МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА»
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по инженерной графике
ВЫЧЕРЧИВАНИЕ КОНТУРОВ
ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

по специальности 26.02.02 «Судостроение»

Владивосток 2022

Методические указания по выполнению чертежей для студентов специальности 26.02.02 Судостроение Колледжа сервиса и дизайна Владивостокского государственного университета разработаны с целью оказания помощи при вычерчивании контуров деталей, где требуется деление окружностей на равные части, построение кривых линий, уклонов и конусности, выполнение сопряжений.

Составитель:
Бондарь А.Т., преподаватель *Колледжа сервиса и дизайна ВГУЭС*

Рассмотрено на заседании ЦМК

Рассмотрено и одобрено на заседании ЦМК Судостроение

Протокол № _9__ от «_17___» __май___________2022 г.

Председатель ЦМК _____________ Бондарь А.Т.

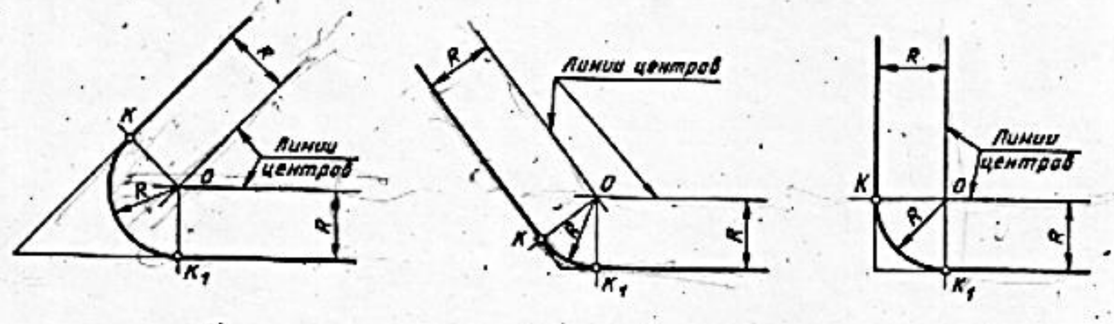
СОПРЯЖЕНИЯ

Плавный переход одной линии (поверхности) в другую линию (поверхность) называется ***сопряжением***.

Радиус сопряжения обычно задаётся. Точки касания и центр дуги сопряжения определяются построением.

1. **Сопряжение 2-х прямых** (радиусом R).

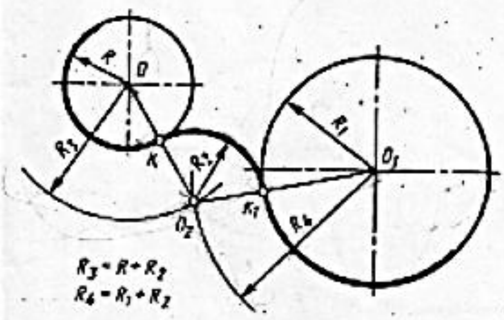
На расстоянии радиуса сопряжения R проводятся прямые, параллельные данным. Центр дуги сопряжения находится в точке пересечения этих прямых



а) б) в)

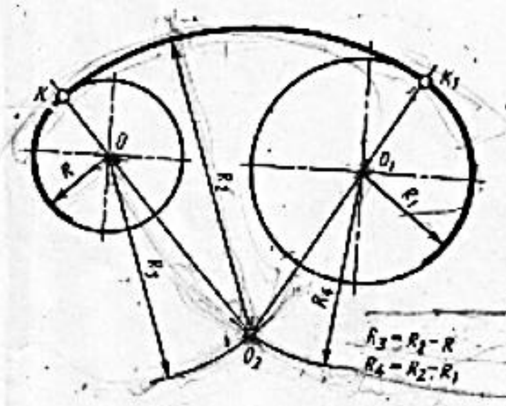
2. **Сопряжение 2-х окружностей.**

2.1. ***Внутреннее сопряжение*** (радиусом R_2).



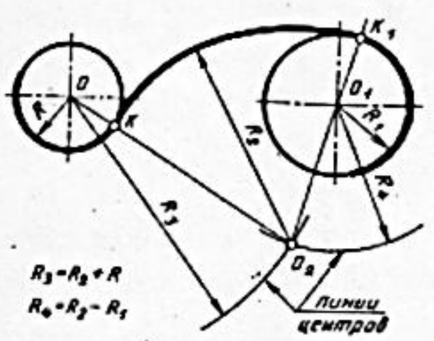
Из центра каждой окружности проводятся дуги радиусами, равными сумме радиусов данной окружности и дуги сопряжения. Центр дуги сопряжения (точка O_2) лежит в точке пересечения этих дуг. Точки касания на окружностях (точки K и K_1) лежат на линиях, соединяющих центры.

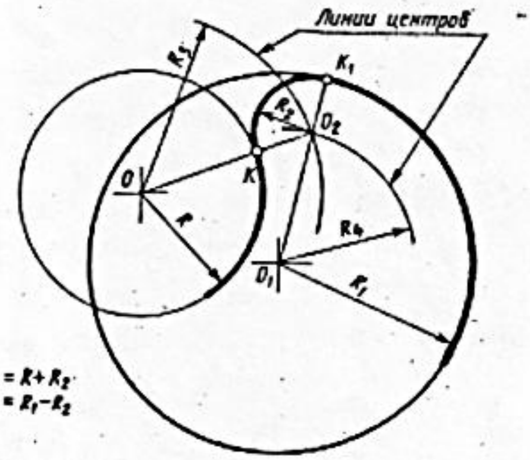
2.2. ***Внешнее сопряжение*** (радиусом R_2).



Из центра каждой окружности проводятся дуги радиусами, равными разности радиусов дуги сопряжения и данной окружности. Центр дуги сопряжения (точка O_2) лежит в точке пересечения этих дуг. Точки касания на окружностях (точки K и K_1) лежат на линиях, соединяющих центры.

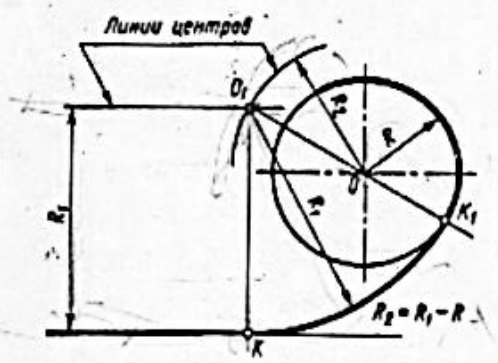
2.3. *Комбинированное сопряжение* (радиусом R_2).

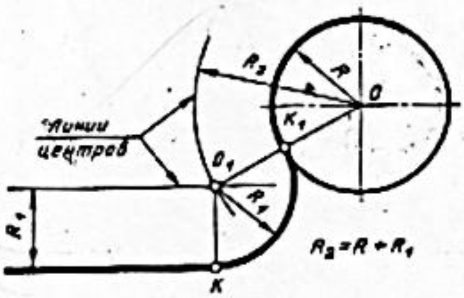




Центр дуги сопряжения (точка O_2) лежит в точке пересечения дуг, проведённых из центров окружностей радиусами, равными сумме (для окружностей с внутренним касанием) и разности (для окружности с внешним касанием) радиусов дуги сопряжения и соответствующих окружностей. Точки касания на окружностях (точки K и K_1) лежат на линиях, соединяющих центры окружностей с центром дуги сопряжения.

3. Сопряжение окружности и прямой (радиусом R_1).





Центр радиуса сопряжения (точка O_1) лежит в точке пересечения прямой, проведённой параллельно данной прямой на расстоянии радиуса R_1, и дуги, проведённой из центра данной окружности радиусом, равным сумме (для внутреннего сопряжения) или разности (для внешнего сопряжения) радиусов дуги сопряжения и соответствующей окружности.

Точка касания на окружности (точка K_1) лежит на прямой, соединяющей центры. Точка касания на прямой (точка K) лежит на перпендикуляре, опущенном из центра O_1 на данную прямую.

КРИВЫЕ ЛИНИИ

Кривые линии бывают **плоскими**, если все их точки лежат в одной плоскости, и **пространственными**, если их точки не лежат в одной плоскости. Плоские кривые линии делят на две группы: ***коробовые***, состоящие из взаимно сопрягаемых дуг окружностей, и ***лекальные***, которые строят с помощью лекал по точкам.

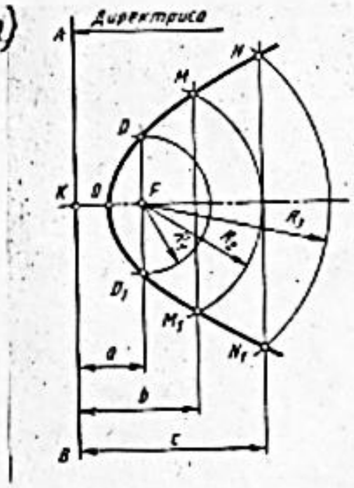
ЛЕКАЛЬНЫЕ ЛИНИИ

По характеру образования лекальные линии делят на кривые конического сечения, циклические кривые, спиральные и синусоидальные.

1. Кривые конического сечения (получаются при сечении прямого кругового конуса плоскостями).

1.1. ***Порабола*** - это плоская кривая, каждая точка которой равноудалена от заданной точки (фокуса F), лежащей на её оси симметрии, и от прямой (директрисы AB), перпендикулярной её оси симметрии.

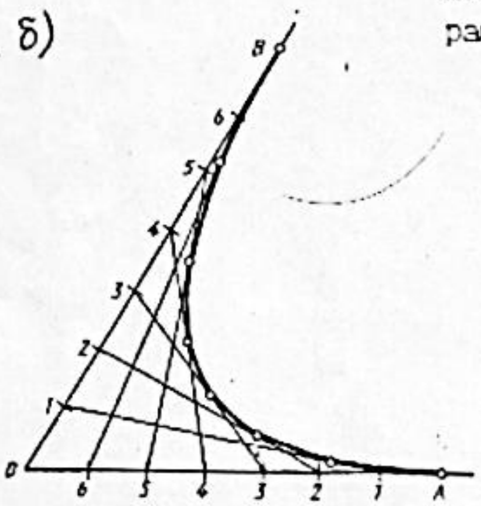
а)



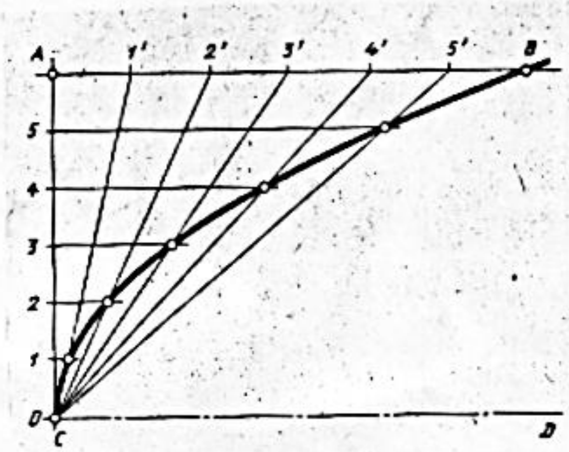
На рисунке а) дано построение порaболы по расстоянию между директрисой и фокусом (отрезок KF). Вершина порaболы (точка O) лежит посредине этого отрезка. Вспомогательные линии, параллельные директрисе, проводят произвольно. Радиусы R_1; R_2; R_3 ... равны расстоянию между директрисой и этими вспомогательными линиями.

На рисунке б) дано построение порaболы по двум заданным отреакам (OB и OA) и углу между ними. На рисунке в) дано построение порaболы по двум заданным отрезкам (AB и AC).

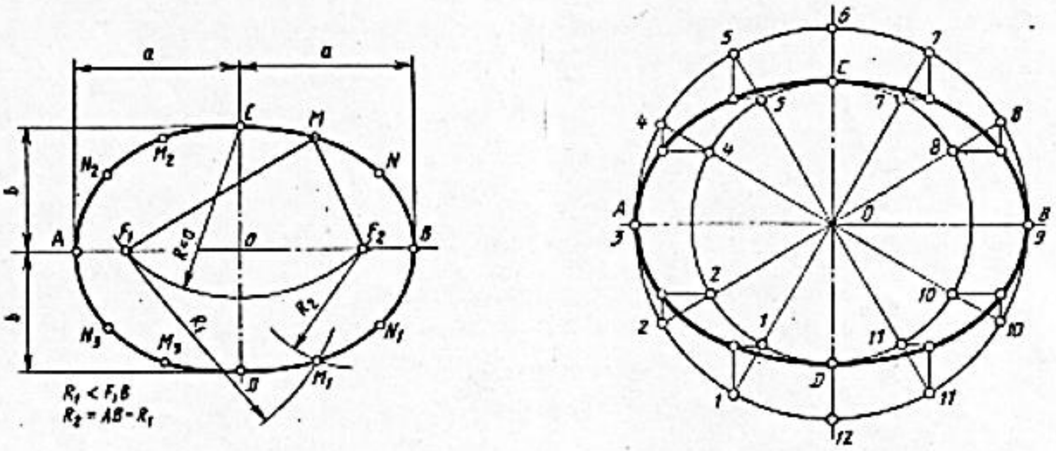
б)



в)



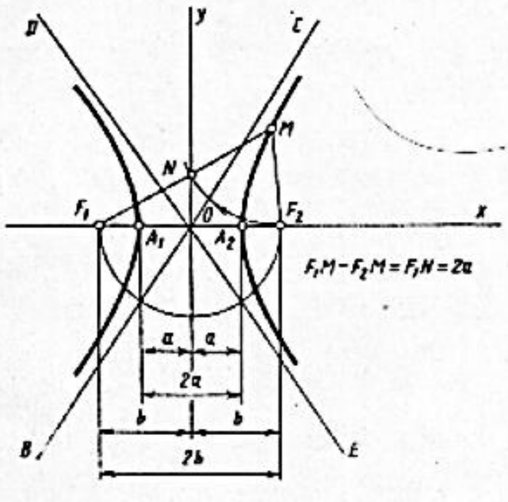
1.2. *Эллипс* - это замкнутая плоская выпуклая кривая, сумма расстояний от любой точки которой до двух заданных точек (фокусов F_1 и F_2), расположенных на большой оси, есть величина постоянная, равная большой оси.



На рисунках показано два варианта построения эллипса по его осям.

1.3. *Гипербола* - это плоская кривая, состоящая из двух разомкнутых симметрично расположенных ветвей, разность расстояний от каждой точки которой до двух заданных точек (фокусов F_1 и F_2) есть величина постоянная и равная расстоянию между вершинами (A_1 и A_2).

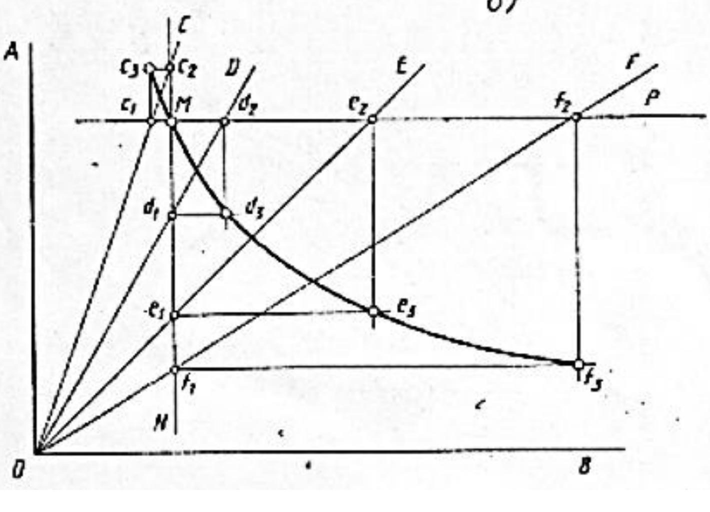
а)



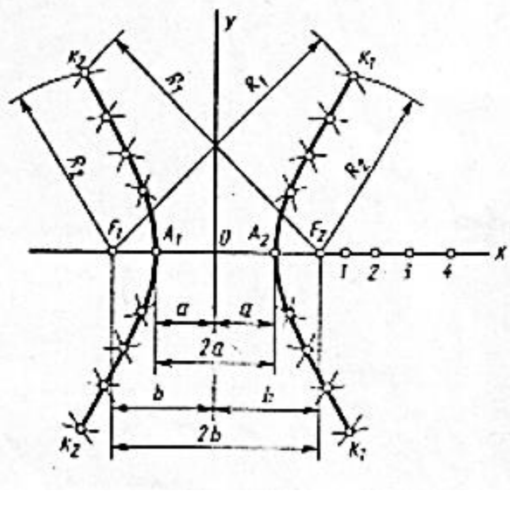
Гипербола имеет две оси (действительную X и мнимую У) и две асимптоты (ВС и ДЕ - прямые, к которым ветви гиперболы стремятся приблизиться; приближение находится в бесконечности).

Фокусы F_1 и F_2 и вершины A_1 и A_2

б)



в)



гиперболы лежат на действительной оси X. Центр гиперболы (точка O) находится посредине отрезка A_1A_2.

На рисунке б) дано построение гиперболы по заданной точке M относительно асимптот AO и OB. Из точки O проводят пучок произвольных прямых, каждая из которых пересекает прямые, проведённые через точку M параллельно асимптотам. Из точек пересечения этих линий (c_1 и c_2 ; d_1 и d_2 ; e_1 и e_2 ...) проводят прямые, параллельные асимптотам. В их пересечении лежат точки (c_3 ; d_3 ; e_3 ...), принадлежащие гиперболе.

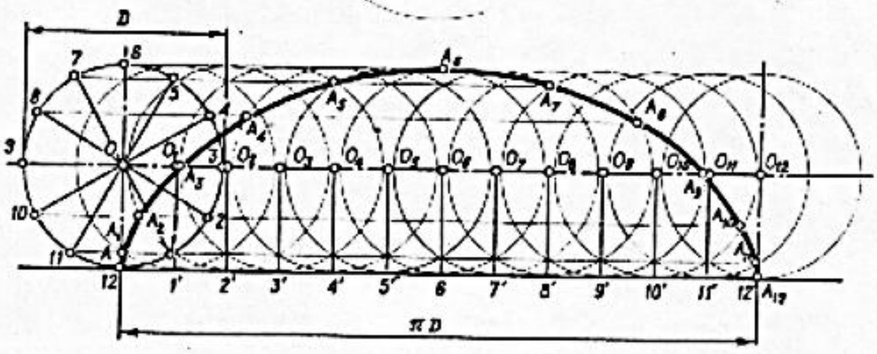
Построение гиперболы по заданным фокусам и вершинам показано на рисунке б). Точки 1, 2, 3 ... берут произвольно с постепенно увеличивающимся расстоянием между ними. Радиусы R_1 и R_2 равны расстоянию от взятой точки до вершин A_1 и A_2.

2. Циклоидные (циклические) кривые.

Это плоские линии, по которым перемещаются точки окружности, катящейся по какой-либо линии. Окружность, на которой лежит точка называется производящей окружностью, а линия, по которой она катится называется направляющей.

2.1. *Циклоида* – плоская кривая, по которой перемещается точка, лежащая на окружности, катящейся по прямой линии.

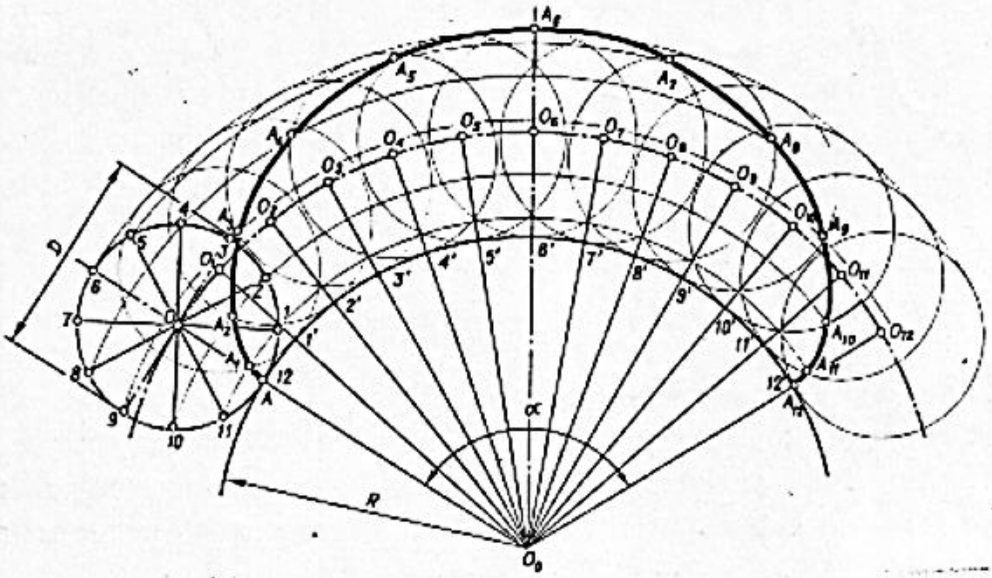
На рисунке показано построение циклоиды по заданному диаметру D производящей окружности.



Окружность и направляющую прямую линию, ограниченную отрезком длиной πD, делят на одинаковое число равных частей (8 - 12). Через точки деления 1, 2, 3 ... на производящей окружности проводят вспомогательные прямые линии. Через точки деления 1', 2', 3' ... на направляющей линии проводят вертикальные линии до пересечения с центральной горизонтальной линией. Из полученных центров O_1, O_2, O_3 ... проводят вспомогательные окружности. Точки пересечения этих окружностей с одноимёнными горизонтальными линиями A_1, A_2, A_3 ... принадлежат циклоиде.

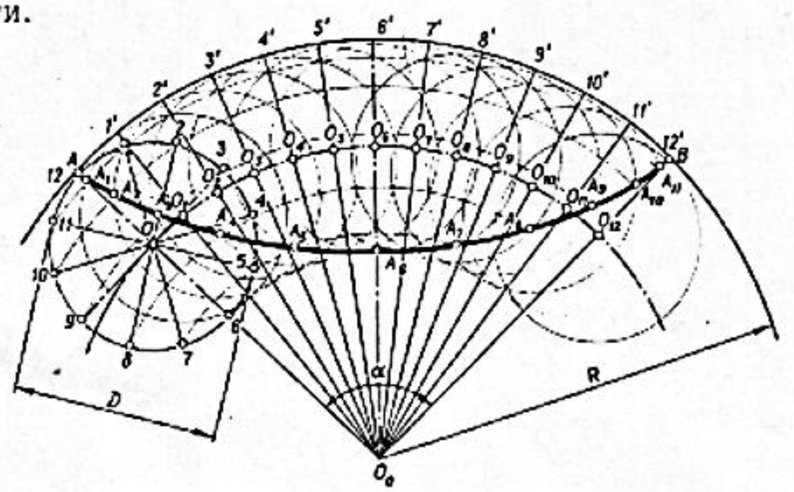
2.2. *Эпициклоида* - кривая, по которой перемещается точка, лежащая на окружности, катящейся по внешней стороне направляющей окружности.

На рисунке дано построение эпициклоиды по заданному диаметру D производящей окружности и радиусу R направляющей окружности.



Дугу направляющей окружности ограничивают углом $\alpha = 180\ D/R$ и делят на такое же число равных частей (8 - 12), как и производящую окружность. Из центра направляющей окружности O_0 через точки деления на ней 1', 2', 3' ... проводят прямые линии до пересечения со вспомогательной дугой, проведённой из этого же центра O_0 через центр O производящей окружности (радиусом R + 0,5 D). Из полученных центров O_1, O_2, O_3 ... проводят окружности диаметром D и находят точки пересечения этих окружностей с одноимёнными вспомогательными дугами, проведёнными из центра O_0 через точки деления 1, 2, 3 ... производящей окружности. Полученные точки A_1, A_2, A_3 ... принадлежат эпициклоиде.

2.3. *Гипоциклоида* - плоская кривая, по которой перемещается точка, лежащая на окружности, катящейся по внутренней стороне направляющей окружности.



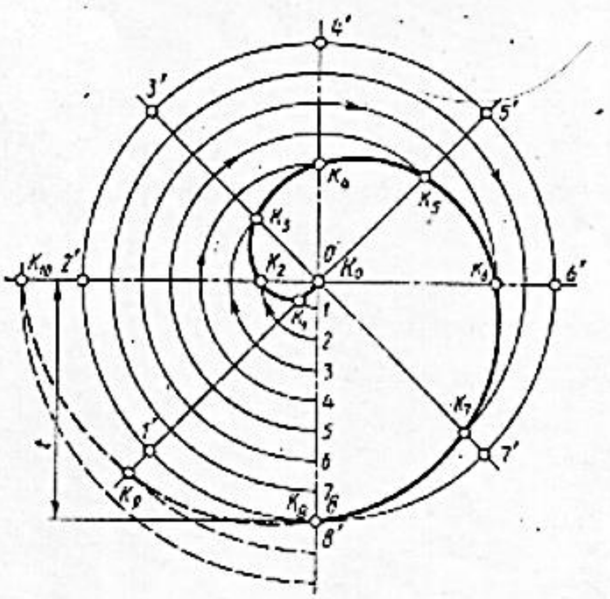
На рисунке дано построение гипоциклоиды по заданному диаметру D производящей окружности и радиусу R направляющей окружности.

Дугу направляющей окружности ограничивают углом α = 180 D/R и делят на такое же число равных частей (8 - 12), как и производящую окружность. Из центра направляющей окружности O_o через точки деления на ней 1', 2', 3' ... проводят прямые линии до пересечения со вспомогательной дугой, проведённой из этого же центра O_o через центр O производящей окружности (радиусом R + 0,5 D). Из полученных центров O_1, O_2, O_3 ... проводят окружности диаметром D и находят точки пересечения этих окружностей с одноимёнными вспомогательными дугами, проведёнными из центра O_o через точки деления 1, 2, 3 ... производящей окружности. Полученные точки A_1, A_2, A_3 ... принадлежат гипоциклоиде.

3. Спиральные кривые.

Это плоские кривые, описываемые точкой, которая вращается вокруг неподвижного центра и одновременно удаляется от него в соответствии с определённой закономерностью.

3.1. ***Спираль Архимеда*** - кривая перемещения точки, движущейся равномерно-поступательно от центра по равномерно вращающемуся радиусу.



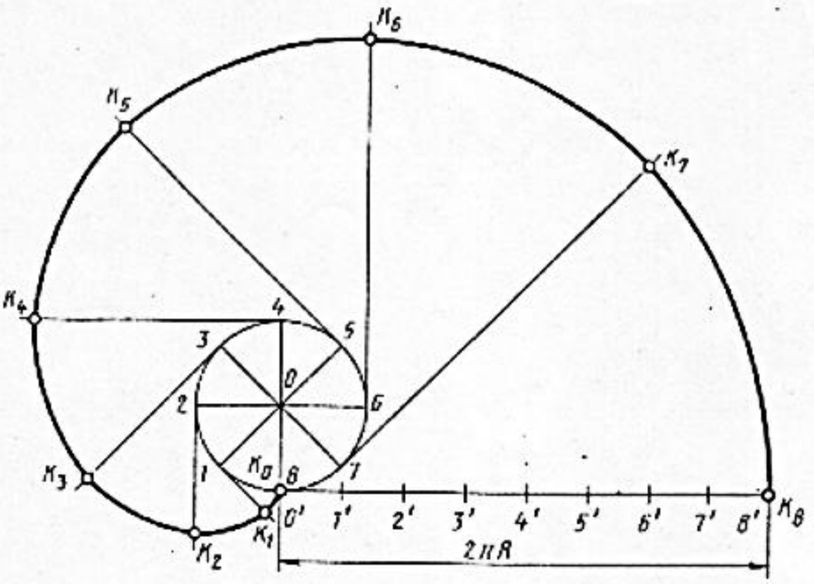
Спираль строится по заданному диаметру окружности.

Окружность и её радиус делят на одинаковое число равных частей (8 - 12 частей). Через точки деления 1, 2, 3 ... на радиусе из центра окружности проводят вспомогательные дуги до пересечения с одноимёнными вспомогательными прямыми, соединяющими точки деления окружности 1', 2', 3' ... с центром окружности. Полученные точки K_1, K_2, K_3 ... принадлежат спирали Архимеда.

3.2. ***Эвольвента*** - плоская кривая перемещения точки, лежащей на прямой линии, когда эта прямая перекатывается без скольжения по окружности (или траектория точки окружности при её развёртывании).

Строится эвольвента по заданному диаметру окружности.

Окружность делят на несколько равных частей (8 - 12 частей), соединяют их с центром и проводят из точек деления касательные к окружности. На последней касательной откладывают отрезок, равный длине окружности ($2\pi R$) и делят его на столько же равных частей, как и окружность. На всех остальных касательных откладывают отрезки, равные длинам развёрнутых дуг, т. е. для 1-ой касательной - $1\ \pi D/n$; для 2-ой - $2\ \pi D/n$; для 3-ей - $3\ \pi D/n$ и т. д., где n - число делений.

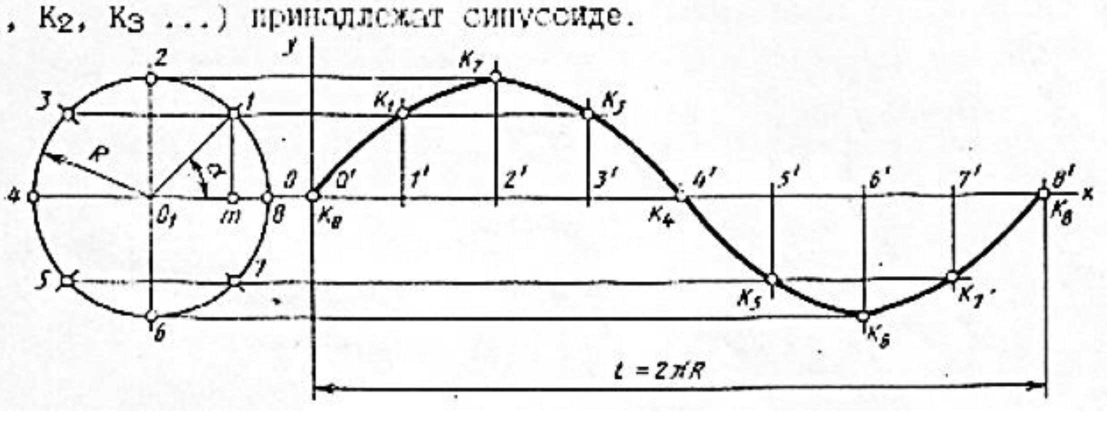


Полученные точки K_1, K_2, K_3 ... принадлежат эвольвенте.

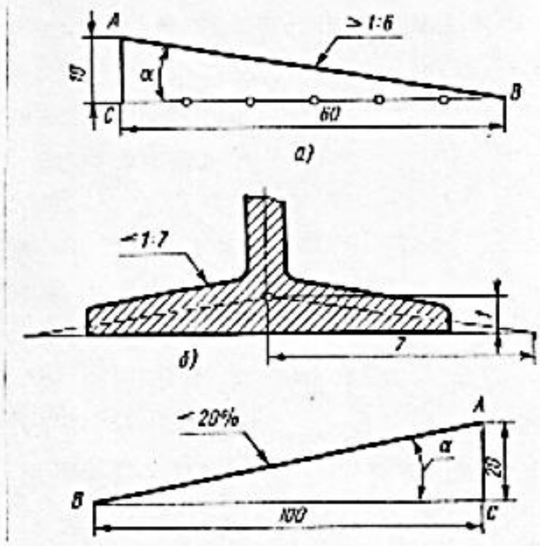
4. Синусоидальные кривые.

Синусоида - плоская кривая линия, изображающая изменение синуса в зависимости от изменения угла. Характеризуется синусоида амплитудой R и периодом t. Если $t = 2\pi R$, синусоида называется нормальной, если $t < 2\pi R$ - синусоида сжатая, при $t > 2\pi R$ синусоида растянута.

На рисунке показано построение синусоиды по её амплитуде R и периоду $t = 2\pi R$. Через центр окружности проводят горизонтальную прямую (ось X), на которой откладывают отрезок, равный периоду синусоиды $t = 2\pi R$. Окружность и отрезок t делят на одинаковое число равных частей (8 - 12 частей). Из точек деления 1', 2', 3' ... отрезка проводят вертикальные линии, а из точек деления 1, 2, 3 ... окружности - горизонтальные линии. Точки пересечения линий с одинаковыми номерами (K_1, K_2, K_3 ...) принадлежат синусоиде.



УКЛОН И КОНУСНОСТЬ

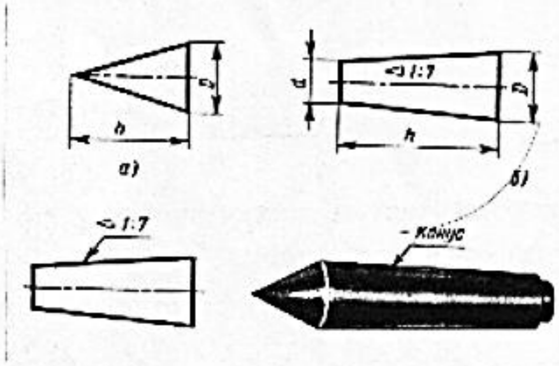


Уклон – это величина, характеризующая наклон одной прямой линии или плоскости относительно другой.

Выражается уклон отношением двух чисел, меньшее из которых при обозначении на чертеже принято за единицу, или в процентах (в этом случае большее число принято за 100%).

По ГОСТ 2.304-81 обозначается уклон условным знаком ∠ , острый угол которого направлен в сторону уклона.

Конусностью называется отношение диаметра основания конуса к его высоте (к = D/h). Для усечённого конуса берётся отношение разности диаметров нижнего и верхнего оснований к высоте конуса (к = D-d /h).

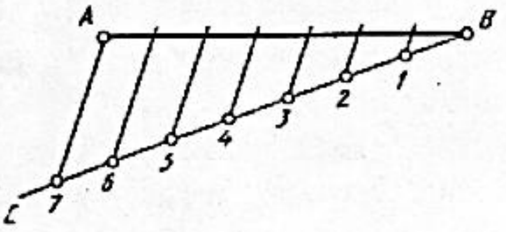


Диаметр основания (или разность оснований) в обозначении принимается за единицу.

По ГОСТ 2.304-68 обозначается конусность условным знаком в виде равнобедренного треугольника ◁ , вершина которого направлена в сторону вершины конуса.

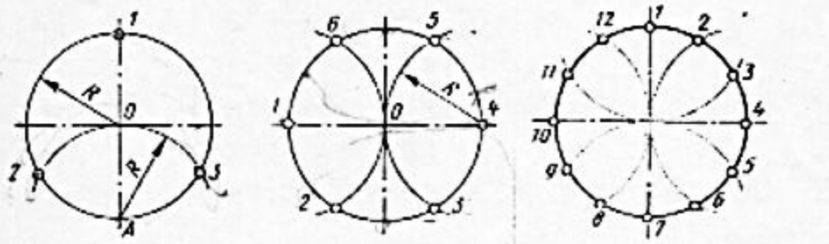
ДЕЛЕНИЕ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

При делении отрезка прямой (на рисунке отрезок АВ) на несколько равных частей нужно из любого конца отрезка под произвольным острым углом провести вспомогательную прямую и на ней от вершины образовавшегося угла отложить столько одинаковых отрезков произвольной, удобной для откладывния длины, на сколько частей требуется разделить отрезок АВ. Конец последнего отрезка соединяют прямой линией с точкрй А и параллельно этой линии через все точки деления проводят прямые до пересечения с прямой АВ.

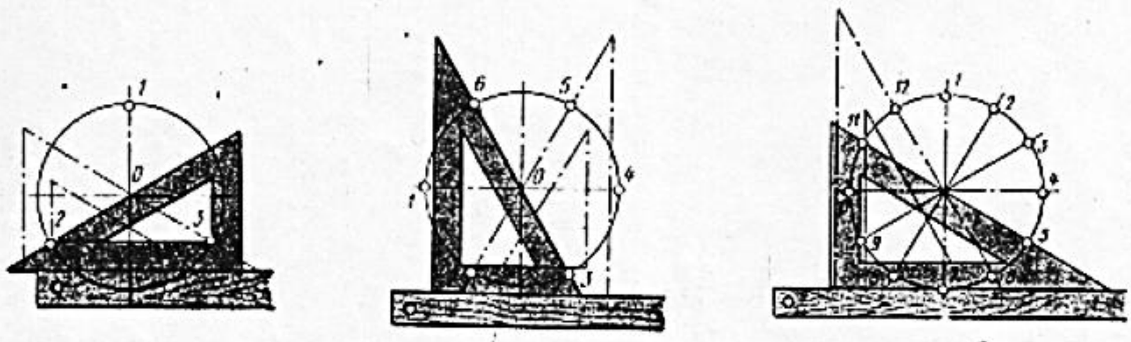


ДЕЛЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

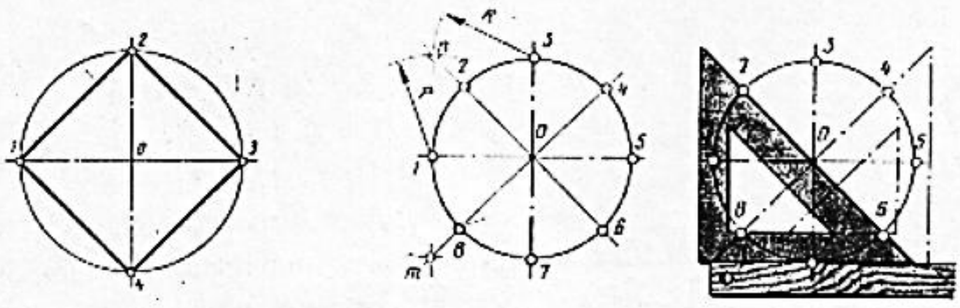
1. Деление окружности на три, шесть и двенадцать частей производится с помощью циркуля, раствор которого равен радиусу окружности R. Ножка циркуля ставится на окружность в нужную точку. С помощью засечек от проводимых дуг на ней отмечаются остальные искомые точки.



Разделить окружность на указанное число равных частей можно также с помощью линейки и угольника с углами в 30° и 60°, как показано на рисунке.



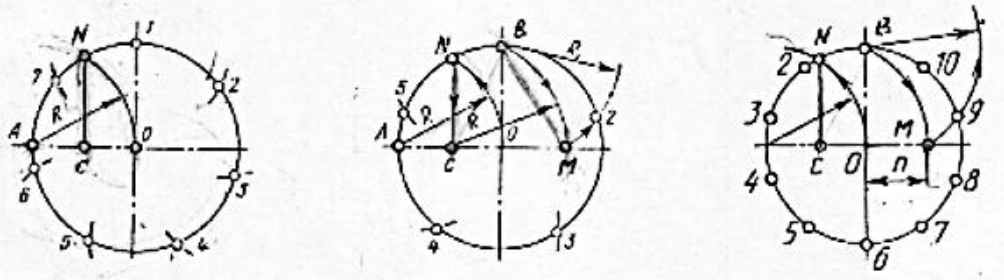
2. Деление окружности на четыре и восемь частей производится с помощью осей и биссектрис прямых углов, образованных осями, а также линейки и угольника с углами в 45°.



Для построения биссектрисы берётся произвольный раствор циркуля и из точек пересечения окружности с осями проводятся дуги. Точка пересечения этих дуг соединяется с центром окружности прямой линией, которую продолжают до пересечения с окружностью в противоположной стороне. Аналогично делится пополам и вторая пара углов.

3. Деление окружности на семь, пять и десять частей.

Из точки A раствором циркуля, равным радиусу окружности R, проводится дуга до пересечения с окружностью в точке N. Из точки N на ось опускается перпендикуляр. Длина перпендикуляра NC является 1/7 длины окружности. Точки на окружности получают, откладывая циркулем по её длине отрезки, равные NC.



Для получения 1/5 длины окружности проделывают такое же построение как и для 1/7, затем из точки C замеряют циркулем отрезок CB и проводят дугу до пересечения с горизонтальной осью окружности в точке M. Дуга MB является 1/5 длины окружности. Точки на окружности находят, откладывая циркулем по её длине отрезки MB.

Для деления окружности на десять равных частей проделывают такое же построение, как и при делении на пять частей. Отрезок "n" будет равняться 1/10 длины окружности.

4. Деление окружности на любое число равных частей можно выполнить с помощью коэффициентов для подсчёта длины хорды. Зная, на какое число " n " следует разделить окружность, по таблице находят коэффициент " k ". При умножении этого коэффициента на диаметр окружности получают длину хорды, которую циркулем откладывают по заданной окружности n-ое число раз.

Коэффициенты для подсчета длины хорды

Число сторон n	Коэффициент k	Число сторон n	Коэффициент k	Число сторон n	Коэффициент k
7	0,434	17	0,184	27	0,116
8	0,383	18	0,174	28	0,112
9	0,342	19	0,165	29	0,108
10	0,309	20	0,156	30	0,104
11	0,282	21	0,149	31	0,101
12	0,259	22	0,142	32	0,098
13	0,239	23	0,136	33	0,095
14	0,223	24	0,130	34	0,092
15	0,208	25	0,125	35	0,900
16	0,195	26	0,120	36	0,087

ЛИТЕРАТУРА

1. С.К. Боголюбов. ЧЕРЧЕНИЕ. Учебник. М.: Машиностроение, 1985.

2. Е.Г. Миронов, Р.С. Миронова. ЧЕРЧЕНИЕ. Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1991.

3. Л.П. Никольский. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ И СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ. Учебник. Л.: Судостроение, 1981.