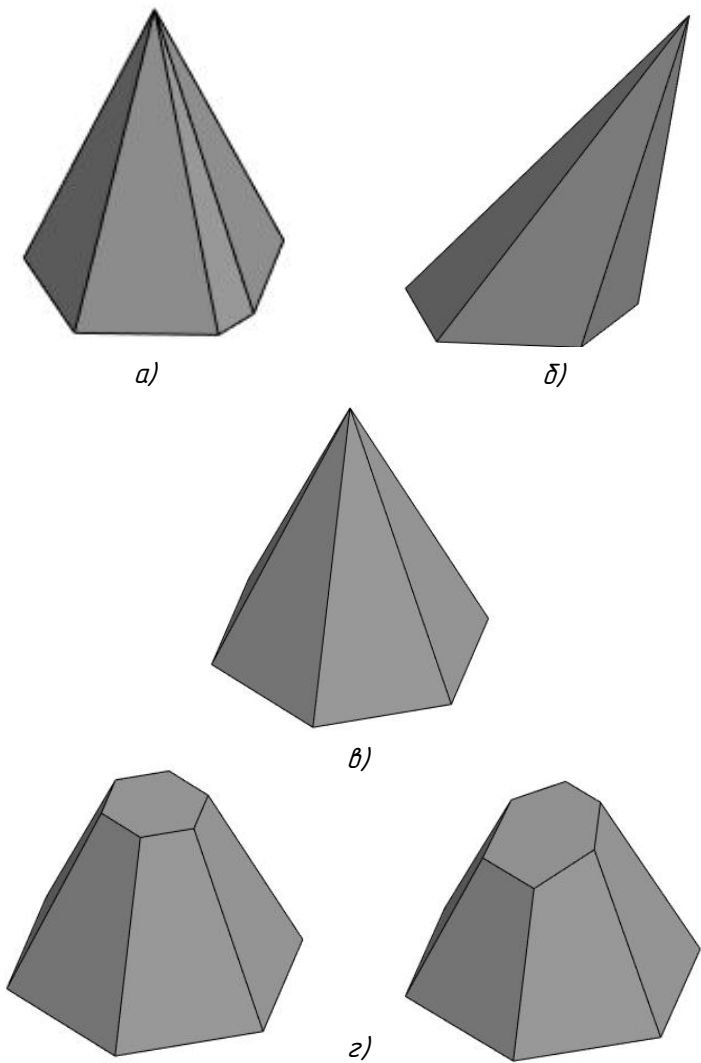
*Рис. 35 Параллелепипеды:
а) прямой; б) прямоугольный; в) наклонный*

ПРЯМАЯ ПИРАМИДА – пирамида, у которой высота перпендикулярно опускается из общей вершины боковых граней в центр грани основания пирамиды (рис. 36а, в).

НАКЛОННАЯ ПИРАМИДА – пирамида, у которой перпендикуляр высоты, проведенный из общей вершины боковых граней к основанию, смещен от центра этого основания пирамиды (рис. 36б).

ПОЛНАЯ ПИРАМИДА – пирамида, у которой есть вершина как общая точка всех ребер треугольников боковой поверхности этой пирамиды (рис. 36а, б, в).

УСЕЧЕННАЯ ПИРАМИДА – выпуклый многогранник, полученный из полной пирамиды после отсечения общей вершины ребер боковой поверхности. Плоскость отсечения может быть параллельной или не параллельной основанию пирамиды. Замкнутая гранная поверхность усеченной пирамиды состоит из двух параллельных или не параллельных многоугольных оснований, которые принято называть верхнее и нижнее основания, и боковых граней в форме трапеций или неправильных четырехугольников. Количество боковых граней усеченной пирамиды зависит от количества ребер грани ее основания. *Правильная усеченная пирамида* получается отсечением полной правильной пирамиды параллельно ее основанию. Верхнее и нижнее основания правильной усеченной пирамиды всегда имеют форму правильных многоугольников. Боковые



*Рис. 36 Пирамиды:
а) прямая; б) наклонная; в) правильная; г) усеченная*

грани правильной усеченной пирамиды равны (конгруэнтны) между собой и имеют форму равнобедренных трапеций. Высота боковой трапеции называется *апофемой правильной усеченной пирамиды*. *Высотой усеченной пирамиды* с параллельным отсечением является перпендикулярное расстояние между ее основаниями (рис. 36г).

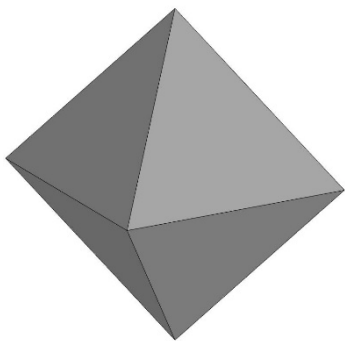
БИПИРАМИДА – многогранник, форма которого состоит из поверхностей двух пирамид с общим основанием. Различают *выпуклую и вогнутую*, а также *правильную и неправильную* формы бипирамиды (рис. 37).

ВЫПУКЛАЯ БИПИРАМИДА – бипирамида, которая вся расположена по одну сторону от поверхности любой своей грани (рис. 37а, б, в).

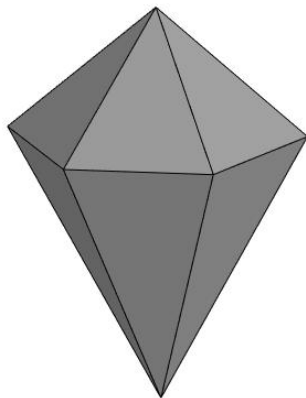
ВОГНУТАЯ БИПИРАМИДА – бипирамида, которая не может находиться по одну сторону от поверхности любой своей грани (рис. 37г).

ПРАВИЛЬНАЯ БИПИРАМИДА – бипирамида с поверхностью, состоящей из двух равных пирамид. Например, октаэдр это правильный многогранник, т. е. правильная бипирамида (рис. 37а).

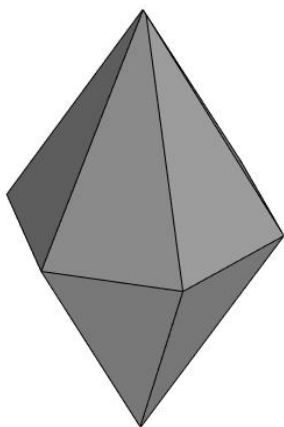
НЕПРАВИЛЬНАЯ БИПИРАМИДА – бипирамида с поверхностью, состоящей из двух неравных пирамид (рис. 37б).



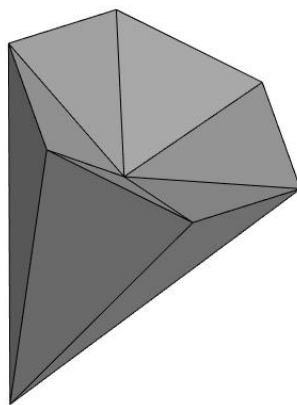
a)



б)



в)



г)

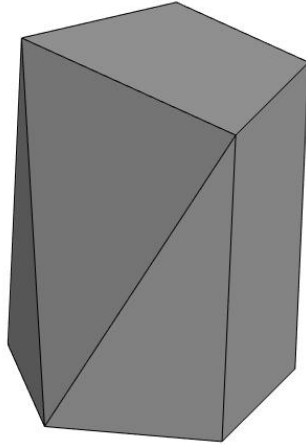
*Рис. 37 Бипирамиды:
а) правильная; б) неправильная;
в) выпуклая; г) вогнутая*

ТРАПЕЦОИД – выпуклый многогранник, у которого все вершины расположены в двух параллельных между собой плоскостях. Грани трапецоида, лежащие в параллельных плоскостях, называются *основаниями трапецоида*. Они могут иметь равную или разную между собой многоугольную форму. Перпендикулярное расстояние между этими основаниями называется *высотой трапецоида*. Все боковые грани трапецоида имеют треугольную или четырехугольную форму, при этом четырехугольные грани это трапеции или параллелограммы. *Призмы, пирамиды и усеченные пирамиды, призматойд* являются частной разновидностью формы трапецоида (рис. 38).

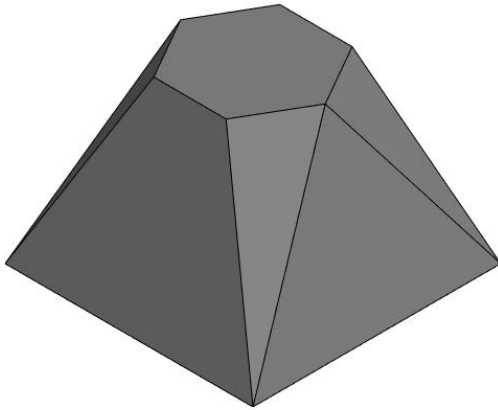
ПРИЗМАТОИД – многогранник, частный случай трапецоида, у которого основания, расположенные в параллельных плоскостях, имеют разную многоугольную форму, а боковые грани представляют собой треугольники и трапеции с вершинами, одновременно являющимися вершинами оснований этого призматойда (рис. 38б).

АНТИПРИЗМА – частный случай трапецоида, у которого в верхнем и нижнем основании лежат равные многоугольники, развернутые относительно друг друга на 180° , а боковые грани имеют форму треугольников с вершинами, одновременно являющимися вершинами оснований этой антипризмы (рис. 39).

ПРЯМАЯ АНТИПРИЗМА – антипризма, у которой центры оснований располагаются на общем к ним перпендикуляре (рис. 39).

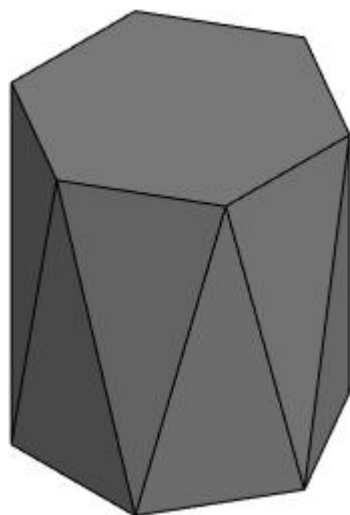


a)

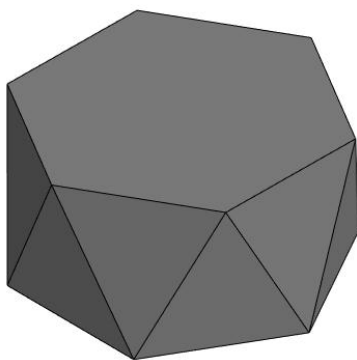


б)

*Рис. 38
а) трапецоид; б) призматойд*



а)



б)

*Рис. 39 Антипризмы:
а) прямая; б) Архимедова*

АНТИПРИЗМА АРХИМЕДА – прямая антипризма, у которой боковые грани имеют форму равносторонних треугольников (рис. 39б).

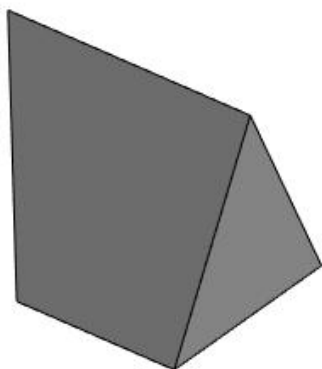
КЛИН – трапециод с одним многоугольным основанием, параллельно которому располагается общее для всех боковых граней ребро, имеющих форму треугольников и трапеций и наклоненных к этому основанию (рис. 40а).

ОБЕЛИСК – усеченный параллельно основанию клин, у которого параллельные нижнее и верхнее основания имеют форму прямоугольников, а боковые грани в форме трапеций одинаково наклонены к нижнему основанию (рис. 40б).

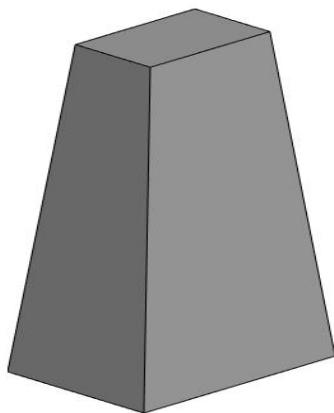
ПРАВИЛЬНЫЕ ЗВЕЗДЧАТЫЕ МНОГОГРАННИКИ – многогранник, образованный путем продолжения и пересечения граней правильных или полуправильных многогранников. Имеет название образовавшего его звездчатую форму многогранника (рис. 41).

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА, ОГРАНИЧЕННЫЕ ПОВЕРХНОСТЯМИ ВРАЩЕНИЯ

ПОВЕРХНОСТЬ ВРАЩЕНИЯ – кинематическая поверхность, образование формы которой представляется как вращение вокруг некой неподвижной оси прямой или кривой линии. В зависимости от формы образующей линии поверхности вращения бывают *линейчатые* (образующая прямой формы) и *нелинейчатыми* (образующая кривой формы). Например, линейчатая поверхность вращения – конус и цилиндр,

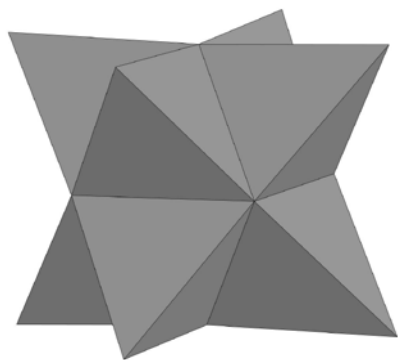


a)

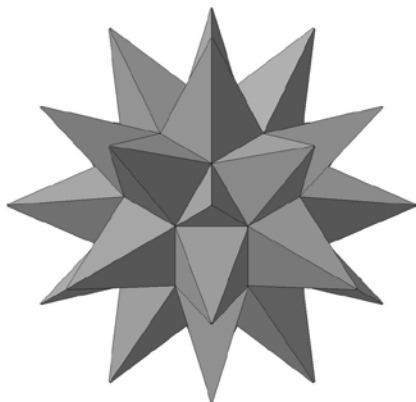


б)

*Рис. 40
а) клин; б) обелиск*



а) звездчатый октаэдр



б) звездчатый ромбокубооктаэдр

Рис. 41 Звездчатые многогранники

нелинейчатая – сфера. Поверхности вращения имеют широкое применение в деталях машин и механизмов, которые изготавливаются на станках при относительном вращательном движении режущего инструмента и изделия. В зависимости от возможности изготовления формы поверхности вращения из листового материала различают *развертываемые* и *неразвертываемые* поверхности. На поверхности вращения выделяют *геодезические линии: параллели, меридианы*, среди них – *экватор и горло* (рис. 42)

ПАРАЛЛЕЛЬ – окружность, которую на поверхности вращения описывает точка, лежащая на криволинейной образующей этой поверхности. Параллель находится в воображаемой плоскости, которая всегда перпендикулярна оси вращения этой поверхности. В зависимости от размера диаметра различают *экватор, горло* и *случайные параллели* (рис. 42).

ЭКВАТОР – параллель поверхности вращения с наибольшим размером диаметра (рис. 42).

ГОРЛО – параллель поверхности вращения с наименьшим размером диаметра (рис. 42).

МЕРИДИАН – линия на поверхности вращения, которая получается при пересечении этой поверхности с плоскостью, проходящей через ось ее вращения. Рассекающие поверхности вращения плоскости называются *меридиональными плоскостями*. На любой поверхности вращения можно получить сколько угодно меридианов, но все они конгруэнтны (одинаковы).

При выполнении машиностроительных чертежей меридианы, находящиеся параллельно плоскостям проекций, проецируются в натуральную величину и являются очеркообразующими, определяющими границу видимости. Различают *главный* и *профильный* меридианы (рис. 42).

ГЛАВНЫЙ МЕРИДИАН – меридиан, лежащий в плоскости сечения, которая проходит через поверхность вращения параллельно фронтальной плоскости проекций (от франц. «frontal» – «лицом к зрителю»). На чертеже главный меридиан на фронтальной проекции проецируется в натуральную величину и совпадает с фронтальным очерком поверхности, при этом он является границей видимости поверхности (рис. 42).

ПРОФИЛЬНЫЙ МЕРИДИАН – меридиан, лежащий в плоскости сечения, которая проходит через поверхность вращения параллельно профильной плоскости проекций (от франц. «profil» – «нечто сбоку»). На чертеже профильный меридиан на профильной проекции проецируется в натуральную величину и совпадает с профильным очерком поверхности, при этом он является границей видимости поверхности слева (рис. 42).

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЛИНИИ – линии на поверхности вращения, которые образуются секущими плоскостями, т. е. это параллели и меридианы этой плоскости вращения. Геодезические линии на поверхности вращения организуют координатную сетку, которая используется для построения каркаса поверхности вращения (рис. 42).

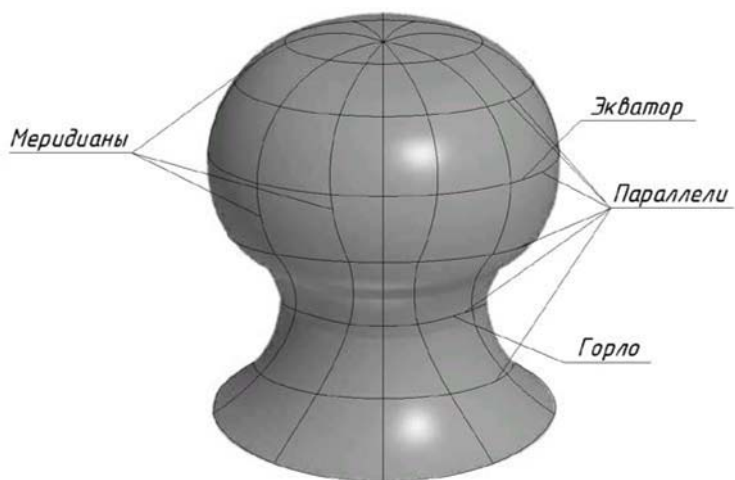


Рис. 42 Геодезические линии

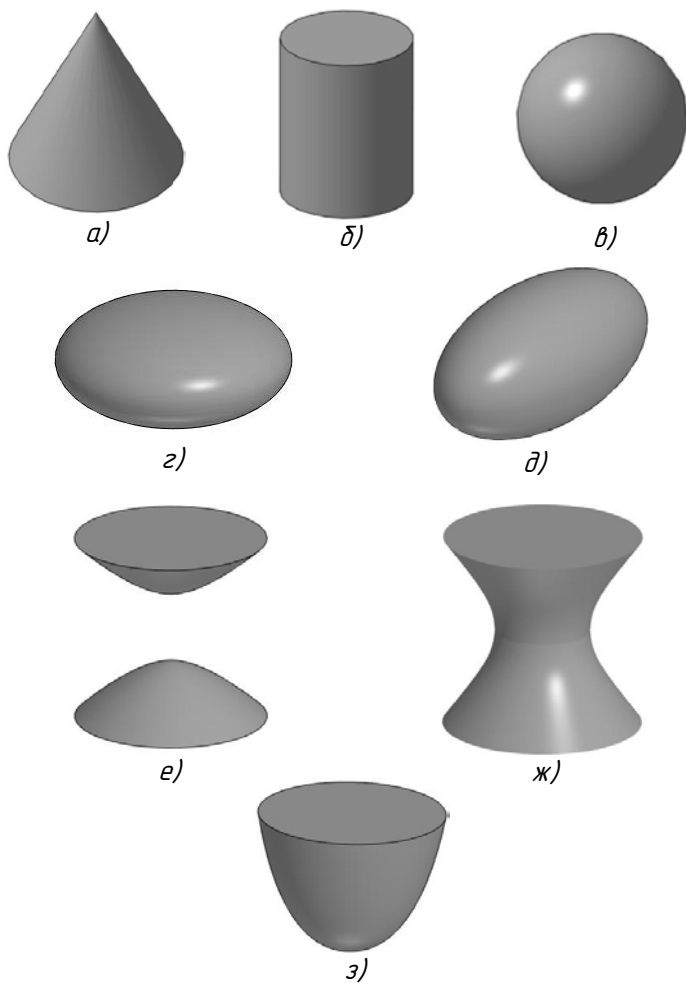


Рис. 43 Квадрики:

- а) конус; б) цилиндр; в) шар; г) сжатый эллипсоид вращения; д) вытянутый эллипсоид вращения; е) двухполостный гиперboloид вращения; ж) однополостный гиперboloид вращения; з) параболоид вращения*

КВАДРИКИ – сокращенное название алгебраических поверхностей вращения второго порядка, т. е. поверхностей вращения, пересекающихся с плоскостью по конике (кривой линии второго порядка). К квадрикам относятся: *цилиндр, конус, сфера, эллипсоиды, гиперболоиды, параболоид* (рис. 43).

СЖАТЫЕ КВАДРИКИ ВРАЩЕНИЯ – замкнутые поверхности вращения, форму которых можно получить сжатием квадрик вращения к плоскости главного меридиана. Например, при таком сжатии цилиндр переходит в *эллиптический цилиндр*, конус – в *эллиптический конус*, параболоид – в *эллиптический параболоид* (рис. 44г, рис. 45г).

ЦИЛИНДР – квадрика, полное название которой *круговой цилиндр*, образованная прямой образующей линией вращающейся вокруг неподвижной оси по двум круглым направляющим ее движение линиям, т. е. это геометрическое тело, ограниченное *цилиндрической поверхностью* и двумя круглыми по форме гранями. Замкнутую цилиндрическую поверхность принято считать *боковой поверхностью цилиндра*, а круглые грани – *основаниями цилиндра*. Различают следующие цилиндрические формы: *прямой круговой цилиндр, наклонный круговой цилиндр, усеченный цилиндр, отрезок цилиндра, эллиптический цилиндр* (рис. 44).

ПРЯМОЙ КРУГОВОЙ ЦИЛИНДР – геометрическое тело вращения из группы квадрик, которое имеет две грани основания круглой формы и боковую кри-

вую выпуклую поверхность образованную равномерным вращением прямой линии перпендикулярной его основаниям. Прямой круговой цилиндр имеет два размерных параметра: диаметр основания и высота (т. е. расстояние между основаниями: высота боковой поверхности). Форма прямого кругового цилиндра имеет сокращенное название – *цилиндр* (рис. 44а).

НАКЛОННЫЙ КРУГОВОЙ ЦИЛИНДР – геометрическое тело из группы квадрик, которое имеет две грани основания круглой формы и замкнутую цилиндрическую боковую поверхность с осью ее вращения неперпендикулярной этим основаниям. Форма кругового наклонного цилиндра имеет сокращенное название – *наклонный цилиндр* (рис. 44б)

УСЕЧЕННЫЙ ЦИЛИНДР – геометрическое тело вращения, которое представляет собой прямой круговой цилиндр с полным или частичным отсечением плоскости одного из его круглых оснований (рис. 44в).

ОТРЕЗОК ЦИЛИНДРА или «КОПЫТО» – незначительная часть прямого кругового цилиндра, полученная отсечением от него части грани основания и боковой цилиндрической поверхности наклонной к этому основанию плоскостью (рис. 44в).

ЭЛЛИПТИЧЕСКИЙ ЦИЛИНДР – сжатая квадрика вращения, форму геометрического тела которой можно представить как сжатие цилиндра вращения к плоскости фронтального (главного) меридиана. Сжатая квадрика цилиндра вращения имеет два равных и параллельных

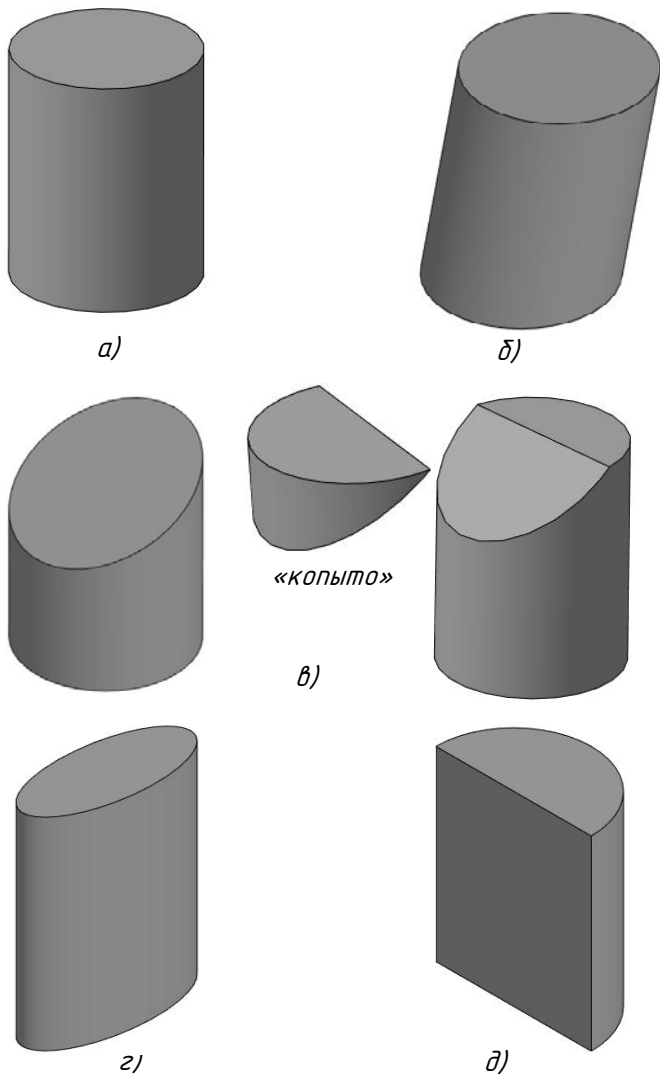


Рис. 44 Цилиндры:
 а) прямой; б) наклонный; в) усеченный;
 г) эллиптический; д) полуцилиндр

друг другу основания, имеющих форму эллипса, и кривую выпуклую боковую поверхность (рис. 44г).

ПОЛУЦИЛИНДР – геометрическое тело, форму которого можно получить рассечением прямого кругового цилиндра плоскостью перпендикулярно круглому основанию через ось его вращения (рис. 44д). При необходимости возможно рассечение наклонного и эллиптического цилиндров.

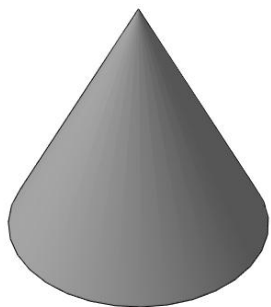
КОНУС – квадрика, геометрическое тело которой ограничено конической поверхностью вращения и одним круглым плоским основанием. Образование формы кривой выпуклой конической поверхности представляется как вращение прямой линии, у отрезка которой один конец перемещается по круглому краю грани основания, а другой, образуя вершину конуса, неподвижно находится на оси его вращения. Различают следующие формы конуса: *прямой круговой конус, наклонный круговой конус, усеченный круговой конус, эллиптический конус* (рис. 45).

ПРЯМОЙ КРУГОВОЙ КОНУС – геометрическое тело вращения из группы квадрик, линейчатая поверхность которого состоит из замкнутой кривой выпуклой боковой поверхности, одной круглой грани и одной вершины, находящейся на оси вращения, выходящей перпендикулярно из центра грани основания этого конуса. Прямой круговой конус имеет два размерных параметра: диаметр основания и высота (т. е. размер расстояния от центра основания и до вершины конуса). Для данной формы конуса допускаются сокращенные названия: *прямой конус* или *конус* (рис. 45а).

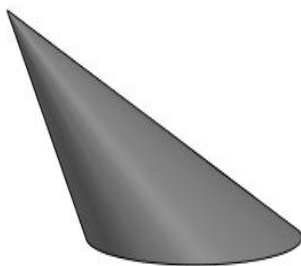
НАКЛОННЫЙ КРУГОВОЙ КОНУС – геометрическое тело вращения из группы квадрик, форма линейчатой поверхности которого состоит из одной круглой грани, замкнутой кривой выпуклой боковой поверхности с одной вершиной, находящейся на оси вращения перпендикулярной грани основания этого конуса. Размер высоты наклонного кругового конуса измеряется перпендикулярно его круглому основанию и не равно размеру длины его оси вращения. Для данной формы конуса допускаются сокращенное название – *наклонный конус* (рис. 45б).

УСЕЧЕННЫЙ КРУГОВОЙ КОНУС – геометрическое тело вращения из группы квадрик, форма линейчатой поверхности которого можно представить как прямой круговой конус с утратой отсечением его вершины, т. е. это круговой конус с двумя основаниями. Плоскости оснований усеченного кругового конуса могут быть параллельными и непараллельными друг другу. Параллельные основания усеченного конуса имеют круглую форму, а у непараллельных оснований – грань отсечения всегда имеет форму эллипса. Для данной формы конуса допускаются сокращенное название – *усеченный конус* (рис. 45в).

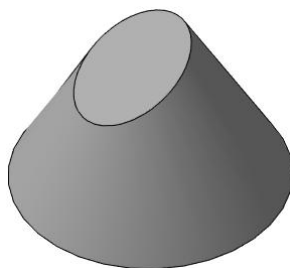
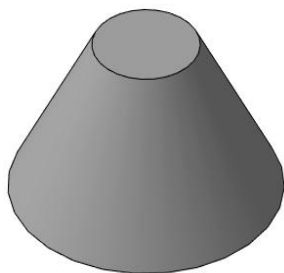
ЭЛЛИПТИЧЕСКИЙ КОНУС – сжатая квадрика вращения, форму геометрического тела которой можно представить как сжатие конуса вращения к плоскости фронтального (главного) меридиана. Поверхность тела эллиптического конуса состоит из одного имеющего форму эллипса основания, одной вершины и боковой кривой выпуклой поверхности (рис. 45г).



a)



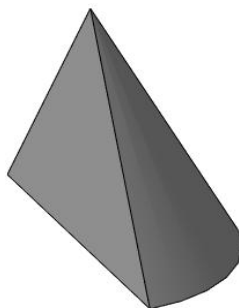
б)



в)



г)



д)

*Рис. 45 Конусы:
а) прямой; б) наклонный; в) усеченный;
г) эллиптический; д) полуконус*

ПОЛУКОНУС – геометрическое тело, форму которого можно представить после рассечения плоскостью полного кругового конуса через вершину и ось его вращения (рис. 45д). Возможно рассечение усеченного и эллиптического конусов.

ШАР – геометрическое тело вращения из группы квадрик, форму которого можно получить в результате вращения окружности или круга вокруг оси с размером равным диаметру этой окружности или круга. В математике шар понимается как множество всех точек пространства, находящихся от центра шара на расстоянии не большем расстояния равного размеру радиуса этого шара, т. е. шар, понимается как не пустотелый объект, а как изделие, изготовленное из какого-либо материала, т. е. заполненное внутри каким-либо материалом. Имеет один размерный параметр – диаметр шара (рис. 46а).

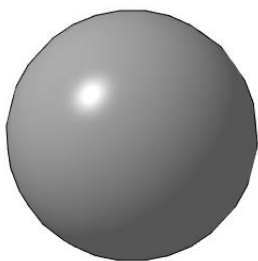
СФЕРА – поверхность шара, т. е. нелинейчатая неразвертываемая замкнутая поверхность вращения, форму которой можно представить как вращение окружности вокруг ее собственной неподвижной оси симметрии. В математике сфера понимается как множество всех точек пространства равноудаленных от фиксированной точки, называемой центром сферы, т. е. сфера, понимается как пустотелый объект. Имеет один размерный параметр – диаметр сферы.

ПОЛУШАР или **ПОЛУШАРИЕ** – геометрическое тело вращения, форма которого представляет собой половину тела шара. Поверхность полушария состоит из по-

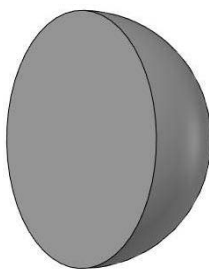
лусферической поверхности, образованной вращением дуги равной половине окружности меридиана, и круглой грани с их общим ребром пересечения, размер которого равен размеру диаметра шара. Экватор всегда делит шар на два полушария. Полушарие имеет следующие размерные параметры: диаметр основания и **высота полушария**. Размер высоты полушария равен длине перпендикулярного расстояния от центра его круглого основания и до вершины дуги его меридиана (рис. 46б).

ПОЛУСФЕРА – нелинейчатая неразвертываемая поверхность вращения, форма которой представляет собой половину сферы, т. е. половину поверхности шара, с круглым ребром, проходящим через экватор шара. Размерные параметры полусферы: диаметр сферы; **высота полусферы**. Размер высоты полусферы равен перпендикулярному расстоянию от центра круглого ребра и до вершины образующей ее форму дуги (рис. 47а).

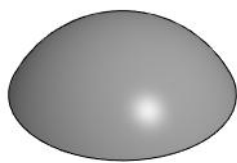
ШАРОВОЙ СЕГМЕНТ – геометрическое тело вращения, форма которого является частью шара, получаемая в результате вращения кругового сегмента вокруг диаметра шара, перпендикулярного хорде кругового сегмента. Поверхность шарового сегмента состоит из **сегментной поверхности**, образованной вращением дуги кругового сегмента, и грани круглого основания, полученного вращением хорды кругового сегмента. Шаровой сегмент имеет размерный параметр, называемый **высотой сегментной поверхности**, который равен размеру высоты образующего кругового сегмента. Поверхность шарового сегмента относится к группе нелинейчатых и неразвертываемых поверхностей (рис. 46в).



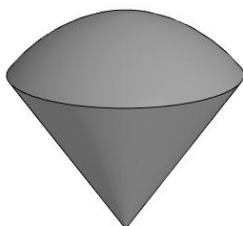
a)



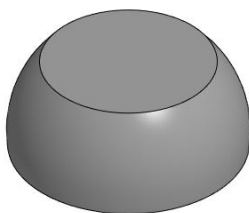
б)



в)



г)



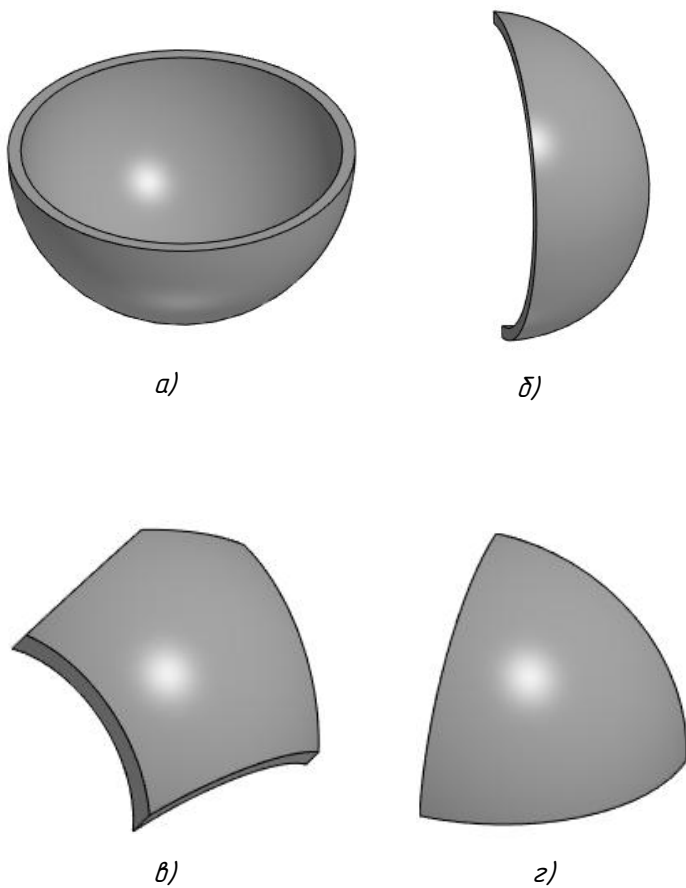
д)

*Рис. 46 Шар и части шара:
а) шар; б) полушар; в) шаровой сегмент;
г) шаровой сектор; д) шаровой слой*

ШАРОВОЙ СЕКТОР – геометрическое тело вращения, форму которого можно представить как часть шара, получаемая вращением кругового сектора вокруг оси, которая проходит через одну из его прямых сторон. Поверхность шарового сектора состоит из кривой выгнутой сегментной поверхности, образованной вращением дуги кругового сектора, и конической поверхности, образованной вращением второй прямой стороны кругового сектора. Геометрическое тело шарового сектора можно разделить на два отдельных геометрических тела с равными диаметрами круглых оснований: шаровой сегмент и круговой конус. Размер высоты шарового сектора равен радиусу шара (рис. 46г).

ШАРОВОЙ СЛОЙ – геометрическое тело вращения, форму которого можно представить как часть шара, получаемая вращением части круга, заключенной между параллельными хордами, вокруг оси, перпендикулярной этим хордам и проходящей через их середины, т.е. поверхность шарового слоя состоит из кривой выпуклой поверхности, образованной вращением дуги части круга, и двух круглых граней оснований, полученных вращением хорд вокруг своих середин. Размерными параметрами шарового слоя являются: *высота шарового слоя*, равная расстоянию между параллельными хордами его части круга, и *радиусы (диаметры) шарового слоя*, равные радиусам (диаметрам) граней его оснований (рис. 46д).

ШАРОВОЙ ПОЯС – кривая выпуклая поверхность шарового слоя, образованная вращением дуги его части круга. Размерный параметр *высоты шарового пояса* равен размеру высоты шарового слоя (рис. 46д).



*Рис. 47 Части сферы:
а) полусфера; б) сферический многоугольник;
в) сферический треугольник
г) сферический двуугольник*

ДВУУГОЛЬНИК СФЕРЫ – форма нелинейчатой неразвертываемой поверхности вращения, которая представляется как часть поверхности сферы, находящаяся между двух пересекающихся меридиан этой сферы (рис. 47б).

СФЕРИЧЕСКИЙ ТРЕУГОЛЬНИК – форма нелинейчатой неразвертываемой поверхности вращения, которая представляется как часть поверхности сферы, находящаяся между пересекающимися друг с другом двумя меридианами и пересекающей их параллелью (рис. 47г).

СФЕРИЧЕСКИЙ МНОГОУГОЛЬНИК – форма нелинейчатой неразвертываемой поверхности вращения, которая представляется как часть поверхности сферы ограниченной замкнутой ломаной линией (рис. 47в).

ГЛОБОИД – форма нелинейчатой неразвертываемой поверхности вращения, которая образуется вращением вокруг неподвижной оси вогнутой дуги окружности (рис. 48ж).

ТОР – форма нелинейчатой неразвертываемой замкнутой поверхности вращения четвертого порядка, которая может быть получена при вращении окружности вокруг неподвижной оси, лежащей в ее плоскости. В зависимости от расположения окружности относительно оси вращения различают следующие формы торов: *открытый тор*, *замкнутый тор*, *закрытый тор*, *тор «бочка»*, *тор «лимон»*, *тор «веретено»* (рис. 48).

ОТКРЫТЫЙ ТОР или КРУГОВОЕ КОЛЬЦО – форма замкнутой поверхности вращения, у которой образующая ее поверхность окружность не пересекается с ее осью вращения. Например, такую форму имеет хлебобулочное изделие – бублик. Внутренняя часть тора имеет форму глобоида (рис. 48а).

ЗАМКНУТЫЙ ТОР или САМОСОПРИКАСАЮЩИЙСЯ ТОР – форма замкнутой поверхности вращения, у которой образующая ее поверхность окружность пересекается с осью вращения тора в одной точке (рис. 48б).

ЗАКРЫТЫЙ ТОР или САМОПЕРЕСЕКАЮЩИЙСЯ ТОР – форма замкнутой поверхности вращения, у которой образующая ее поверхность окружность имеет две точки пересечения с осью вращения тора. Если центр окружности находится перед осью вращения тора, то закрытый тор будет иметь форму тор «яблоко» (рис. 48в), а если центр окружности за осью вращения, то – тор «лимон» (рис. 48д) или тор «веретено» (рис. 48е).

СЖАТЫЙ ЭЛЛИпсоид ВРАЩЕНИЯ – замкнутая поверхность вращения второго порядка, т. е. квадрика, форма которой образуется вращением эллипса вокруг его малой оси (рис. 43г). Название формы объясняется тем, что данную форму можно получить сжатием сферы относительно плоскости ее экватора.

ВЫТЯНУТЫЙ ЭЛЛИпсоид ВРАЩЕНИЯ – замкнутая поверхность вращения второго порядка,

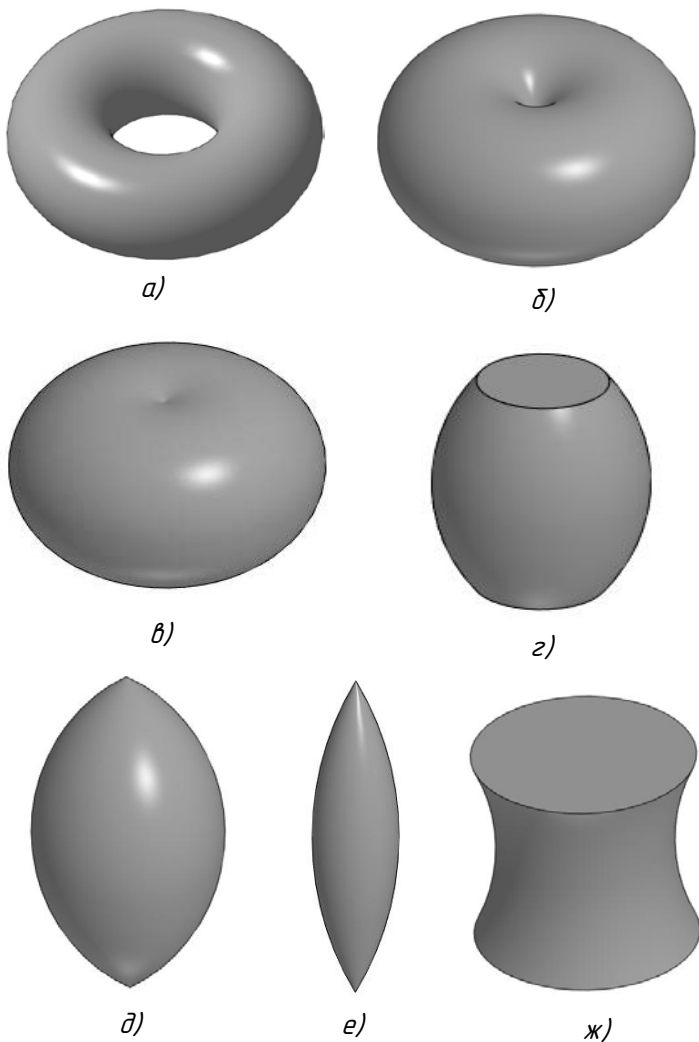


Рис. 48

*а) тор открытый; б) тор закрытый;
 в) тор замкнутый; г) тор «бочка»; д) тор «лимон»;
 е) тор «веретено»; ж) глобод*

т. е. квадрика, форма которой образуется вращением эллипса вокруг его большой оси (рис. 43д). Название формы объясняется тем, что данную форму можно получить растяжением сферы относительно плоскости ее экватора.

ДВУХПОЛОСТНЫЙ ГИПЕРБОЛОИД ВРАЩЕНИЯ – незамкнутая поверхность вращения второго порядка, т. е. квадрика, форма которой образуется вращением гиперболы вокруг ее действительной оси (рис. 43е). Гипербола представляет собой две симметричные кривые линии с ветвями, уходящими в бесконечность в двух асимптотических направлениях. При вращении этих кривых линии образуют две равные (конгруэнтные) формы, что и отражено в названии гиперboloида. Вместе с гиперболой вращаются ее асимптоты, которые образуют *асимптотический конус гиперboloида*. Двуполостный гиперboloид лежит внутри своего асимптотического конуса.

ОДНОПОЛОСТНЫЙ ГИПЕРБОЛОИД ВРАЩЕНИЯ – незамкнутая поверхность вращения второго порядка, т. е. квадрика, форма которой образуется вращением гиперболы вокруг ее мнимой оси (рис. 43ж). Гипербола представляет собой две симметричные кривые линии с ветвями, уходящими в бесконечность в двух асимптотических направлениях. Характерной особенностью данной формы является наличие горловой параллели, т. е. параллели с наименьшим диаметром, которую при вращении описывают вершины гиперболы. Вместе с гиперболой вращаются ее асимптоты, которые образуют *асимптотический конус гиперboloида*.

Асимптотический конус однополостного гиперboloида находится внутри его формы. Форма однополостного гиперboloида была применена инженером В.Г. Шуховым при строительстве радиомачты на Шаболовке в г. Москва. Конструкция радиомачты состоит из поставленных друг на друга гиперboloидов.

ПАРАБОЛОИД ВРАЩЕНИЯ – незамкнутая поверхность вращения второго порядка, т. е. квадрика, форма которой образуется при вращении параболы вокруг своей оси симметрии; это вариант формы поверхности вращения с круглым ребром основания (рис. 43з). Данная форма широко применяется при изготовлении прожекторов, фар, параболических антенн, т. к. зеркальная поверхность параболоида имеет особое (предсказуемое) свойство отражать световые лучи.

ЭЛЛИПТИЧЕСКИЙ ПАРАБОЛОИД – сжатая квадратика вращения, форму которой можно представить как сжатие параболоида вращения к плоскости фронтального (главного) меридиана. При таком сжатии поверхности вращения параболоида круглое ребро ее основания меняет свою форму на эллипс.

ВИНТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – поверхность, образование формы которой понимается как винтовое перемещение (движение) прямой или кривой линии. Для винтового перемещения характерно одновременное равномерное вращение вокруг оси и равномерное прямолинейное движение параллельно этой оси. В зависимости от направления движения различают винтовые поверхности с *правым* и *левым ходом*. В

зависимости от формы образующей поверхность линии различают *линейчатые* и *нелинейчатые винтовые поверхности* (рис. 49, рис 50, рис. 52, рис. 53, рис. 54). Основными параметрами винтовой поверхности являются ее *шаг и виток*.

ХОД ВИНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ – направление движения винтового перемещения поверхности от наблюдателя. Различают *винтовые поверхности с правым* и *левым ходом*.

ВИНТОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ С ЛЕВЫМ ХОДОМ – винтовые поверхности, образованные равномерным поступательным подъемом по винтовой направляющей линии влево от наблюдателя.

ВИНТОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ С ПРАВЫМ ХОДОМ – винтовые поверхности, образованные равномерным поступательным подъемом по винтовой направляющей линии вправо от наблюдателя.

ЛИНЕЙЧАТАЯ ВИНТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – форма винтовой поверхности, получаемая равномерным поступательным винтовым перемещением прямой образующей ее линии (рис. 49; рис. 50в).

НЕЛИНЕЙЧАТАЯ ВИНТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – форма винтовой поверхности, получаемая равномерным поступательным винтовым перемещением образующей ее кривой линии (рис. 50а, б; рис. 52; рис. 53; рис. 55).

ШАГ ВИНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ – прямолинейное расстояние, которое пройдет при своем вращении образующая винтовую поверхность прямая или кривая линия за один оборот вокруг оси.

ВИТОК ВИНТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ – часть линейчатой или нелinearчатой винтовой поверхности, образованная винтовым движением за один оборот вокруг ее оси вращения.

ГЕЛИКОИД – форма линейчатой винтовой поверхности, образованная винтовым движением прямой линии. В зависимости от положения образующей прямой линии относительно оси вращения направляющей винтовой линии различают *прямые* и *наклонные*, а также *закрытые* и *открытые геликоиды* (рис. 49). Геликоиды имеют широкое использование в технике и инженерных конструкциях. Например, геликоидальную форму в своей основе имеют: сверла, винты, шнеки, винтовые лестницы, наклонные выезды для автомобилей, винтовые транспортеры, бурильно-крановые машины для транспортировки сыпучих материалов и т. д.

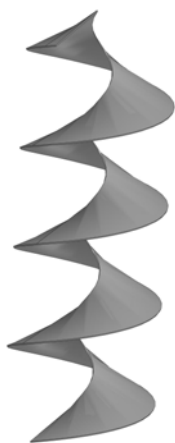
ПРЯМОЙ ГЕЛИКОИД – форма линейчатой винтовой поверхности, у которой образующая ее прямая линия, одновременно вращаясь вокруг оси геликоида и поступательно перемещаясь по винтовой направляющей, всегда расположена перпендикулярно этой оси вращения геликоида. Различают *открытый* и *закрытый прямые геликоиды* (рис. 49а, б)



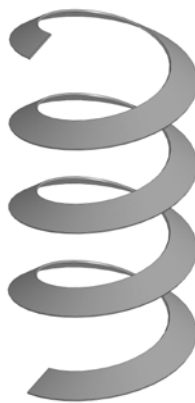
a)



б)



в)



г)

*Рис. 49 Геликоиды:
а) прямой закрытый; б) прямой открытый;
в) наклонный закрытый; г) наклонный открытый*

НАКЛОННЫЙ ГЕЛИКОИД или **КОСОЙ ГЕЛИКОИД** – форма линейчатой винтовой поверхности, у которой образующая ее прямая линия, одновременно вращаясь вокруг оси геликоида и поступательно перемещаясь по винтовой направляющей, находится относительно этой оси под углом не равным 90° . Различают *открытый и закрытый наклонные геликоиды* (рис. 49в, г).

ЗАКРЫТЫЙ ГЕЛИКОИД – форма линейчатой винтовой поверхности, у которой образующая ее прямая линия, одновременно вращаясь вокруг оси геликоида и поступательно перемещаясь по винтовой линии, пересекает ось вращения этого геликоида. Различают *прямой и наклонный закрытые геликоиды* (рис. 49а, в).

ОТКРЫТЫЙ ГЕЛИКОИД – форма линейчатой винтовой поверхности, у которой образующая ее прямая линия, одновременно вращаясь вокруг оси геликоида и поступательно перемещаясь по винтовой линии, не пересекает ось вращения этого геликоида, т.е. находится на каком-либо расстоянии от нее. Различают *прямые и наклонные открытые геликоиды* (рис. 49б, г).

ЭКСЦЕНТРИСИТЕТ ГЕЛИКОИДА или **ПЛЕЧО ГЕЛИКОИДА** – расстояние между осью винтового вращения открытого геликоида и ближайшей точкой образующей его форму прямой линии (рис. 49б, г).

ВИНТОВАЯ ЛЕНТА – форма линейчатой винтовой поверхности, которая образуется равномерным винтовым перемещением по поверхности цилиндра прямой линии, находящейся параллельно его оси (рис. 50).

ВИНТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ С КРИВОЛИНЕЙНОЙ ОБРАЗУЮЩЕЙ – форма нелинейчатой винтовой поверхности, которая образуется равномерным винтовым перемещением кривой линии. Различают *закрытую и открытую винтовые поверхности с криволинейной образующей*.

ЗАКРЫТАЯ ВИНТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ С КРИВОЛИНЕЙНОЙ ОБРАЗУЮЩЕЙ – нелинейчатая винтовая поверхность, форма которой образуется равномерным поступательным вращением отрезка кривой линии по винтовой линии и ее оси (рис. 50б).

ОТКРЫТАЯ ВИНТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ С КРИВОЛИНЕЙНОЙ ОБРАЗУЮЩЕЙ – нелинейчатая винтовая поверхность, форма которой образуется равномерным винтовым перемещением отрезка кривой линии, не пересекая при этом ось вращения, т. е. находясь от нее на некотором расстоянии (рис. 50а).

КОНОИД – форма линейчатой поверхности с плоскостью параллелизма, образуемая перемещением прямой линии, параллельной во всех своих положениях некоторой плоскости, по двум направляющим линиям, одна из которых прямой формы (рис. 50г).

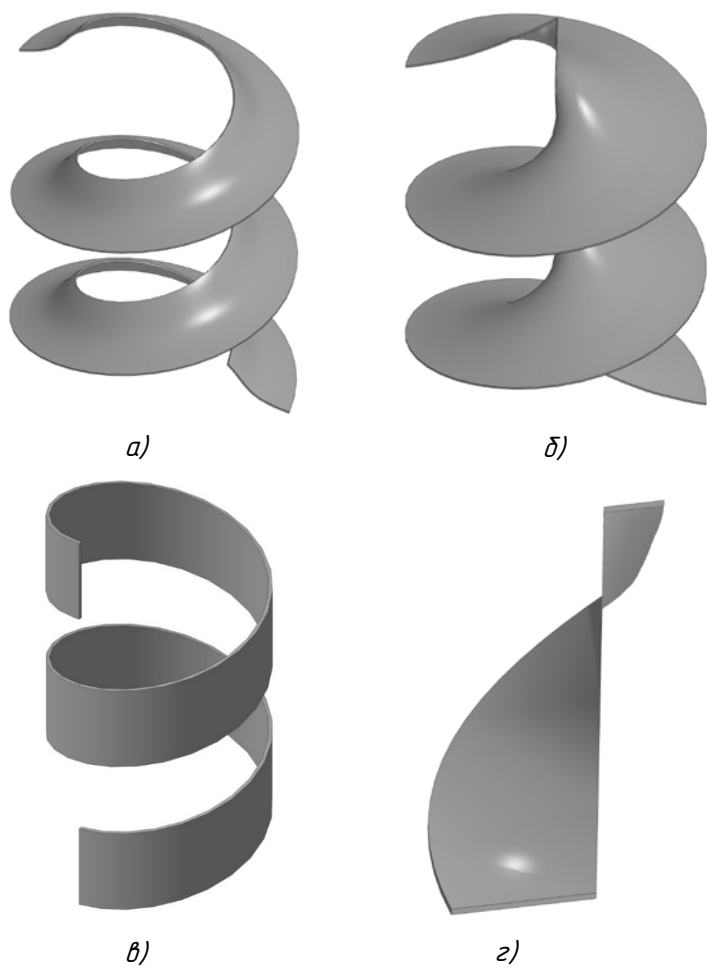


Рис. 50
а) открытая винтовая поверхность с криволинейной образующей; б) закрытая винтовая поверхность с криволинейной образующей; в) винтовая лента; г) конус

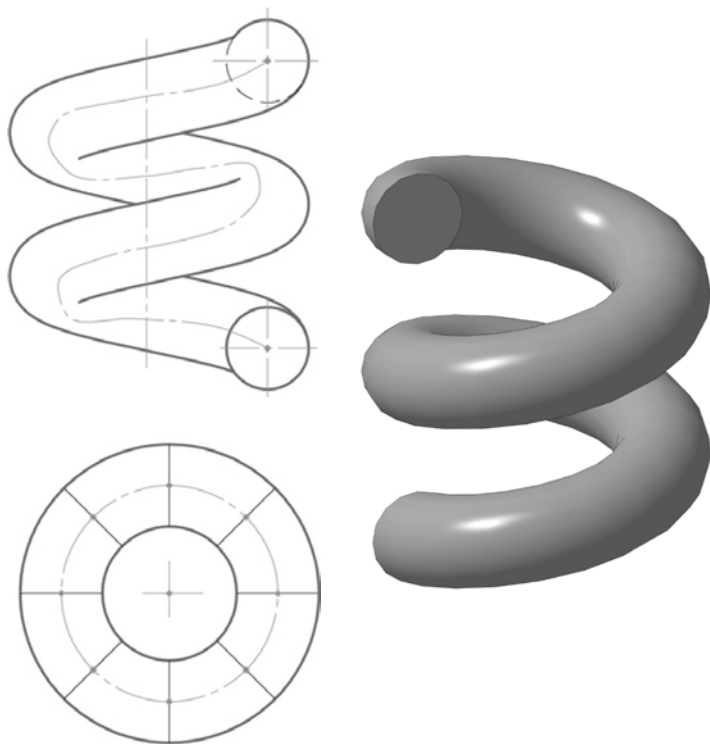


Рис. 51 Винтовой тор

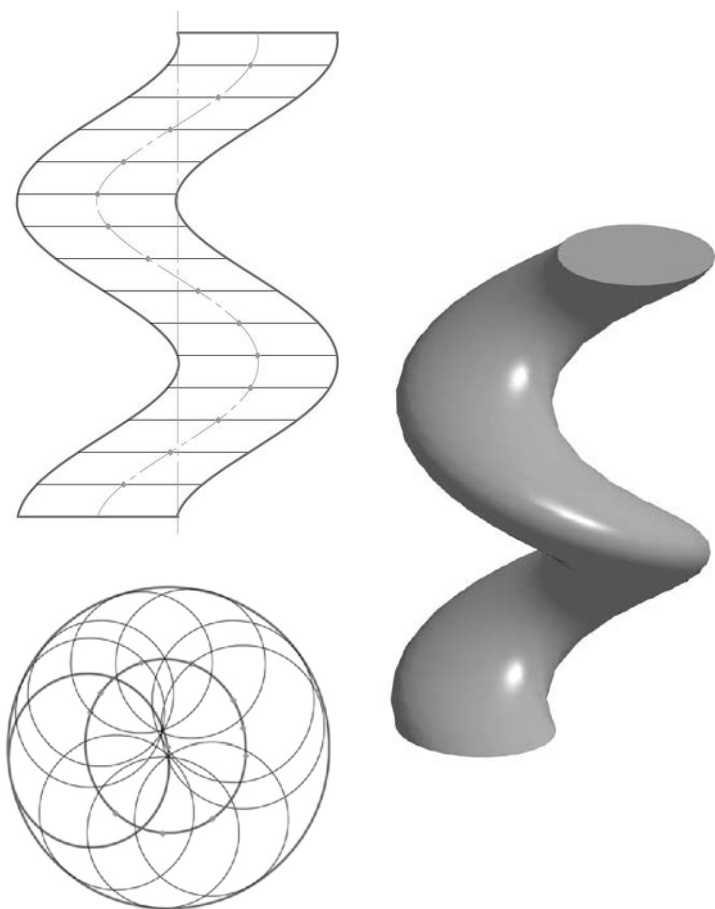


Рис. 52 Винтовой столб

ВИНТОВОЙ ТОР – нелинейчатая винтовая поверхность, форму образования которой можно представить как перемещение окружности с поступательным движением ее центра по винтовой линии, когда ось винтового вращения находится в одной плоскости с плоскостью окружности (рис. 51).

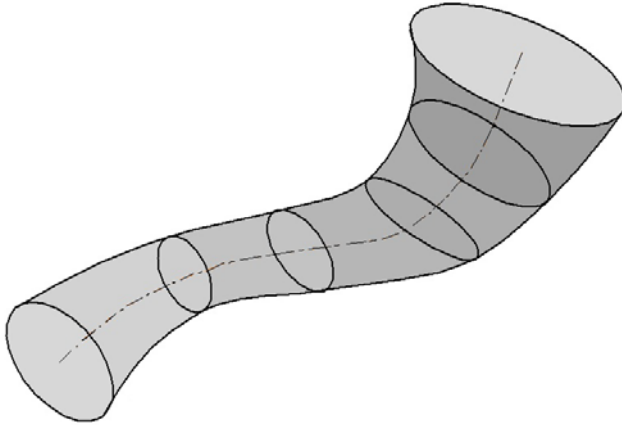
ВИНТОВОЙ СТОЛБ – нелинейчатая винтовая поверхность, форму образования которой можно представить как перемещение окружности с поступательным движением ее центра по винтовой линии, когда плоскость окружности движется, оставаясь перпендикулярной оси винтового вращения. Например, если ось винтового вращения находится вертикально, то тогда перпендикулярная ей плоскость образующей винтовую поверхность окружности – горизонтально (рис. 52).

ТРУБЧАТАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – нелинейчатая поверхность, форма которой образуется движением окружности постоянного диаметра по криволинейной направляющей линии, при котором плоскость образующей окружности все время остается перпендикулярной к направляющей движению линии (рис. 53а).

ВИНТОВАЯ ТРУБЧАТАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – нелинейчатая винтовая поверхность, форма которой образуется равномерным поступательным движением по винтовой направляющей линии, перпендикулярной ей плоскости окружности неизменного диаметра. Различают *закрытую и открытую винтовые трубчатые поверхности* (рис. 54).

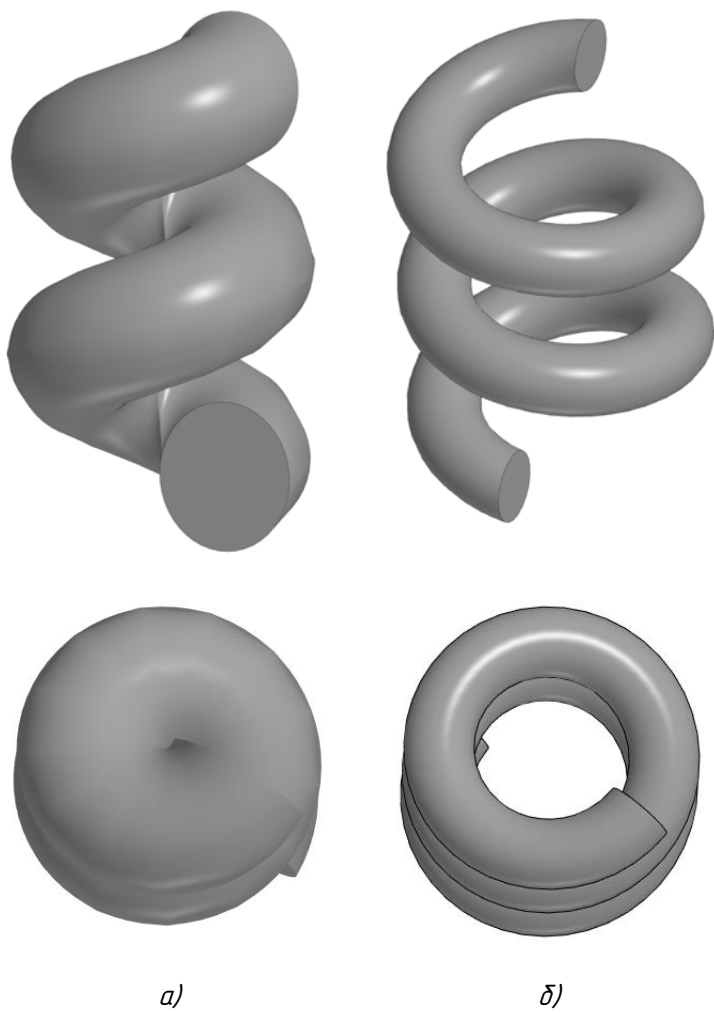


a)



б)

Рис. 53
а) трубчатая поверхность;
б) циклическая поверхность



*Рис. 54 Винтовые трубчатые поверхности:
а) закрытая; б) открытая*

ЗАКРЫТАЯ ВИНТОВАЯ ТРУБЧАТАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – нелинейчатая винтовая поверхность, форма которой образуется равномерным поступательным движением центра окружности неизменного диаметра по винтовой направляющей линии перпендикулярно ей, одной точкой скользя по ее оси вращения (рис. 54а).

ОТКРЫТАЯ ВИНТОВАЯ ТРУБЧАТАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – нелинейчатая винтовая поверхность, форма которой образуется равномерным поступательным движением центра окружности неизменного диаметра по винтовой направляющей линии перпендикулярно ей, не пересекая при этом ее ось вращения, т. е. находясь от нее на некотором расстоянии (рис. 54б).

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – нелинейчатая кривая поверхность, форма которой образуется движущейся окружностью монотонно меняющей размер своего диаметра, центр которой перемещается по криволинейной направляющей линии (рис. 53б).

ТЕМАТИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА ЛИНИЙ	5
Прямая форма ребер и линий, их пространственное положение	5
Линия.....	5
Линии чертежа.....	5
Отрезок.....	5
Конец отрезка.....	5
Ломаная линия.....	5
Вершина ломаной линии.....	5
Замкнутая ломаная линия.....	8
Ребро.....	8
Прямая линия.....	8
Прямая линия общего положения.....	8
Восходящая прямая линия общего положения.....	10
Восходящая вправо прямая общего положения.....	10
Восходящая влево прямая общего положения.....	10
Нисходящая прямая линия общего положения.....	10
Нисходящая вправо линия общего положения.....	10
Нисходящая влево линия общего положения.....	10
Прямая линия частного положения.....	10
Проецирующая прямая линия.....	10
Горизонтально проецирующая прямая линия.....	11
Фронтально проецирующая прямая линия.....	11
Профильно проецирующая прямая линия.....	11
Прямая линия уровня.....	11
Горизонтальная прямая линия уровня.....	11
Горизонталь.....	11
Фронтальная прямая линия уровня.....	11
Фронталь.....	11
Профильная прямая линия уровня.....	11
Восходящая профильная прямая линия уровня.....	11
Нисходящая профильная прямая линия уровня.....	11
Линия нулевого уровня.....	13

Параллельные прямые линии уровня.....	13
Пересекающиеся прямые линии уровня.....	13
Скрещивающиеся прямые линии уровня.....	13
Кривая форма линий и их геометрические построения.....	16
Кривая линия.....	16
Плоская кривая линия.....	16
Циркульная кривая линия.....	17
Коробовая кривая линия.....	17
Овал.....	17
Открытый овал.....	17
Замкнутый овал.....	17
Закрытый овал.....	17
Овоид.....	17
Завиток.....	19
Лекальные кривые линии.....	19
Аналитически закономерные кривые линии.....	22
Алгебраические кривые линии.....	22
Трансцендентные кривые линии.....	22
Коники.....	23
Конические сечения.....	23
Эллипс.....	23
Гипербола.....	24
Парабола.....	26
Окружность.....	28
Радиус окружности.....	28
Диаметр окружности.....	28
Хорда окружности.....	30
Дуга окружности.....	30
Циклические кривые линии.....	30
Циклоида.....	30
Эпициклоида.....	30
Гипоциклоида.....	32
Синусоида.....	32
Эвольвента окружности.....	32

Спираль.....	33
Спираль Архимеда.....	33
Пространственная кривая линия.....	33
Винтовая линия.....	35
Шаг винтовой линии.....	35
Виток винтовой линии.....	35
Ход винтовой линии.....	36
Винтовая линия с левым ходом.....	36
Винтовая линия с правым ходом.....	36
Цилиндрическая винтовая линия.....	36
Гелиса.....	36
Коническая винтовая линия.....	38
ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА	
ПЛОСКИХ ФИГУР.....	40
Геометрические фигуры, ограниченные ломаными	
линиями.....	40
Геометрическая фигура.....	40
Многоугольник.....	40
Выпуклый многоугольник.....	40
Вогнутый многоугольник.....	40
Выпуклые правильные многоугольники.....	42
Равносторонние геометрические фигуры.....	42
Сторона многоугольника.....	42
Соседняя сторона многоугольника.....	42
Противоположная сторона многоугольника.....	42
Противолежащая сторона многоугольника.....	42
Вершина многоугольника.....	42
Соседние вершины многоугольника.....	43
Противоположные вершины многоугольника.....	43
Противолежащие вершины многоугольника.....	43
Диагональ многоугольника.....	43
Угол многоугольника.....	43
Треугольник.....	43
Высота треугольника.....	44
Ортоцентр треугольника.....	47

Медиана треугольника.....	47
Центроид треугольника.....	47
Центр тяжести треугольника.....	47
Биссектриса треугольника.....	47
Центр вписанной в треугольник окружности.....	47
Медиатриса треугольника.....	50
Серединный перпендикуляр треугольника.....	50
Центр описанной около треугольника окружности.....	50
Средняя линия треугольника.....	50
Замечательные линии треугольника.....	50
Замечательные точки треугольника.....	52
Равносторонний треугольник.....	52
Равнобедренный треугольник.....	54
Прямоугольный треугольник.....	54
Катеты прямоугольного треугольника.....	54
Гипотенуза прямоугольного треугольника.....	54
Остроугольный треугольник.....	57
Тупоугольный треугольник.....	57
Параллелограмм.....	57
Основание параллелограмма.....	60
Высота параллелограмма.....	60
Диагональ параллелограмма.....	60
Прямоугольник.....	60
Квадрат.....	61
Ромб.....	61
Трапеция.....	61
Основания трапеции.....	63
Боковые стороны трапеции.....	63
Высота трапеции.....	63
Средняя линия трапеции.....	63
Равнобокая трапеция.....	63
Равнобокая трапеция.....	63
Разнобокая трапеция.....	65
Прямоугольная трапеция.....	65

Геометрические фигуры, ограниченные циркулярными кривыми линиями	65
Круг.....	65
Диаметр круга.....	65
Радиус круга.....	65
Сектор круга.....	65
Круговой сектор.....	65
Квадрант круга.....	66
Центральный угол сектора круга.....	66
Центральный угол кругового сектора.....	66
Сегмент круга.....	66
Круговой сегмент.....	66
Хорда кругового сегмента.....	66
Высота кругового сегмента.....	66
Полукруг.....	66
Круговое кольцо.....	66
ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ФОРМА ТЕЛ	68
Геометрическое тело.....	68
Поверхность.....	68
Каркас поверхности.....	68
Линейчатые поверхности.....	68
Нелинейчатые поверхности.....	68
Геометрические тела, ограниченные замкнутой гранной поверхностью	69
Гранная поверхность.....	69
Многогранник.....	69
Грань многогранника.....	69
Ребро многогранника.....	70
Вершина многогранника.....	70
Многогранный угол.....	70
Выпуклый многогранный угол.....	70
Двугранный угол.....	70
Плоский угол многогранного угла.....	70
Выпуклый многогранник.....	70
Вогнутый многогранник.....	72

Правильный многогранник.....	72
Правильные тела Платона.....	72
Тетраэдр.....	72
Правильная трехгранная пирамида.....	72
Гексаэдр.....	73
Куб.....	73
Октаэдр.....	73
Правильная выпуклая четырехгранная бипирамида.....	73
Додекаэдр.....	73
Икосаэдр.....	73
Полуправильный многоугольник.....	76
Призма.....	76
Основания призмы.....	76
Боковые грани призмы.....	76
Боковая поверхность призмы.....	76
Высота призмы.....	76
Прямая призма.....	76
Правильная прямая призма.....	77
Наклонная призма.....	77
Усеченная призма.....	77
Призма Архимеда.....	77
Параллелепипед.....	77
Прямо́й параллелепипед.....	77
Прямоугольный параллелепипед.....	79
Наклонный параллелепипед.....	79
Пирамида.....	79
Высота пирамиды.....	79
Правильная пирамида.....	79
Апофема правильной пирамиды.....	79
Прямая пирамида.....	81
Наклонная пирамида.....	81
Полная пирамида.....	81
Усеченная пирамида.....	81
Правильная усеченная пирамида.....	81
Апофема правильной усеченной пирамиды.....	83

Высота усеченной пирамиды.....	83
Бипирамида.....	83
Выпуклая бипирамида.....	83
Вогнутая бипирамида.....	83
Правильная бипирамида.....	83
Неправильная бипирамида.....	83
Трапециод.....	85
Основание трапециода.....	85
Высота трапециода.....	85
Призматод.....	85
Антипризма.....	85
Прямая антипризма.....	85
Антипризма Архимеда.....	88
Клин.....	88
Обелиск.....	88
Правильные звездчатые многогранники.....	88
Геометрические тела, ограниченные	
поверхностями вращения	88
Поверхность вращения.....	88
Линейчатая поверхность вращения.....	88
Нелинейчатая поверхность вращения.....	88
Развертываемая поверхность вращения.....	91
Неразвертываемая поверхность вращения.....	91
Параллель.....	91
Экватор.....	91
Горло.....	91
Меридиан.....	91
Меридиональная плоскость.....	91
Главный меридиан.....	92
Профильный меридиан.....	92
Геодезические линии.....	92
Квадрики.....	95
Сжатые квадрики вращения.....	95
Цилиндр.....	95
Круговой цилиндр.....	95

Цилиндрическая поверхность.....	95
Боковая поверхность цилиндра.....	95
Основание цилиндра.....	95
Прямой круговой цилиндр.....	95
Наклонный круговой цилиндр.....	96
Наклонный цилиндр.....	96
Усеченный цилиндр.....	96
Отрезок цилиндра.....	96
«Копыто».....	96
Эллиптический цилиндр.....	96
Полуцилиндр.....	98
Конус.....	98
Прямой круговой конус.....	98
Прямой конус.....	98
Наклонный круговой конус.....	99
Наклонный конус.....	99
Усеченный круговой конус.....	99
Усеченный конус.....	99
Эллиптический конус.....	99
Полуконус.....	101
Шар.....	101
Сфера.....	101
Полушар.....	101
Полушарие.....	101
Высота полушария.....	102
Полусфера.....	102
Высота полусферы.....	102
Шаровой сегмент.....	102
Сегментная поверхность.....	102
Высота сегментной поверхности.....	102
Шаровой сектор.....	104
Шаровой слой.....	104
Высота шарового слоя.....	104
Радиус (диаметр) шарового слоя.....	104
Шаровой пояс.....	104

Высота шарового пояса.....	104
Двуугольник сферы.....	106
Сферический треугольник.....	106
Сферический многоугольник.....	106
Глобoid.....	106
Тор.....	106
Открытый тор.....	107
Круговое кольцо.....	107
Замкнутый тор.....	107
Самосоприкасающийся тор.....	107
Закрытый тор.....	107
Самопересекающийся тор.....	107
Сжатый эллипсоид вращения.....	107
Вытянутый эллипсоид вращения.....	107
Двуполостный гиперболоид вращения.....	109
Асимптотический конус гиперболоида.....	109
Однополостный гиперболоид вращения.....	109
Параболоид вращения.....	110
Эллиптический параболоид.....	110
Винтовая поверхность.....	110
Ход винтовой поверхности.....	111
Винтовая поверхность с правым ходом.....	111
Винтовая поверхность с левым ходом.....	111
Линейчатые винтовые поверхности.....	111
Нелинейчатые винтовые поверхности.....	111
Шаг винтовой поверхности.....	112
Виток винтовой поверхности.....	112
Геликоид.....	112
Прямой геликоид.....	112
Наклонный геликоид.....	114
Косой геликоид.....	114
Закрытый геликоид.....	114
Открытый геликоид.....	114
Эксцентриситет геликоида.....	114
Плечо геликоида.....	114

Винтовая лента.....	115
Винтовая поверхность с криволинейной образующей.....	115
Закрытая винтовая поверхность с криволинейной образующей.....	115
Открытая винтовая поверхность с криволинейной образующей.....	115
Коноид.....	115
Винтовой тор.....	119
Винтовой столб.....	119
Трубчатая поверхность.....	119
Винтовая трубчатая поверхность.....	119
Закрытая винтовая трубчатая поверхность.....	122
Открытая винтовая трубчатая поверхность.....	122
Циклическая поверхность.....	122

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Алгебраические кривые линии.....	22
Аналитически закономерные кривые линии.....	22
Антипризма.....	85
Антипризма Архимеда.....	88
Апофема правильной пирамиды.....	79
Апофема правильной усеченной пирамиды.....	83
Асимптотический конус гиперboloида.....	109
Бипирамида.....	83
Биссектриса треугольника	47
Боковые грани призмы.....	76
Боковая поверхность призмы.....	76
Боковая поверхность цилиндра.....	95
Боковые стороны трапеции.....	63
Вершина ломаной линии.....	5
Вершина многогранника.....	70
Вершина многоугольника.....	42
Винтовая лента.....	115

Винтовая линия.....	35
Винтовая линия с левым ходом.....	36
Винтовая линия с правым ходом.....	36
Винтовая поверхность.....	110
Винтовая поверхность с правым ходом.....	111
Винтовая поверхность с левым ходом.....	111
Винтовая поверхность с криволинейной образующей.....	115
Винтовой столб.....	119
Винтовая трубная поверхность.....	119
Винтовой тор.....	119
Виток винтовой линии.....	35
Виток винтовой поверхности.....	112
Вогнутая бипирамида.....	83
Вогнутый многоугольник.....	40
Вогнутый многогранник.....	72
Восходящая прямая линия общего положения.....	10
Восходящая вправо прямая линия общего положения.....	10
Восходящая влево прямая линия общего положения.....	10
Восходящая профильная прямая линия уровня.....	11
Выпуклая бипирамида.....	83
Выпуклый многоугольник.....	40
Выпуклый многогранный угол.....	70
Выпуклый многогранник.....	72
Выпуклые правильные многоугольники.....	42
Высота трапецоида.....	85
Высота полушария.....	102
Высота полусферы.....	102
Высота треугольника.....	44
Высота параллелограмма.....	60
Высота трапеции.....	63
Высота кругового сегмента.....	66
Высота призмы.....	76
Высота пирамиды.....	79
Высота усеченной пирамиды.....	83

Высота сегментной поверхности.....	102
Высота шарового слоя.....	104
Высота шарового пояса.....	104
Вытянутый эллипсоид вращения.....	107
Гексаэдр.....	73
Геликоид.....	112
Гелиса.....	36
Геодезические линии.....	92
Геометрическая фигура.....	40
Геометрическое тело.....	68
Гипербола.....	24
Гипотенуза.....	54
Гипоциклоида.....	32
Главный меридиан.....	92
Глобоид.....	106
Горизонтально проецирующая прямая линия.....	11
Горизонтальная прямая линия уровня.....	11
Горизонталь.....	11
Горло.....	91
Гранная поверхность.....	69
Грань многогранника.....	69
Двугранный угол.....	70
Двуполостный гиперболоид вращения.....	109
Двуугольник сферы.....	106
Диагональ многоугольника.....	43
Диагональ параллелограмма.....	60
Диаметр окружности.....	28
Диаметр круга.....	65
Додекаэдр.....	73
Дуга окружности.....	30
Завиток.....	19
Закрытый геликоид.....	114
Закрытый овал.....	17
Закрытый тор.....	107
Закрытая винтовая трубчатая поверхность.....	122

Закрытая винтовая поверхность с криволинейной образующей.....	115
Замечательные линии треугольника.....	50
Замечательные точки треугольника.....	52
Замкнутая ломаная линия.....	8
Замкнутый овал.....	17
Замкнутый тор.....	107
Икосаэдр	73
Каркас поверхности	68
Катеты прямоугольного треугольника.....	54
Квадрант круга.....	66
Квадрат.....	61
Квадрики.....	95
Клин.....	88
Конец отрезка.....	5
Коники.....	23
Конические сечения.....	23
Коническая винтовая линия.....	38
Конус.....	98
Коноид.....	115
«Копыто».....	96
Коробовая кривая линия.....	17
Косой геликоид.....	114
Кривая линия.....	16
Круг.....	65
Круговой сектор.....	65
Круговой сегмент.....	66
Круговое кольцо.....	66; 107
Круговой цилиндр.....	95
Куб.....	73
Лекальные кривые линии.....	19
Линия.....	5
Линии чертежа.....	5
Линия нулевого уровня.....	13
Линейчатая поверхность.....	68

Линейчатая поверхность вращения.....	88
Линейчатые винтовые поверхности.....	111
Ломаная линия.....	5
Медиана треугольника.....	47
Медиатриса треугольника.....	50
Меридиан.....	91
Меридиональная плоскость.....	91
Многоугольник.....	40
Многогранник.....	69
Многогранный угол.....	70
Наклонный геликоид.....	114
Наклонный конус.....	99
Наклонный круговой конус.....	99
Наклонный круговой цилиндр.....	96
Наклонный параллелепипед.....	79
Наклонная пирамида.....	81
Наклонная призма.....	77
Наклонный цилиндр.....	96
Нелинейчатая винтовая поверхность.....	111
Нелинейчатая поверхность.....	68
Нелинейчатая поверхность вращения.....	88
Неправильная бипирамида.....	83
Неразвертываемая поверхность вращения.....	91
Нисходящая влево линия общего положения.....	10
Нисходящая вправо линия общего положения.....	10
Нисходящая прямая линия общего положения.....	10
Нисходящая профильная прямая линия уровня.....	11
Обелиск	88
Овал.....	17
Овоид.....	17
Однополостный гиперboloид вращения.....	109
Окружность.....	28
Октаэдр.....	73
Ортоцентр треугольника.....	47

Основание параллелограмма.....	60
Основание трапецоида.....	85
Основания трапеции.....	63
Основания призмы.....	76
Основание цилиндра.....	95
Остроугольный треугольник.....	57
Открытая винтовая трубчатая поверхность.....	122
Открытая винтовая поверхность с криволинейной образующей.....	115
Открытый геликоид.....	114
Открытый овал.....	17
Открытый тор.....	107
Отрезок.....	5
Отрезок цилиндра.....	96
Парабола.....	26
Параболоид вращения.....	110
Параллель.....	91
Параллелепипед.....	77
Параллелограмм.....	57
Параллельные прямые линии уровня.....	13
Пересекающиеся прямые линии уровня.....	13
Пирамида.....	79
Поверхность.....	68
Поверхность вращения.....	88
Полная пирамида.....	81
Полуконус.....	101
Полукруг.....	66
Полуправильный многогранник.....	76
Полусфера.....	102
Полуцилиндр.....	98
Полушар.....	101
Полушарие.....	101
Плечо геликоида.....	114
Плоская кривая линия.....	16
Плоский угол многогранного угла.....	70

Правильная бипирамида.....	83
Правильная выпуклая четырехгранная бипирамида.....	73
Правильные звездчатые многогранники.....	88
Правильный многогранник.....	72
Правильная пирамида.....	79
Правильная прямая призма.....	77
Правильные тела Платона.....	72
Правильная трехгранная пирамида.....	72
Правильная усеченная пирамида.....	81
Призма.....	76
Призма Архимеда.....	77
Призматойд.....	85
Проецирующая прямая линия.....	10
Пространственная кривая линия.....	33
Противолежащая сторона многоугольника.....	42
Противолежащие вершины многоугольника.....	43
Противоположная сторона многоугольника.....	42
Противоположные вершины многоугольника.....	43
Профильная прямая линия уровня.....	11
Профильный меридиан.....	92
Профильно проецирующая прямая линия.....	11
Прямая антипризма.....	85
Прямая линия.....	8
Прямая линия общего положения.....	8
Прямая линия уровня.....	11
Прямая линия частного положения.....	10
Прямая пирамида.....	81
Прямая призма.....	76
Прямой геликоид.....	112
Прямой круговой цилиндр.....	96
Прямой круговой конус.....	98
Прямой конус.....	98
Прямой параллелепипед.....	77
Прямоугольная трапеция.....	65

Прямоугольник.....	60
Прямоугольный параллелепипед.....	79
Прямоугольный треугольник.....	54
Равнобедренный треугольник.....	54
Равнобокая трапеция.....	63
Равнобочная трапеция.....	63
Равносторонние геометрические фигуры.....	42
Равносторонний треугольник.....	52
Радиус круга.....	65
Радиус (диаметр) шарового слоя.....	104
Радиус окружности.....	28
Развертываемая поверхность вращения.....	91
Разнобокая трапеция.....	65
Ребро.....	8
Ребро многогранника.....	70
Ромб.....	61
Самопересекающийся тор.....	107
Самосоприкасающийся тор.....	107
Сегмент круга.....	66
Сегментная поверхность.....	102
Сектор круга.....	65
Серединный перпендикуляр треугольника.....	50
Сжатые квадратики вращения.....	95
Сжатый эллипсоид вращения.....	107
Синусоида.....	32
Скрещивающиеся прямые линии уровня.....	13
Соседние вершины многоугольника.....	43
Соседняя сторона многоугольника.....	42
Спираль.....	33
Спираль Архимеда.....	33
Сторона многоугольника.....	42
Средняя линия трапеции.....	63
Средняя линия треугольника.....	50
Сфера.....	101
Сферический многоугольник.....	106

Сферический треугольник.....	106
Тетраэдр.....	72
Тор.....	106
Трансцендентные кривые линии.....	22
Трапеция.....	61
Трапециод.....	85
Треугольник.....	43
Трубчатая поверхность.....	119
Тупоугольный треугольник.....	57
Угол многоугольника.....	43
Усеченная призма.....	77
Усеченная пирамида.....	81
Усеченный цилиндр.....	96
Усеченный круговой конус.....	99
Усеченный конус.....	99
Фронталь	11
Фронтальная прямая линия уровня.....	11
Фронтально проецирующая прямая линия.....	11
Ход винтовой линии.....	36
Ход винтовой поверхности.....	111
Хорда кругового сегмента.....	66
Хорда окружности.....	30
Центральный угол кругового сектора.....	66
Центральный угол сектора круга.....	66
Центр вписанной в треугольник окружности.....	47
Центр описанной около треугольника окружности.....	50
Центроид треугольника.....	47
Центр тяжести треугольника.....	47
Циклические кривые линии.....	30
Циклическая поверхность.....	122
Циклоида.....	30
Цилиндр.....	95
Цилиндрическая винтовая линия.....	36
Цилиндрическая поверхность.....	95

Циркульная кривая линия.....	17
Шаг винтовой линии.....	35
Шаг винтовой поверхности.....	112
Шар.....	101
Шаровой сегмент.....	102
Шаровой сектор.....	104
Шаровой слой.....	104
Шаровой пояс.....	104
Эвольвента окружности.....	32
Экватор.....	91
Эксцентриситет геликоида.....	114
Эллипс.....	23
Эллиптический конус.....	99
Эллиптический параболоид.....	110
Эллиптический цилиндр.....	96
Эпициклоида.....	30

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александров А.Д., Вернер А.Л., Рыжик В.И. Геометрия для 10–11 классов: Учеб. пособие для учащихся шк. И классов с углубл. изуч. математики. – М.; Просвещение, 1994.

2. Бескин Л.Н. Стереометрия: Пособие для учителей сред. шк. – М.; Просвещение, 1960.

3. Бронштейн И.Н., Семендряев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – М.; Наука, 1986.

4. Бубенников А.В., Громов М.Я. Начертательная геометрия: Учеб. – М.; Высш. шк., 1973.

5. Выгодский М.Я. Справочник по элементарной математике: Санкт-Петербург, 1994.

6. Гусев В.А., Мордкович А.Г. Математика: Справ. материалы. – М.; Просвещение, 1988.

7. Дадаян А.А. Основы черчения и инженерной графики: Геометрические построения на плоскости и в пространстве: учеб. пособие. – М.; Форум: инфра-м, 2007.

8. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение: Учеб. – М.; Высш. шк., 1994.

9. Математика в понятиях, определениях и терминах. Пособие для учителей. Под ред. Л.В. Сабинина. М.; Просвещение, 1978.

10. Методика обучения геометрии: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений; под ред. В.А. Гусева. – М.; Издат.центр «Академия», 2004.

11. Пеклич В.А. Начертательная геометрия. – М.: Изд-во АСВ, 2000.

12. Тарасов Б.Ф., Дудкина Л.А., Немолотов С.О. Начертательная геометрия. – СПб.: Изд-во «Лань», 2001.

13. Фролов С.А. Начертательная геометрия: Учеб. для втузов. – М.: Машиностроение, 1983.

14. Цыпкин А.Г. Справочник по математике для средней школы. – М.: Наука, 1980.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Геометрическая форма линий	5
Прямая форма линий и ребер, их пространственное положение.....	5
Кривая форма линий и их геометрические построения.....	16
Геометрическая форма плоских фигур	40
Геометрические фигуры, ограниченные ломаными линиями.....	40
Геометрические фигуры, ограниченные циркульными кривыми линиями.....	65
Геометрическая форма тел.....	68
Геометрические тела, ограниченные замкнутой гранной поверхностью.....	69
Геометрические тела, ограниченные поверхностями вращения.....	88
Тематический указатель	123
Алфавитный указатель	132
Библиографический список	142

Учебное издание

Торхова Елена Константиновна

**Геометрическая форма:
основные понятия,
термины и определения**

Учебное пособие

Авторская редакция

Отпечатано с оригинал-макета заказчика

Подписано в печать 09.06.2021. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. .

Тираж 100 экз. Заказ № 1168.

Издательский центр «Удмуртский университет»
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 4, каб. 207.
Тел./факс: (3412) 500-295 E-mail: editorial@udsu.ru

Типография Издательского центра
«Удмуртский университет»
426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 2.
Тел. 68-57-18