

# Небесна механика

Людмил Владимиров Йовков, 31215

12 май 2013 г.

## 1 Орбитални елементи (на Кеплер)

В следващата програмна реализация, основаваща се на езика за програмиране Matlab, сме използвали известни формули от небесната механика. Преди да покажем кои са те, ще въведем някои специални означения.

$g + \theta$  — дължина на перихелия (в радиани)

$\theta$  — дължина на възходящия възел (в радиани)

$i$  — инклинация (наклоненост в радиани)

$e$  — ексцентрицитет на планетата

$a$  — дължина на голямата полуос

$\lambda = l + g + \theta$  — средна дължина на епохата

По тези шест орбитални елемента са изчислени координатите на планетите, скоростите на планетите, елементите на Делоне и елементите на Поанкаре (съответно от първи и втори вид).

## 2 Координати и скорости на планетите

C  $(x; y; z)^T$  отбелязваме тройката координати на всяка една планета в Слънчевата система. Нека

$$A = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & \cos i & -\sin i \\ 0 & \sin i & \cos i \end{pmatrix},$$
$$C = \begin{pmatrix} \cos g & -\sin g & 0 \\ \sin g & \cos g & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad D = \begin{pmatrix} \cos u - e \\ \sqrt{1 - e^2} \sin u \\ 0 \end{pmatrix}.$$

В такъв случай координатите на планетите се дават с формулата

$$(x; y; z)^T = a \cdot A \cdot B \cdot C \cdot D.$$

Полагаме

$$Q = A \cdot B \cdot C \text{ и } \text{vec} = \begin{pmatrix} -\sin u \\ \sqrt{1-e^2} \cos u \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Скоростите на планетите се получават по формулата

$$(v_x; v_y; v_z)^T = Q \cdot \sqrt{\frac{1}{a}} \cdot \text{vec} \cdot \frac{1}{1 - e \cos u}.$$

Също така  $n = \sqrt{\frac{1}{a^3}}$ ,  $l = n(t - t_0)$ . Числото  $u$  е решение на уравнението

$$l = u - e \sin u.$$

Това е трансцендентно уравнение и не може да се реши явно. Ние използваме итерационния процес

$$u_{k+1} = l + e \sin u_k, \quad k = 0, 1, \dots, 10,$$

където  $u_0$  е някакво достатъчно добро начално приближение.

### 3 Елементи на Делоне

Шестте елемента на Делоне от първи и втори вид са

$$(L; l), (G; g) \text{ и } (\Theta; \theta).$$

$l$ ,  $g$  и  $\theta$  са разположени непосредствено в таблицата с елементите на Кеплер. Другите три променливи се пресмятат с формулите

$$\begin{aligned} L &= m\sqrt{\gamma}\sqrt{a}, \\ G &= m\sqrt{\gamma}\sqrt{a}\sqrt{1-e^2}, \\ \Theta &= m\sqrt{\gamma}\sqrt{a}\sqrt{1-e^2} \cos i. \end{aligned}$$

### 4 Елементи на Поанкаре

Първата група елементи на Поанкаре е

$$\begin{aligned} \Lambda &= L, & \lambda &= l + g + \theta, \\ L - G, & & -g - \theta, \\ G - \Theta, & & -\theta. \end{aligned}$$

Втората група елементи на Поанкаре е

$$\begin{aligned}\Lambda &= L, & \lambda &= l + g + \theta, \\ \xi &= \sqrt{2(L - G)} \cos(g + \theta), & \eta &= -\sqrt{2(L - G)} \sin(g + \theta), \\ p &= \sqrt{2(G - \Theta)} \cos \theta, & q &= -\sqrt{2(G - \Theta)} \sin \theta.\end{aligned}$$

## 5 Програмна реализация

На следващите страници е поместен кодът на Matlab, чрез който изчисляваме всички елементи, скорости и координати.

Файл 1 — формули за координати и скорости

```
function res = coords_speeds(g_theta, theta, g, i, e, a, lambda)
A = [cos(theta), -sin(theta), 0; sin(theta), cos(theta), 0; 0, 0, 1];
B = [1, 0, 0; 0, cos(i), -sin(i); 0, sin(i), cos(i)];
C = [cos(g), -sin(g), 0; sin(g), cos(g), 0; 0, 0, 1];
n = sqrt(1 / a^3);
t = - (9 - (6 / 365.25)) * 2 * pi;
t0 = (g_theta - lambda) / n;
l = n * t - n * t0;
% вектор с приближенията за u
u = zeros(1, 10);
u(1) = l;
for k = 2 : length(u)
    u(k) = l + e * sin(u(k-1));
end
% окончателното число u
u_sol = u(end);
D = [cos(u_sol) - e; sqrt(1 - e^2) * sin(u_sol); 0];
res1 = a * A * B * C * D;
Q = A * B * C;
vec = [-sin(u_sol); sqrt(1 - e^2) * cos(u_sol); 0];
num = 1 / (1 - e * cos(u_sol));
res2 = Q * (1 / sqrt(a)) * vec * num;
res = [res1, res2];
end
```

Файл 2 — пресмятане на координатите и скоростите

```

% Координати и скорости на Меркурий
g_theta1 = 1.3511847;
theta1 = 0.8431191;
g1 = g_theta1 - theta1;
i1 = 0.1221960;
e1 = 0.2056306;
a1 = 0.3870989;
lambda1 = 4.4003757;
result1 = coords_speeds(g_theta1, theta1, g1, i1, e1, a1, lambda1);
disp('МЕРКУРИЙ')
disp('Координатите на Меркурий на 25. 12. 1990 г. са били: ')
mercury_coords = result1(1:end, 1)
r_len1 = sqrt(mercury_coords(1, 1)^2 + mercury_coords(2, 1)^2 +
mercury_coords(3, 1)^2);
disp('Дължината на разстоянието е: ')
r_len1
disp('На 25. 12. 1990 г. Меркурий се е движил със скорост: ')
mercury_speeds = result1(1:end, 2)
v_len1 = sqrt(mercury_speeds(1,1)^2 + mercury_speeds(2,1)^2 +
mercury_speeds(3,1)^2);
disp('Големината на скоростта е: ')
v_len1

% Координати и скорости на Венера
g_theta2 = 2.2945197;
theta2 = 1.3376520;
g2 = g_theta2 - theta2;
i2 = 0.0592186;
e2 = 0.0067732;
a2 = 0.7233199;
lambda2 = 3.1745352;
result2 = coords_speeds(g_theta2, theta2, g2, i2, e2, a2, lambda2);
disp('ВЕНЕРА')
disp('Координатите на Венера на 25. 12. 1990 г. са били: ')
venus_coords = result2(1:end, 1)
r_len2 = sqrt(venus_coords(1, 1)^2 + venus_coords(2, 1)^2 +
venus_coords(3, 1)^2);
disp('Дължината на разстоянието е: ')
r_len2
disp('На 25. 12. 1990 г. Венера се е движила със скорост: ')
venus_speeds = result2(1:end, 2)

```

```

v_len2 = sqrt(venus_speeds(1,1)^2 + venus_speeds(2,1)^2 +
venus_speeds(3,1)^2);
disp('Големината на скоростта е: ')
v_len2

% Координати и скорости на Земята
g_theta3 = 1.7958565;
theta3 = -0.1964356;
g3 = g_theta3 - theta3;
i3 = 0.0000008;
e3 = 0.0167102;
a3 = 1.0000001;
lambda3 = 1.7525447;
result3 = coords_speeds(g_theta3, theta3, g3, i3, e3, a3, lambda3);
disp('ЗЕМЯ')
disp('Координатите на Земята на 25. 12. 1990 г. са били: ')
earth_coords = result3(1:end, 1)
r_len3 = sqrt(earth_coords(1, 1)^2 + earth_coords(2, 1)^2 +
earth_coords(3, 1)^2);
disp('Дължината на разстоянието е: ')
r_len3
disp('На 25. 12. 1990 г. Земята се е движила със скорост: ')
earth_speeds = result3(1:end, 2)
v_len3 = sqrt(earth_speeds(1,1)^2 + earth_speeds(2,1)^2 +
earth_speeds(3,1)^2);
disp('Големината на скоростта е: ')
v_len3

% Координати и скорости на Марс
g_theta4 = 5.8620457;
theta4 = 0.8648700;
g4 = g_theta4 - theta4;
i4 = 0.0322828;
e4 = 0.0934123;
a4 = 1.5236623;
lambda4 = 6.2006856;
result4 = coords_speeds(g_theta4, theta4, g4, i4, e4, a4, lambda4);
disp('МАРС')
disp('Координатите на Марс на 25. 12. 1990 г. са били: ')
mars_coords = result4(1:end, 1)
r_len4 = sqrt(mars_coords(1, 1)^2 + mars_coords(2, 1)^2 +

```

```

mars_coords(3, 1)^2);
disp('Дължината на разстоянието е: ')
r_len4
disp('На 25. 12. 1990 г. Марс се е движил със скорост: ')
mars_speeds = result4(1:end, 2)
v_len4 = sqrt(mars_speeds(1,1)^2 + mars_speeds(2,1)^2 +
mars_speeds(3,1)^2);
disp('Големината на скоростта е: ')
v_len4

% Координати и скорости на Юпитер
g_theta5 = 0.2573727;
theta5 = 1.7541461;
g5 = g_theta5 - theta5;
i5 = 0.0227702;
e5 = 0.0483926;
a5 = 5.2033630;
lambda5 = 0.6001652;
result5 = coords_speeds(g_theta5, theta5, g5, i5, e5, a5, lambda5);
disp('ЮПИТЕР')
disp('Координатите на Юпитер на 25. 12. 1990 г. са били: ')
jupiter_coords = result5(1:end, 1)
r_len5 = sqrt(jupiter_coords(1, 1)^2 + jupiter_coords(2, 1)^2 +
jupiter_coords(3, 1)^2);
disp('Дължината на разстоянието е: ')
r_len5
disp('На 25. 12. 1990 г. Юпитер се е движил със скорост: ')
jupiter_speeds = result5(1:end, 2)
v_len5 = sqrt(jupiter_speeds(1,1)^2 + jupiter_speeds(2,1)^2 +
jupiter_speeds(3,1)^2);
disp('Големината на скоростта е: ')
v_len5

% Координати и скорости на Сатурн
g_theta6 = 1.6124238;
theta6 = 1.9836956;
g6 = g_theta6 - theta6;
i6 = 0.0433400;
e6 = 0.0541506;
a6 = 9.5370703;
lambda6 = 0.8712509;

```

```

result6 = coords_speeds(g_theta6, theta6, g6, i6, e6, a6, lambda6);
disp('САТУРН')
disp('Координатите на Сатурн на 25. 12. 1990 г. са били: ')
saturn_coords = result6(1:end, 1)
r_len6 = sqrt(saturn_coords(1, 1)^2 + saturn_coords(2, 1)^2 +
saturn_coords(3, 1)^2);
disp('Дължината на разстоянието е: ')
r_len6
disp('На 25. 12. 1990 г. Сатурн се е движил със скорост: ')
saturn_speeds = result6(1:end, 2)
v_len6 = sqrt(saturn_speeds(1,1)^2 + saturn_speeds(2,1)^2 +
saturn_speeds(3,1)^2);
disp('Големината на скоростта е: ')
v_len6

% Координати и скорости на Уран
g_theta7 = 2.9823761;
theta7 = 1.2948990;
g7 = g_theta7 - theta7;
i7 = 0.0134297;
e7 = 0.0471677;
a7 = 19.191263;
lambda7 = 5.4641613;
result7 = coords_speeds(g_theta7, theta7, g7, i7, e7, a7, lambda7);
disp('УРАН')
disp('Координатите на Уран на 25. 12. 1990 г. са били: ')
uranus_coords = result7(1:end, 1)
r_len7 = sqrt(uranus_coords(1, 1)^2 + uranus_coords(2, 1)^2 +
uranus_coords(3, 1)^2);
disp('Дължината на разстоянието е: ')
r_len7
disp('На 25. 12. 1990 г. Уран се е движил със скорост: ')
uranus_speeds = result7(1:end, 2)
v_len7 = sqrt(uranus_speeds(1,1)^2 + uranus_speeds(2,1)^2 +
uranus_speeds(3,1)^2);
disp('Големината на скоростта е: ')
v_len7

% Координати и скорости на Нептун
g_theta8 = 0.7845002;
theta8 = 2.2978117;

```

```

g8 = g_theta8 - theta8;
i8 = 0.0308621;
e8 = 0.0085858;
a8 = 30.068963;
lambda8 = 5.3184627;
result8 = coords_speeds(g_theta8, theta8, g8, i8, e8, a8, lambda8);
disp('НЕПТУН')
disp('Координатите на Нептун на 25. 12. 1990 г. са били: ')
neptune_coords = result8(1:end, 1)
r_len8 = sqrt(neptune_coords(1, 1)^2 + neptune_coords(2, 1)^2 +
neptune_coords(3, 1)^2);
disp('Дължината на разстоянието е: ')
r_len8
disp('На 25. 12. 1990 г. Нептун се е движил със скорост: ')
neptune_speeds = result8(1:end, 2)
v_len8 = sqrt(neptune_speeds(1,1)^2 + neptune_speeds(2,1)^2 +
neptune_speeds(3,1)^2);
disp('Големината на скоростта е: ')
v_len8

```

Файл 3 — формули за елементи на Делоне
--

```

function res = del_el(g_theta, theta, g, i, e, a, lambda, m)
% n - средното движение
n = sqrt(1 / a^3);
t = - (9 - (6 / 365.25)) * 2 * pi;
t0 = (g_theta - lambda) / n;
% m0 - масата на Слънцето
m0 = 1.9891 * 10^33;
% grav_const - гравитационната константа
grav_const = 6.67241 * 10^(-11);
% mm - относителната маса
mm = m / m0;
gamma = sqrt(1 + mm);
L = mm * sqrt(gamma) * sqrt(a);
l = n * t - n * t0;
G = mm * sqrt(gamma) * sqrt(a) * sqrt(1 - e^2);
Theta = mm * sqrt(gamma) * sqrt(a) * sqrt(1 - e^2) * cos(i);
res1 = [L; G; Theta];
res2 = [l; g; theta];
res = [res1, res2];
end

```



Файл 4 — формули за елементи на Поанкаре

```
function res = ponc_el(g_theta, theta, g, i, e, a, lambda, m)
% n - средното движение
n = sqrt(1 / a^3);
t0 = (g_theta - lambda) / n;
t = - (9 - (6 / 365.25)) * 2 * pi;
% m0 - масата на Слънцето
m0 = 1.9891 * 10^30;
% grav_const - гравитационната константа
grav_const = 6.6720 * 10^(-11);
% mm - относителната маса
mm = m / m0;
gamma = sqrt(1 + mm);
L = mm * sqrt(gamma) * sqrt(a);
l = n * t - n * t0;
G = mm * sqrt(gamma) * sqrt(a) * sqrt(1 - e^2);
Theta = mm * sqrt(gamma) * sqrt(a) * sqrt(1 - e^2) * cos(i);
% елементи на Поанкаре от 1-ви вид
p11 = L;
p12 = lambda;
p13 = L - G;
p14 = -g_theta;
p15 = G - Theta;
p16 = -theta;
res1 = [p11; p12; p13; p14; p15; p16];
% елементи на Поанкаре от 2-ри вид
p21 = L;
p22 = lambda;
p23 = sqrt(2 * (L - G)) * cos(g_theta);
p24 = -sqrt(2 * (L - G)) * sin(g_theta);
p25 = sqrt(2 * (G - Theta)) * cos(theta);
p26 = -sqrt(2 * (G - Theta)) * sin(theta);
res2 = [p21; p22; p23; p24; p25; p26];
res = [res1, res2];
end
```

Файл 5 — пресмятане на елементи на Делоне

```
format shortg
% Елементи на Делоне за Меркурий
```

```

g_theta1 = 1.3511847;
theta1 = 0.8431191;
g1 = g_theta1 - theta1;
i1 = 0.1221960;
e1 = 0.2056306;
a1 = 0.3870989;
lambda1 = 4.4003757;
m1 = 3.3022 * 10^26;
result1 = del_el(g_theta1, theta1, g1, i1, e1, a1, lambda1, m1);
disp('МЕРКУРИЙ')
disp('Елементите на Делоне от 1-ви вид (L; G; Theta) за Меркурий са: ')
result1(1:end, 1)
disp('Елементите на Делоне от 2-ри вид (l; g; theta) за Меркурий са: ')
result1(1:end, 2)

% Елементи на Делоне за Венера
g_theta2 = 2.2945197;
theta2 = 1.3376520;
g2 = g_theta2 - theta2;
i2 = 0.0592186;
e2 = 0.0067732;
a2 = 0.7233199;
lambda2 = 3.1745352;
m2 = 4.8685 * 10^27;
result2 = del_el(g_theta2, theta2, g2, i2, e2, a2, lambda2, m2);
disp('ВЕНЕРА')
disp('Елементите на Делоне от 1-ви вид (L; G; Theta) за Венера са: ')
result2(1:end, 1)
disp('Елементите на Делоне от 2-ри вид (l; g; theta) за Венера са: ')
result2(1:end, 2)

% Елементи на Делоне за Земята
g_theta3 = 1.7958565;
theta3 = -0.1964356;
g3 = g_theta3 - theta3;
i3 = 0.0000008;
e3 = 0.0167102;
a3 = 1.0000001;
lambda3 = 1.7525447;
m3 = 5.9736 * 10^27;
result3 = del_el(g_theta3, theta3, g3, i3, e3, a3, lambda3, m3);

```

```

disp('ЗЕМЯ')
disp('Елементите на Делоне от 1-ви вид (L; G; Theta) за Земята са: ')
result3(1:end, 1)
disp('Елементите на Делоне от 2-ри вид (l; g; theta) за Земята са: ')
result3(1:end, 2)

% Елементи на Делоне за Марс
g_theta4 = 5.8620457;
theta4 = 0.8648700;
g4 = g_theta4 - theta4;
i4 = 0.0322828;
e4 = 0.0934123;
a4 = 1.5236623;
lambda4 = 6.2006856;
m4 = 6.4185 * 10^26;
result4 = del_el(g_theta4, theta4, g4, i4, e4, a4, lambda4, m4);
disp('МАРС')
disp('Елементите на Делоне от 1-ви вид (L; G; Theta) за Марс са: ')
result4(1:end, 1)
disp('Елементите на Делоне от 2-ри вид (l; g; theta) за Марс са: ')
result4(1:end, 2)

% Елементи на Делоне за Юпитер
g_theta5 = 0.2573727;
theta5 = 1.7541461;
g5 = g_theta5 - theta5;
i5 = 0.0227702;
e5 = 0.0483926;
a5 = 5.2033630;
lambda5 = 0.6001652;
m5 = 1.8986 * 10^30;
result5 = del_el(g_theta5, theta5, g5, i5, e5, a5, lambda5, m5);
disp('ЮПИТЕР')
disp('Елементите на Делоне от 1-ви вид (L; G; Theta) за Юпитер са: ')
result5(1:end, 1)
disp('Елементите на Делоне от 2-ри вид (l; g; theta) за Юпитер са: ')
result5(1:end, 2)

% Елементи на Делоне за Сатурн
g_theta6 = 1.6124238;
theta6 = 1.9836956;

```

```

g6 = g_theta6 - theta6;
i6 = 0.0433400;
e6 = 0.0541506;
a6 = 9.5370703;
lambda6 = 0.8712509;
m6 = 5.6846 * 10^29;
result6 = del_el(g_theta6, theta6, g6, i6, e6, a6, lambda6, m6);
disp('САТУРН')
disp('Елементите на Делоне от 1-ви вид (L; G; Theta) за Сатурн са: ')
result6(1:end, 1)
disp('Елементите на Делоне от 2-ри вид (l; g; theta) за Сатурн са: ')
result6(1:end, 2)

% Елементи на Делоне за Уран
g_theta7 = 2.9823761;
theta7 = 1.2948990;
g7 = g_theta7 - theta7;
i7 = 0.0134297;
e7 = 0.0471677;
a7 = 19.191263;
lambda7 = 5.4641613;
m7 = (8.6810 + 0.0013) * 10^28;
result7 = del_el(g_theta7, theta7, g7, i7, e7, a7, lambda7, m7);
disp('УРАН')
disp('Елементите на Делоне от 1-ви вид (L; G; Theta) за Уран са: ')
result7(1:end, 1)
disp('Елементите на Делоне от 2-ри вид (l; g; theta) за Уран са: ')
result7(1:end, 2)

% Елементи на Делоне за Нептун
g_theta8 = 0.7845002;
theta8 = 2.2978117;
g8 = g_theta8 - theta8;
i8 = 0.0308621;
e8 = 0.0085858;
a8 = 30.068963;
lambda8 = 5.3184627;
m8 = 1.0243 * 10^29;
result8 = del_el(g_theta8, theta8, g8, i8, e8, a8, lambda8, m8);
disp('НЕПТУН')
disp('Елементите на Делоне от 1-ви вид (L; G; Theta) за Нептун са: ')

```

```

result8(1:end, 1)
disp('Елементите на Делоне от 2-ри вид (l; g; theta) за Нептун са: ')
result8(1:end, 2)

```

Файл 6 — пресмятане на елементи на Поанкаре
---

```

format shortg
% Елементи на Поанкаре за Меркурий
g_theta1 = 1.3511847;
theta1 = 0.8431191;
g1 = g_theta1 - theta1;
i1 = 0.1221960;
e1 = 0.2056306;
a1 = 0.3870989;
lambda1 = 4.4003757;
m1 = 3.3022 * 10^23;
result1 = ponc_el(g_theta1, theta1, g1, i1, e1, a1, lambda1, m1);
disp('МЕРКУРИЙ')
disp('Елементите на Поанкаре от 1-ви вид (Lambda; lambda; L-G;
-g-theta; G-Theta; -theta) за Меркурий са: ')
result1(1:end, 1)
disp('Елементите на Поанкаре от 2-ри вид (Lambda; lambda; xi;
eta; p; q) за Меркурий са: ')
result1(1:end, 2)

% Елементи на Поанкаре за Венера
g_theta2 = 2.2945197;
theta2 = 1.3376520;
g2 = g_theta2 - theta2;
i2 = 0.0592186;
e2 = 0.0067732;
a2 = 0.7233199;
lambda2 = 3.1745352;
m2 = 4.8685 * 10^24;
result2 = ponc_el(g_theta2, theta2, g2, i2, e2, a2, lambda2, m2);
disp('ВЕНЕРА')
disp('Елементите на Поанкаре от 1-ви вид (Lambda; lambda; L-G;
-g-theta; G-Theta; -theta) за Венера са: ')
result2(1:end, 1)
disp('Елементите на Поанкаре от 2-ри вид (Lambda; lambda; xi;
eta; p; q) за Венера са: ')

```

```

result2(1:end, 2)

% Элементы на Поанкаре за Земята
g_theta3 = 1.7958565;
theta3 = -0.1964356;
g3 = g_theta3 - theta3;
i3 = 0.00000008;
e3 = 0.0167102;
a3 = 1.00000001;
lambda3 = 1.7525447;
m3 = 5.9736 * 10^24;
result3 = ponc_el(g_theta3, theta3, g3, i3, e3, a3, lambda3, m3);
disp('ЗЕМЯ')
disp('Элементите на Поанкаре от 1-ви вид (Lambda; lambda; L-G;
-g-theta; G-Theta; -theta) за Земята са: ')
result3(1:end, 1)
disp('Элементите на Поанкаре от 2-ри вид (Lambda; lambda; xi;
eta; p; q) за Земята са: ')
result3(1:end, 2)

% Элементы на Поанкаре за Марс
g_theta4 = 5.8620457;
theta4 = 0.8648700;
g4 = g_theta4 - theta4;
i4 = 0.0322828;
e4 = 0.0934123;
a4 = 1.5236623;
lambda4 = 6.2006856;
m4 = 6.4185 * 10^23;
result4 = ponc_el(g_theta4, theta4, g4, i4, e4, a4, lambda4, m4);
disp('МАРС')
disp('Элементите на Поанкаре от 1-ви вид (Lambda; lambda; L-G;
-g-theta; G-Theta; -theta) за Марс са: ')
result4(1:end, 1)
disp('Элементите на Поанкаре от 2-ри вид (Lambda; lambda; xi;
eta; p; q) за Марс са: ')
result4(1:end, 2)

% Элементы на Поанкаре за Юпитер
g_theta5 = 0.2573727;
theta5 = 1.7541461;

```

```

g5 = g_theta5 - theta5;
i5 = 0.0227702;
e5 = 0.0483926;
a5 = 5.2033630;
lambda5 = 0.6001652;
m5 = 1.8986 * 10^27;
result5 = ponc_el(g_theta5, theta5, g5, i5, e5, a5, lambda5, m5);
disp('ЮПИТЕР')
disp('Элементите на Поанкаре от 1-ви вид (Lambda; lambda; L-G;
-g-theta; G-Theta; -theta) за Юпитер са: ')
result5(1:end, 1)
disp('Элементите на Поанкаре от 2-ри вид (Lambda; lambda; xi;
eta; p; q) за Юпитер са: ')
result5(1:end, 2)

% Элементы на Поанкаре за Сатурн
g_theta6 = 1.6124238;
theta6 = 1.9836956;
g6 = g_theta6 - theta6;
i6 = 0.0433400;
e6 = 0.0541506;
a6 = 9.5370703;
lambda6 = 0.8712509;
m6 = 5.6846 * 10^26;
result6 = ponc_el(g_theta6, theta6, g6, i6, e6, a6, lambda6, m6);
disp('САТУРН')
disp('Элементите на Поанкаре от 1-ви вид (Lambda; lambda; L-G;
-g-theta; G-Theta; -theta) за Сатурн са: ')
result6(1:end, 1)
disp('Элементите на Поанкаре от 2-ри вид (Lambda; lambda; xi;
eta; p; q) за Сатурн са: ')
result6(1:end, 2)

% Элементы на Поанкаре за Уран
g_theta7 = 2.9823761;
theta7 = 1.2948990;
g7 = g_theta7 - theta7;
i7 = 0.0134297;
e7 = 0.0471677;
a7 = 19.191263;
lambda7 = 5.4641613;

```

```

m7 = (8.6810 + 0.0013) * 10^25;
result7 = ponc_el(g_theta7, theta7, g7, i7, e7, a7, lambda7, m7);
disp('УРАН')
disp('Елементите на Поанкаре от 1-ви вид (Lambda; lambda; L-G;
-g-theta; G-Theta; -theta) за Уран са: ')
result7(1:end, 1)
disp('Елементите на Поанкаре от 2-ри вид (Lambda; lambda; xi;
eta; p; q) за Уран са: ')
result7(1:end, 2)

% Елементи на Поанкаре за Нептун
g_theta8 = 0.7845002;
theta8 = 2.2978117;
g8 = g_theta8 - theta8;
i8 = 0.0308621;
e8 = 0.0085858;
a8 = 30.068963;
lambda8 = 5.3184627;
m8 = 1.0243 * 10^26;
result8 = ponc_el(g_theta8, theta8, g8, i8, e8, a8, lambda8, m8);
disp('НЕПТУН')
disp('Елементите на Поанкаре от 1-ви вид (Lambda; lambda; L-G;
-g-theta; G-Theta; -theta) за Нептун са: ')
result8(1:end, 1)
disp('Елементите на Поанкаре от 2-ри вид (Lambda; lambda; xi;
eta; p; q) за Нептун са: ')
result8(1:end, 2)

```