```
"ДИНАМИКА ТОЧКИ Вар.31 N=8 (ст.14)
Новожилов И. В., Зацепин М. Ф.
Типовые расчёты по теоретической механике на базе ЭВМ: Учебное пособие.
— М.: Высшая школа, 1986. — 136 с.";
```

norma = $\left\{T \text{ -> } \frac{1}{\Omega},\ L \text{ -> } \sqrt[3]{\left(\frac{\gamma M}{4\,\Omega^2}\right)}\right\}$;

const1 = $\{L > 0,\ M > 0,\ m > 0,\ \Omega > 0,\ \gamma > 0\}$;

const2 = $\{L \to 6371 * 10^3,\ \Omega \to 2.34,\ \gamma \to 6.67259\ 10^{-11},\ M \to 5.97 * 10^{24},$
$\quad m \to 5.1 * 10^5,\ TT_k \to 4.2,\ X_0 \to 0.0,\ V_{x0} \to 0.1,\ Y_0 \to 0.0,\ V_{y0} \to 0.0\}$;

```
"---------------------------------------------------------------------------------------
    ----";
"1. Уравнения движения";
```

RR = $\begin{pmatrix} R_{\xi 1}[t] \\ R_{\xi 2}[t] \end{pmatrix}$;

R_1 = L $\begin{pmatrix} Cos[\Omega\, t] \\ Sin[\Omega\, t] \end{pmatrix}$;

R_2 = -L $\begin{pmatrix} Cos[\Omega\, t] \\ Sin[\Omega\, t] \end{pmatrix}$;

"модули разности векторов|R_1-R|, |R_2-R|";

$RR_1 = \sqrt{\text{Transpose}[R_1 - RR].(R_1 - RR)}$ [[1, 1]];

$RR_2 = \sqrt{\text{Transpose}[R_2 - RR].(R_2 - RR)}$ [[1, 1]];

yr1 = $m\,\partial_{t,t} RR == \gamma\, m\, M \frac{R_1 - RR}{RR_1{}^3} + \gamma\, m\, M \frac{R_2 - RR}{RR_2{}^3}$;

```
Print["Уравнения движения \n", yr1[[1]] // MatrixForm, "=", yr1[[2]] // MatrixForm];
"---------------------------------------------------------------------------------------
    ----";
"2. Переход к безразмерным переменным τ=t/T, r=R/L";
```

bezrazmer1 = $\{R_{\xi 1}[t] \text{ -> } L\, r_{\xi 1}[\tau],\ R_{\xi 2}[t] \text{ -> } L\, r_{\xi 2}[\tau],$
$\quad (R_{\xi 1})'[t] \text{ -> } \frac{L}{T}(r_{\xi 1})'[\tau],\ (R_{\xi 2})'[t] \text{ -> } \frac{L}{T}(r_{\xi 2})'[\tau],$
$\quad (R_{\xi 1})''[t] \text{ -> } \frac{L}{T^2}(r_{\xi 1})''[\tau],\ (R_{\xi 2})''[t] \text{ -> } \frac{L}{T^2}(r_{\xi 2})''[\tau]\}$;

bezrazmer2 = {t -> T τ};

yr11 = (yr1 //. bezrazmer1) //. bezrazmer2 //. norma;

"приведение системы к форме Коши";

coef = Coefficient[yr11[[1]], {$(r_{\xi 1})''[\tau]$, $(r_{\xi 2})''[\tau]$}];

yr11 = (yr11[[1]] / coef) == Simplify[(yr11[[2]] / coef), const1];

yr2 = yr11 //. const2;

Print["Уравнения движения в безразмерных переменных (в форме Коши) \n",

```
  (vξ1[τ]
   vξ2[τ]) // MatrixForm, "=", (rξ1'[τ]
                                 rξ2'[τ]) // MatrixForm, "\n",
  (vξ1'[τ]
   vξ2'[τ]) // MatrixForm, "=", yr11[[2]] // MatrixForm];
"-------------------------------------------------------------------------------------
   ----";
"3. Решение дифференциальных уравнений";
const3 = {τk → TTk/T, x0 → X0/L, vx0 → Vx0 T/L, y0 → Y0/L, vy0 → Vy0 T/L} //. norma //. const2;
yr3 = NDSolve[{yr2[[1, 1, 1]] == yr2[[2, 1, 1]], yr2[[1, 2, 1]] == yr2[[2, 2, 1]],
       rξ1[0] == x0, rξ1'[0] == vx0, rξ2[0] == y0, rξ2'[0] == vy0} //.
      const3, {rξ1, rξ2}, ({τ, 0, τk} //. const3)][[1]];
Print["Решение в безразмерных переменных
(характерные размеры: L=", L //. norma //. const2,
  " м;  T=", T //. norma //. const2, " сек)\n", yr3 // MatrixForm];
"-------------------------------------------------------------------------------------
   ----";
Print["ГРАФИКИ"]
{ParametricPlot[{rξ1[τ], rξ2[τ]} //. const2 //. yr3,
  {τ, 0, τk //. const3}, PlotRange → All, AxesLabel → {"rξ1", "rξ2"}],
 ParametricPlot[{L rξ1[τ], L rξ2[τ]} //. const2 //. yr3, {τ, 0, τk //. const3},
  PlotRange → All, AxesLabel → {"rξ1, м", "rξ2, м"}]}
{Plot[Sqrt[rξ1'[τ]^2 + rξ2'[τ]^2] //. yr3, {τ, 0, τk //. const3},
  PlotRange → All, AxesLabel → {"τ", "|v|"}],
 Plot[L/T Sqrt[rξ1'[τ/T]^2 + rξ2'[τ/T]^2] //. norma //. const2 //. yr3,
  {τ, 0, T τk //. norma //. const2 //. const3},
  PlotRange → All, AxesLabel → {"t, сек", "|v|, м/c"}]}
ttab = {{"τ", "rξ1", "rξ2", "vξ1", "vξ2", "|v|"}};
Do[
 ttab = Append[ttab, {τ, rξ1[τ], rξ2[τ], rξ1'[τ], rξ2'[τ], Sqrt[rξ1'[τ]^2 + rξ2'[τ]^2]} //. yr3]
 , {τ, 0, (τk //. const3), (τk / 20 //. const3)}]
Grid[ttab, Frame → All]
```

Уравнения движения

$$\begin{pmatrix} m\,(R_{\xi 1})''[t] \\ m\,(R_{\xi 2})''[t] \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{m M \gamma(-L \cos[t\Omega]-R_{\xi 1}[t])}{((-L\cos[t\Omega]-R_{\xi 1}[t])^2+(-L\sin[t\Omega]-R_{\xi 2}[t])^2)^{3/2}} + \frac{m M \gamma(L \cos[t\Omega]-R_{\xi 1}[t])}{((L\cos[t\Omega]-R_{\xi 1}[t])^2+(L\sin[t\Omega]-R_{\xi 2}[t])^2)^{3/2}} \\ \frac{m M \gamma(-L \sin[t\Omega]-R_{\xi 2}[t])}{((-L\cos[t\Omega]-R_{\xi 1}[t])^2+(-L\sin[t\Omega]-R_{\xi 2}[t])^2)^{3/2}} + \frac{m M \gamma(L \sin[t\Omega]-R_{\xi 2}[t])}{((L\cos[t\Omega]-R_{\xi 1}[t])^2+(L\sin[t\Omega]-R_{\xi 2}[t])^2)^{3/2}} \end{pmatrix}$$

Уравнения движения в безразмерных переменных (в форме Коши)

$$\begin{pmatrix} v_{\xi 1}[\tau] \\ v_{\xi 2}[\tau] \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (r_{\xi 1})'[\tau] \\ (r_{\xi 2})'[\tau] \end{pmatrix}$$

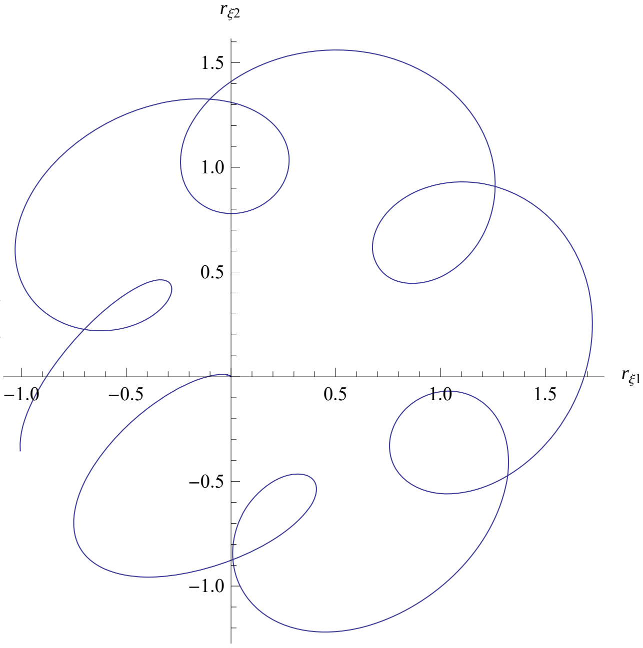
$$\begin{pmatrix} (v_{\xi 1})'[\tau] \\ (v_{\xi 2})'[\tau] \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4\left(\frac{\cos[\tau]-r_{\xi 1}[\tau]}{(1-2\cos[\tau]\,r_{\xi 1}[\tau]+r_{\xi 1}[\tau]^2-2\sin[\tau]\,r_{\xi 2}[\tau]+r_{\xi 2}[\tau]^2)^{3/2}} - \frac{\cos[\tau]+r_{\xi 1}[\tau]}{(1+2\cos[\tau]\,r_{\xi 1}[\tau]+r_{\xi 1}[\tau]^2+2\sin[\tau]\,r_{\xi 2}[\tau]+r_{\xi 2}[\tau]^2)^{3/2}}\right) \\ 4\left(\frac{\sin[\tau]-r_{\xi 2}[\tau]}{(1-2\cos[\tau]\,r_{\xi 1}[\tau]+r_{\xi 1}[\tau]^2-2\sin[\tau]\,r_{\xi 2}[\tau]+r_{\xi 2}[\tau]^2)^{3/2}} - \frac{\sin[\tau]+r_{\xi 2}[\tau]}{(1+2\cos[\tau]\,r_{\xi 1}[\tau]+r_{\xi 1}[\tau]^2+2\sin[\tau]\,r_{\xi 2}[\tau]+r_{\xi 2}[\tau]^2)^{3/2}}\right) \end{pmatrix}$$

Решение в безразмерных переменных
(характерные размеры: L=26 298.2 м; T=0.42735 сек)

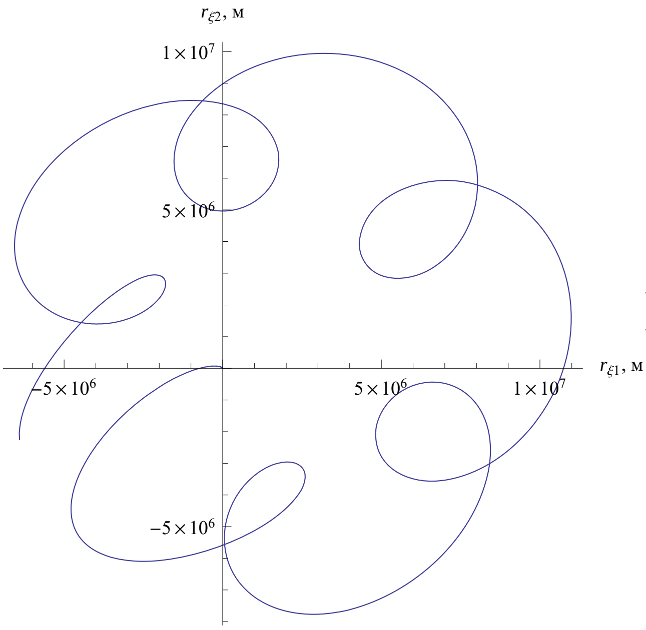
$$\begin{pmatrix} r_{\xi 1} \to \text{InterpolatingFunction}[\{\{0., 9.828\}\}, \text{<>}] \\ r_{\xi 2} \to \text{InterpolatingFunction}[\{\{0., 9.828\}\}, \text{<>}] \end{pmatrix}$$

ГРАФИКИ

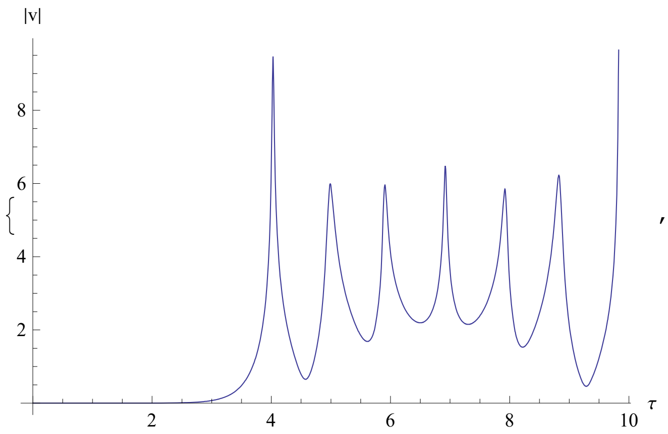
{

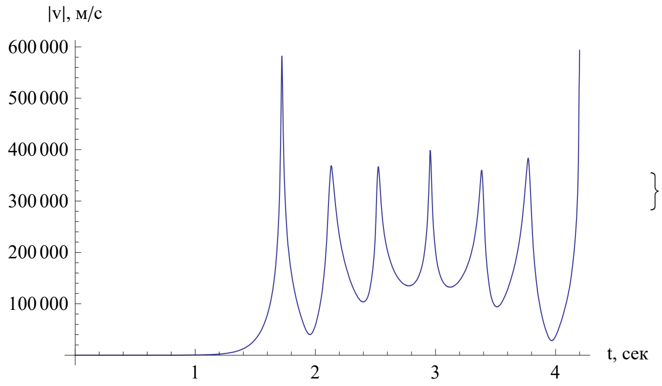

$r_{\xi 2}$
1.5
1.0
0.5
−0.5
−1.0
$r_{\xi 1}$
−1.0
−0.5
0.5
1.0
1.5

,


$r_{\xi 2}$, м
1×10^7
5×10^6
-5×10^6
$r_{\xi 1}$, м
-5×10^6
5×10^6
1×10^7

}





τ	$r_{\xi 1}$	$r_{\xi 2}$	$v_{\xi 1}$	$v_{\xi 2}$	$\lvert v \rvert$
0.	0.	0.	1.62502×10^{-6}	0.	1.62502×10^{-6}
0.4914	1.36595×10^{-6}	2.24475×10^{-7}	5.26869×10^{-6}	1.92021×10^{-6}	5.6077×10^{-6}
0.9828	7.2632×10^{-6}	5.29156×10^{-6}	0.0000218599	0.0000274293	0.0000350745
1.4742	0.0000243725	0.0000519685	0.0000397743	0.000221101	0.00022465
1.9656	-0.0000198863	0.000367906	-0.000442966	0.00137229	0.00144201
2.457	-0.00122637	0.00202235	-0.00666161	0.00642545	0.00925546
2.9484	-0.0130648	0.00773057	-0.0571648	0.016182	0.0594111
3.4398	-0.0975044	0.0040647	-0.37422	-0.083015	0.383318
3.9312	-0.589381	-0.335935	-2.09146	-2.54375	3.29315
4.4226	0.379085	-0.61836	0.602029	0.931063	1.10875
4.914	0.0143484	-0.773826	-0.720803	-3.95184	4.01703
5.4054	1.30975	-0.531024	0.480193	2.1137	2.16756
5.8968	0.780576	-0.429165	2.74597	-5.16418	5.84885
6.3882	1.70499	0.424979	-0.512595	2.20852	2.26723
6.8796	0.718349	0.74938	-2.65701	-3.99783	4.80024
7.371	1.10985	1.30424	-1.44098	1.63848	2.18198
7.8624	-0.167302	1.24442	-2.68434	-3.97468	4.79622
8.3538	0.108404	1.27234	-1.60938	0.804698	1.79934
8.8452	-0.976617	0.407408	3.08626	-5.1235	5.98124
9.3366	-0.312383	0.459615	-0.508101	0.163924	0.53389
9.828	-1.00538	-0.353732	0.900929	-9.60212	9.6443