

```

1  from numpy import *
2  from matplotlib.pyplot import *
3
4  # Функция f подготавливает массив, содержащий элементы вектор-функции,
5  # определяющей правую часть решаемой системы ОДУ
6  def f(u,g,k,mass):
7      f = zeros(5)
8      # Определение исходной правой части (до перехода к длине дуги кривой)
9      f[0] = u[2]
10     f[1] = u[3]
11     f[2] = 0. - k/mass*sqrt(u[2]**2 + u[3]**2)*u[2]
12     f[3] = -g - k/mass*sqrt(u[2]**2 + u[3]**2)*u[3]
13     # Добавление ещё одной компоненты вектор-функции, которая отвечает за t
14     f[4] = 1
15     # Переопределение правой части (реализация перехода к длине дуги кривой)
16     f = f/sqrt(1 + f[0]**2 + f[1]**2 + f[2]**2 + f[3]**2)
17     return f
18
19 # Определение входных данных задачи
20 t_0 = 0.; T = 7.
21 x_0 = 0.; y_0 = 0.
22 v_0 = 150.; alpha = pi/4
23 g = 9.81; k = 10.; mass = 500.
24
25 # Определение шага сетки вдоль интегральной кривой
26 dl = 10.
27
28 # Выделение памяти под массив сеточных значений решения системы ОДУ
29 # В строке с номером m этого массива хранятся сеточные значения решения,
30 # соответствующие моменту времени t_m
31 # Число J, определяющее число строк массива, заадём с запасом
32 J = 1000
33 u = zeros((J,5))
34
35 # Задание начальных условий
36 # (записываются строку с номером 0 массива u)
37 u[0,0] = x_0; u[0,1] = y_0
38 u[0,2] = v_0*cos(alpha); u[0,3] = v_0*sin(alpha)
39 u[0,4] = t_0
40
41 # Реализация схемы ERK2
42 j = 0
43 while u[j,4] < T:
44     w_1 = f(u[j],g,k,mass)
45     w_2 = f(u[j] + dl*2/3*w_1,g,k,mass)
46     u[j + 1] = u[j] + dl*(1/4*w_1 + 3/4*w_2)
47     j = j + 1
48
49 # Отрисовка решения
50 figure()
51 plot(u[1:j + 1,0],u[1:j + 1,1],'-ro',markersize=5)
52 title('Траектория движения тела')
53 xlabel('x'); ylabel('y')
54 xlim((0,1.62*80)); ylim((0,80))

```

Комментарий к файлу:

Листинг программы, реализующей переход к длине дуги кривой (с процедурой формальной автономизации) в задаче Коши для системы ОДУ, возникающей при моделировании движения тела, брошенного под углом к горизонту в поле тяжести с учётом сопротивления воздуха. Для решения используется схема ERK2.