

(*ось X вдоль длины лодки, ось Y вдоль ширины, ось Z вдоль высоты

$(0,0,0)$ точка в плоскости миделя, от нее начинается "ось" кривого обвода,
l расстояние от плоскости миделя до пересечения кривой "оси" с осью носового цилиндра

u сужение кривой в точке пересечения с осью цилиндра

h подъем в этой точке

т.е. кривая идет от $(0,0,0)$ до точки $(1,u,h)$

r радиус баллона в миделе

b полная ширина лодки

m промежуточный параметр, определяющий плоскость симметрии левой и правой половины лодки , мне просто легче так строит визуализацию было *)

l = 1.30

u = .250

h = .100

r = .180

b = 1.15

m = b / 2 - r

(* задаю несколько массивов угловых

параметров нужно будет для построения раскроя*)

Array[tetaa, 37]

|массив

Array[tetab, 37]

|массив

Array[sta, 37]

|массив

Array[stb, 37]

|массив

Array[fia, 37]

|массив

(* исходя из граничных условий гладкости

сочленения тора и заданных координат точки поворота носа,
вычисляю центр тора и его большой радиус $(0,y,z)$ и R1

а также угол teta в радианах (полный то это 2π) а нам так много не надо *)

sol = Solve[{ $z0^2 + y0^2 = (z0 - h)^2 + (y0 - u)^2 + l^2$,
| решить уравнения

```

    └решить уравнения
    z0 / y0 == h / u, dug == Sqrt[z0^2 + y0^2]}, {z0, y0, dug}]
    └квадратный корень

y = Total[y0 /. sol]
└суммировать
z = Total[z0 /. sol]
└суммировать
R1 = Total[dug /. sol]
└суммировать
teta0 = ArcSin[1 / R1]
└арксинус

(* я задал некоторое уменьшение радиуса баллонов от миделя к носу по закону
  r[teta_] = r*(1-teta_^2) надо вычислить радиус носового цилиндра
  r1 и коэффициент уменьшения радиуса относительно миделя k *)

k = 1 - teta0^2
r1 = k * r

(* несколько функций трансформации действующих на точку
  отражение относительно оси симметрии,
  поворот на угол fi вокруг вектора (1,0,0)

  поворот на угол teta вокруг большого радиуса тора,
  короче строю параметрическое уравнение тора с вычисленным ранее центром

*)

mirror = ReflectionTransform[{0, 1, 0}, {0, m, 0}]
└преобразование отражения
rot = RotationTransform[fi, {1, 0, 0}]
└преобразование поворота
rotate = RotationTransform[teta, Cross[{1, 0, 0}, {0, y, z}], {0, y, z}]
└преобразование поворота └векторное умножение

(* А это вектор поверхности тора заданного
  двумя параметрами углом teta (угол поворота вокруг
  оси тора fi угол вдоль бублика,
  поворот вокруг центральной окружности вектора с малым радиусом тора

  A={xx,yy,zz} для уравнений пересечения
  тора и цилиндра мне нужны будут отдельные координаты

*)

A = rotate[rot[{0, r (1 - teta^2) * y / R1, r (1 - teta^2) * z / R1}]]

```

```

xx = Part[A, 1]
  |часть
yy = Part[A, 2]
  |часть
zz = Part[A, 3]
  |часть

(* Вычисляем пары параметров (fi,teta) для
   которых точка тора будет лежать и на носовом цилиндре,
Задаем цикл с числом i от 0 до 36 и начинаем считать
   в аналитическом виде это уравнение не решилось, использую функцию FindRoot
   |найти корень
задаю fi с шагом 10 градусов от нуля до 360 градусов (в радианах конечно же)

   к сожалению есть 2 корня/решения,
я их обозначил
   tetaa И tetab, одно при приближении от меньшего teta чем корневое,
   второе от большего, и эпниматься отбором нужного было лень, поэтому
   и в раскрое 2 кривых, а нужные буду отбирать уже отрезанием

   sta и stb это параметры для построения раскроя носового цилиндра

*)

For[i = 0, i < 37, i++,
  |цикл ДЛЯ

  raskroi =
    FindRoot[{(xx - 1)^2 + (zz - h)^2 == (k * r)^2, fi == i * 2 Pi / 36, st == m - yy},
      |найти корень |число пи
      {{teta, 0.3}, {fi, i * 2 Pi / 36}, {st, 0}}];
      |число пи

  Print[raskroi] ;
  |печатать
  tetaa[i + 1] = teta /. raskroi;
  sta[i + 1] = st /. raskroi;
  fia[i + 1] = fi /. raskroi; Print[tetaa[i]];
  |печатать

  raskr = FindRoot[{(xx - 1)^2 + (zz - h)^2 == (k * r)^2, fi == i * 2 Pi / 36, st == m - yy},
    |найти корень |число пи
    {{teta, 0.5}, {fi, i * 2 Pi / 36}, {st, 0}}];
    |число пи

  tetab[i + 1] = teta /. raskr; stb[i + 1] = st /. raskr
]

```

(* это просто 3д визуализация лодочки для раскроя бесполезна,
но позволяет посмотреть как будет выглядеть результат
*)

```
ParametricPlot3D[
  график параметрически заданной области в пространстве
  {rotate[rot[{0, (1 - teta^2) * r * y / R1, (1 - teta^2) * r * z / R1}]],
    mirror[rotate[rot[{0, (1 - teta^2) * r * y / R1, (1 - teta^2) * r * z / R1}]]],
    {k * r * Cos[fi] + 1, m + (m - u) teta / teta0, k * r * Sin[fi] + h},
      косинус синус
    {k * r * Cos[fi] - 1, m + (m - u) teta / teta0, k * r * Sin[fi] + h}}
      косинус синус
  , {teta, -ArcSin[1 / R1], ArcSin[1 / R1]},
      арксинус арксинус
    {fi, 0 * Pi, 2 Pi}, PlotPoints -> 100, Mesh -> 17]
      числ... чис... начальное число точек... сетка
```

(* после вычислений много цифр и значений выводится
на печать пролистайте вниз там будет вторая часть проги,
уже вычисление раскроя по заполненным решениям в массивах
tetaa, tetab, fi, sta, stb если заметили код для исполнения черным шрифтом,
коменты и результаты серым и нежирным
*)

Out[27]= 1.3

Out[28]= 0.25

Out[29]= 0.1

Out[30]= 0.18

Out[31]= 1.15

Out[32]= 0.395

Out[33]= {0.379495, 0.382371, 0.386104, 0.390539, 0.3955, 0.40078, 0.40607, 0.406618,
0.39557, 0.384359, 0.373913, 0.364611, 0.356754, 0.350583, 0.346283,
0.343974, 0.343719, 0.345521, 0.349321, 0.355006, 0.362405, 0.37129,
0.381384, 0.392344, 0.403624, 0.407467, 0.402454, 0.397237, 0.392246,
0.387684, 0.383729, 0.38054, 0.37825, 0.376962, 0.376736, 0.377591, 0.379495}

Out[34]= {0.472915, 0.467531, 0.460447, 0.45185, 0.441983, 0.431154, 0.419816, 0.412898,
0.417468, 0.422323, 0.426769, 0.430651, 0.433872, 0.436359, 0.438062,
0.438951, 0.439013, 0.438251, 0.436685, 0.434349, 0.431296, 0.427596,
0.423338, 0.41865, 0.41385, 0.416462, 0.427686, 0.43867, 0.448823, 0.457816,
0.465388, 0.471332, 0.475493, 0.477765, 0.478092, 0.476463, 0.472915}

```
Out[35]= {0.0459171, 0.0550822, 0.0669529, 0.0810936, 0.0970037, 0.114156, 0.132125,
0.15584, 0.193279, 0.230261, 0.264904, 0.296008, 0.322525, 0.343566, 0.358424,
0.366599, 0.367809, 0.361999, 0.349343, 0.330243, 0.30532, 0.275399, 0.241487,
0.204755, 0.166681, 0.137585, 0.119415, 0.102078, 0.0858159, 0.0711404,
0.0585584, 0.0485255, 0.0414186, 0.0375128, 0.0369645, 0.0398009, 0.0459171}
```

```
Out[36]= {-0.0540322, -0.0368497, -0.0143247, 0.0130052, 0.044447,
0.0791394, 0.115956, 0.148304, 0.166479, 0.182936, 0.197895, 0.211017,
0.221984, 0.230536, 0.236477, 0.239671, 0.24005, 0.237607, 0.232399,
0.224548, 0.214237, 0.201713, 0.18728, 0.171278, 0.15389, 0.126547,
0.0890746, 0.0532925, 0.0205805, -0.00811481, -0.0320407, -0.0506211,
-0.0634458, -0.0702558, -0.0709309, -0.0654789, -0.0540322}
```

```
Out[37]= {0., 0.174533, 0.349066, 0.523599, 0.698132, 0.872665, 1.0472,
1.22173, 1.39626, 1.5708, 1.74533, 1.91986, 2.0944, 2.26893, 2.44346,
2.61799, 2.79253, 2.96706, 3.14159, 3.31613, 3.49066, 3.66519,
3.83972, 4.01426, 4.18879, 4.36332, 4.53786, 4.71239, 4.88692,
5.06145, 5.23599, 5.41052, 5.58505, 5.75959, 5.93412, 6.10865, 6.28319}
```

```
Out[38]= {{z0 -> 1.21552, y0 -> 3.03879, dug -> 3.27288}}
```

```
Out[39]= 3.03879
```

```
Out[40]= 1.21552
```

```
Out[41]= 3.27288
```

```
Out[42]= 0.408468
```

```
Out[43]= 0.833154
```

```
Out[44]= 0.149968
```

```
Out[45]= TransformationFunction[ $\left(\begin{array}{ccc|c} 1. & 0. & 0. & 0. \\ 0. & -1. & 0. & 0.79 \\ 0. & 0. & 1. & 0. \\ \hline 0. & 0. & 0. & 1. \end{array}\right)$ ]
```

```
Out[46]= TransformationFunction[ $\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \text{Cos}[\text{fi}] & -\text{Sin}[\text{fi}] & 0 \\ 0 & \text{Sin}[\text{fi}] & \text{Cos}[\text{fi}] & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right)$ ]
```

```
Out[47]= TransformationFunction[ $\left(\begin{array}{ccc} 1. \text{Cos}[\text{teta}] & -0.928477 \text{Sin}[\text{teta}] & -0.371391 \text{Sin}[\text{tet} \\ 0.928477 \text{Sin}[\text{teta}] & 0.862069 (0.16 + & 0.344828 (-1. + \\ & 1. \text{Cos}[\text{teta}]) & 1. \text{Cos}[\text{teta}]) \\ 0.371391 \text{Sin}[\text{teta}] & 0.344828 (-1. + & 0.137931 (6.25 + \\ & 1. \text{Cos}[\text{teta}]) & 1. \text{Cos}[\text{teta}]) \\ \hline 0 & 0 & 0 \end{array}\right)$ ]
```

```

Out[48]= {1. (0. + 3.27288 Sin[teta] -
0.928477 (0. + 0.167126 (1 - teta2) Cos[fi] - 0.0668503 (1 - teta2) Sin[fi])
Sin[teta] - 0.371391
(0. + 0.0668503 (1 - teta2) Cos[fi] + 0.167126 (1 - teta2) Sin[fi]) Sin[teta]),
1. (0. - 3.03879 (-1. + 1. Cos[teta]) + 0.862069 (0.16 + 1. Cos[teta])
(0. + 0.167126 (1 - teta2) Cos[fi] - 0.0668503 (1 - teta2) Sin[fi]) +
0.344828 (-1. + 1. Cos[teta])
(0. + 0.0668503 (1 - teta2) Cos[fi] + 0.167126 (1 - teta2) Sin[fi])),
1. (0. - 1.21552 (-1. + 1. Cos[teta]) + 0.344828 (-1. + 1. Cos[teta])
(0. + 0.167126 (1 - teta2) Cos[fi] - 0.0668503 (1 - teta2) Sin[fi]) +
0.137931 (6.25 + 1. Cos[teta])
(0. + 0.0668503 (1 - teta2) Cos[fi] + 0.167126 (1 - teta2) Sin[fi]))}

Out[49]= 1. (0. + 3.27288 Sin[teta] -
0.928477 (0. + 0.167126 (1 - teta2) Cos[fi] - 0.0668503 (1 - teta2) Sin[fi])
Sin[teta] - 0.371391
(0. + 0.0668503 (1 - teta2) Cos[fi] + 0.167126 (1 - teta2) Sin[fi]) Sin[teta])

Out[50]= 1. (0. - 3.03879 (-1. + 1. Cos[teta]) + 0.862069 (0.16 + 1. Cos[teta])
(0. + 0.167126 (1 - teta2) Cos[fi] - 0.0668503 (1 - teta2) Sin[fi]) +
0.344828 (-1. + 1. Cos[teta])
(0. + 0.0668503 (1 - teta2) Cos[fi] + 0.167126 (1 - teta2) Sin[fi]))

Out[51]= 1. (0. - 1.21552 (-1. + 1. Cos[teta]) + 0.344828 (-1. + 1. Cos[teta])
(0. + 0.167126 (1 - teta2) Cos[fi] - 0.0668503 (1 - teta2) Sin[fi]) +
0.137931 (6.25 + 1. Cos[teta])
(0. + 0.0668503 (1 - teta2) Cos[fi] + 0.167126 (1 - teta2) Sin[fi]))

{teta → 0.379495, fi → 0., st → 0.0459171}
tetaa[0]
{teta → 0.382371, fi → 0.174533, st → 0.0550822}
0.379495
{teta → 0.386104, fi → 0.349066, st → 0.0669529}
0.382371
{teta → 0.390539, fi → 0.523599, st → 0.0810936}
0.386104
{teta → 0.3955, fi → 0.698132, st → 0.0970037}
0.390539
{teta → 0.40078, fi → 0.872665, st → 0.114156}
0.3955
{teta → 0.40607, fi → 1.0472, st → 0.132125}
0.40078
{teta → 0.406618, fi → 1.22173, st → 0.15584}
0.40607
{teta → 0.39557, fi → 1.39626, st → 0.193279}

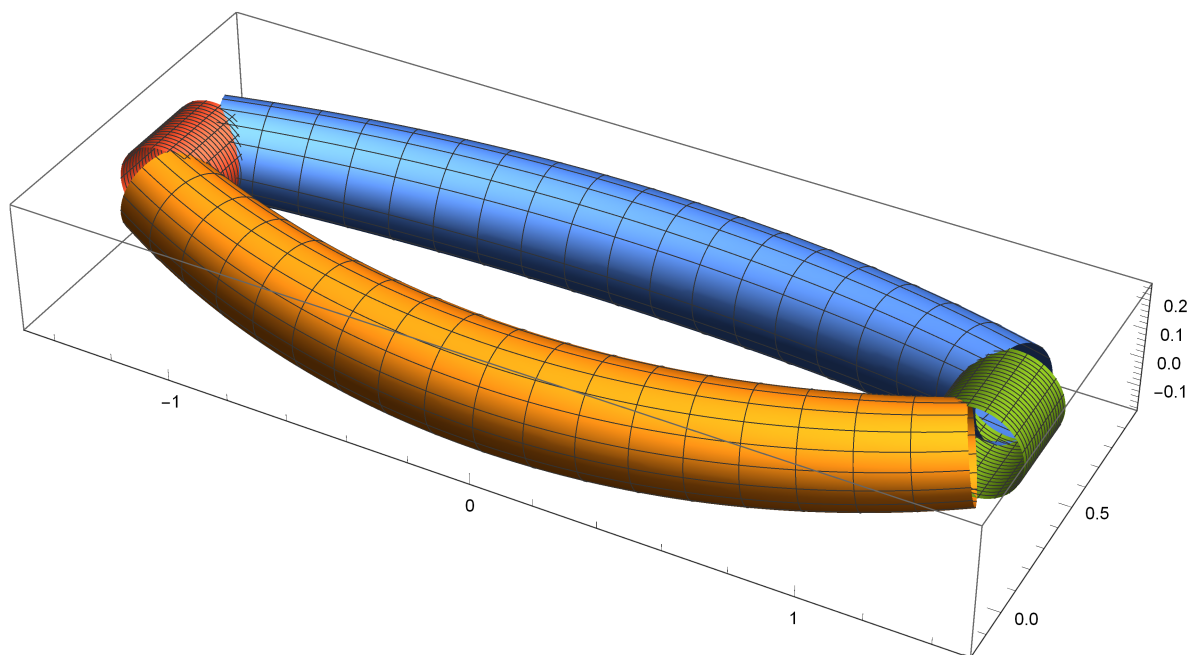
```

0.406618
{teta → 0.384359, fi → 1.5708, st → 0.230261}
0.39557
{teta → 0.373913, fi → 1.74533, st → 0.264904}
0.384359
{teta → 0.364611, fi → 1.91986, st → 0.296008}
0.373913
{teta → 0.356754, fi → 2.0944, st → 0.322525}
0.364611
{teta → 0.350583, fi → 2.26893, st → 0.343566}
0.356754
{teta → 0.346283, fi → 2.44346, st → 0.358424}
0.350583
{teta → 0.343974, fi → 2.61799, st → 0.366599}
0.346283
{teta → 0.343719, fi → 2.79253, st → 0.367809}
0.343974
{teta → 0.345521, fi → 2.96706, st → 0.361999}
0.343719
{teta → 0.349321, fi → 3.14159, st → 0.349343}
0.345521
{teta → 0.355006, fi → 3.31613, st → 0.330243}
0.349321
{teta → 0.362405, fi → 3.49066, st → 0.30532}
0.355006
{teta → 0.37129, fi → 3.66519, st → 0.275399}
0.362405
{teta → 0.381384, fi → 3.83972, st → 0.241487}
0.37129
{teta → 0.392344, fi → 4.01426, st → 0.204755}
0.381384
{teta → 0.403624, fi → 4.18879, st → 0.166681}
0.392344
{teta → 0.407467, fi → 4.36332, st → 0.137585}
0.403624
{teta → 0.402454, fi → 4.53786, st → 0.119415}
0.407467
{teta → 0.397237, fi → 4.71239, st → 0.102078}
0.402454

```

{teta → 0.392246, fi → 4.88692, st → 0.0858159}
0.397237
{teta → 0.387684, fi → 5.06145, st → 0.0711404}
0.392246
{teta → 0.383729, fi → 5.23599, st → 0.0585584}
0.387684
{teta → 0.38054, fi → 5.41052, st → 0.0485255}
0.383729
{teta → 0.37825, fi → 5.58505, st → 0.0414186}
0.38054
{teta → 0.376962, fi → 5.75959, st → 0.0375128}
0.37825
{teta → 0.376736, fi → 5.93412, st → 0.0369645}
0.376962
{teta → 0.377591, fi → 6.10865, st → 0.0398009}
0.376736
{teta → 0.379495, fi → 6.28319, st → 0.0459171}
0.377591

```



(*лень было заниматься вычислениями исключительно для получения картинки,
ограничился точкой пересечения осевых кривых
мозг достроит
*)

(* вторая часть, построение раскроя двумерные

графики можно сохранить в векторном формате расширение eps
Encapsulated PostScript и его съест любая прога,
на графике есть координатная сетка, и с
помощью нее печатник масштабирует все правильно

полностью комментировать не буду,
но по части разворота кривого раскроя, я пользуюсь приближением,
что малый радиус тора раз в 15-20 меньше чем большой,
и поверхность двойной кривизны
с некоторыми натяжками можно развернуть на плоскость.
гофры будут, куда уж без них,
но после надувания до объема у меня получалось весьма удачно с
таким подходом *)

```
ListLinePlot[{Table[{k * r * Pi / 18 * (n - 1), sta[n]}, {n, 37}],
_линейный график... _таблица значе... _число пи
    Table[{k * r * Pi / 18 * (n - 1), stb[n]}, {n, 37}]],
_таблица значе... _число пи
    AspectRatio -> Automatic, Mesh -> All]
_аспектное отно... _автоматичес... _сетка _всё
ListLinePlot[
_линейный график данных
{
    Table[{R1 * Cos[(n - 1) / 50] - R1, R1 * Sin[(n - 1) / 50]}, {n, 26}],
_таблица зна... _косинус _синус
    Table[{(R1 - r * Pi / 2 (1 - ((n - 1) / 50)^2)) * Cos[(n - 1) / 50] - R1,
_таблица значений _число пи _косинус
        (R1 - r * Pi / 2 (1 - ((n - 1) / 50)^2)) * Sin[(n - 1) / 50]}, {n, 26}],
_число пи _синус
    Table[{(R1 + r * Pi / 2 (1 - ((n - 1) / 50)^2)) * Cos[(n - 1) / 50] - R1,
_число пи _косинус
        (R1 + r * Pi / 2 (1 - ((n - 1) / 50)^2)) * Sin[(n - 1) / 50]}, {n, 26}],
_число пи _синус

    Table[{
_таблица значений
        (R1 + (n - 10) / 9 * r * Pi / 2 (1 - (tetaa[n])^2)) * Cos[tetaa[n]] - R1,
_число пи _косинус
        (R1 + (n - 10) / 9 * r * Pi / 2 (1 - (tetaa[n])^2)) * Sin[tetaa[n]]}, {n, 19}],
_число пи _синус

    Table[{
_таблица значений
        (R1 + (n - 10) / 9 * r * Pi / 2 (1 - (tetab[n])^2)) * Cos[tetab[n]] - R1,
_число пи _косинус
        (R1 + (n - 10) / 9 * r * Pi / 2 (1 - (tetab[n])^2)) * Sin[tetab[n]]}, {n, 19}]
_число пи _синус

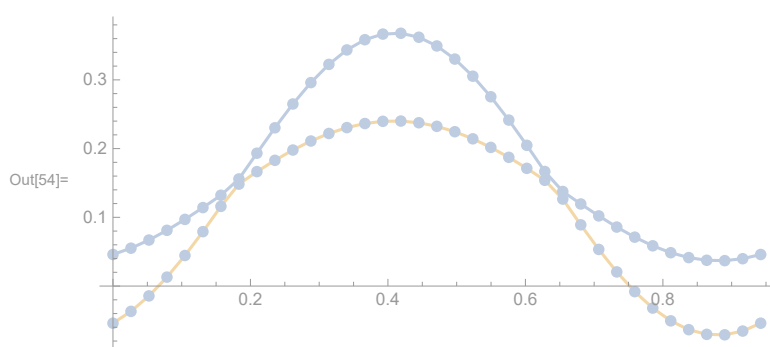
}, AspectRatio -> Automatic, Mesh -> All]
_аспектное отно... _автоматичес... _сетка _всё
```

```

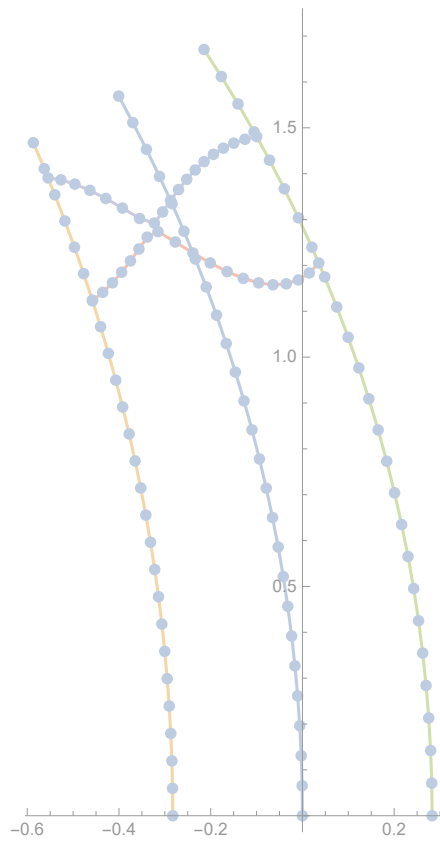
ListLinePlot[
|линейный график данных
{
  Table[{R1 * Cos[(n - 1) / 50] - R1, R1 * Sin[(n - 1) / 50]}, {n, 26}],
  |таблица зн... |косинус |синус
  Table[{(R1 - r * Pi / 2 (1 - ((n - 1) / 50) ^ 2)) * Cos[(n - 1) / 50] - R1,
  |число пи |косинус
    (R1 - r * Pi / 2 (1 - ((n - 1) / 50) ^ 2)) * Sin[(n - 1) / 50]}, {n, 26}],
  |число пи |синус
  Table[{(R1 + r * Pi / 2 (1 - ((n - 1) / 50) ^ 2)) * Cos[(n - 1) / 50] - R1,
  |число пи |косинус
    (R1 + r * Pi / 2 (1 - ((n - 1) / 50) ^ 2)) * Sin[(n - 1) / 50]}, {n, 26}],
  |число пи |синус

  Table[{
  |таблица значений
    (R1 + (n - 10) / 9 * r * Pi / 2 (1 - (tetaa[38 - n]) ^ 2)) * Cos[tetaa[38 - n]] - R1,
    |число пи |косинус
    (R1 + (n - 10) / 9 * r * Pi / 2 (1 - (tetaa[38 - n]) ^ 2)) * Sin[tetaa[38 - n]]},
    |число пи |синус
    {n, 19}],
  Table[{
  |таблица значений
    (R1 + (n - 10) / 9 * r * Pi / 2 (1 - (tetab[38 - n]) ^ 2)) * Cos[tetab[38 - n]] - R1,
    |число пи |косинус
    (R1 + (n - 10) / 9 * r * Pi / 2 (1 - (tetab[38 - n]) ^ 2)) * Sin[tetab[38 - n]]}, {n, 19}]
  }, AspectRatio -> Automatic, Mesh -> All]
|аспектное отно... |автоматичес... |сетка |всё

```



Out[55]=



Out[56]=

