

```

1  #! python3.7
2  # -*- coding: utf-8 -*-
3  from numpy import zeros, linspace
4  from matplotlib.pyplot import style, figure, axes
5
6  # Функция f возвращает значение правой части решаемого ОДУ
7  def f(u,t,lambd) :
8      f = lambd*u*(t - u)
9      return f
10
11 # Функция f_u возвращает значение частной производной f_u
12 def f_u(u,t,lambd) :
13     f_u = lambd*(t - 2*u)
14     return f_u
15
16 # Функция реализует решение ОДУ на сетке с M интервалами
17 # по схеме, определяемой параметром alpha
18 def ODESolving(t_0,T,u_0,lambd,M,alpha) :
19     # Определение сетки
20     tau = (T - t_0)/M
21     t = linspace(t_0,T,M + 1)
22     # Выделение памяти под массив сеточных значений решения ОДУ
23     u = zeros(M + 1)
24     # Задание начального условия
25     u[0] = u_0
26     # Реализация схемы из семейства ROS1
27     # конкретная схема определяется коэффициентом alpha
28     for m in range(M) :
29         w_1 = f(u[m],t[m] + tau/2,lambd)\
30             /(1 - alpha*tau*f_u(u[m],t[m],lambd))
31         u[m + 1] = u[m] + tau*w_1.real
32     return t, u
33
34 # Определение входных данных задачи
35 t_0 = -1.; T = 2.
36 u_0 = 3.; lambd = 10.
37
38 # Определение числа интервалов сетки,
39 # на которой будет искаться приближённое решение
40 M = 50
41
42 # Отрисовка решения
43 style.use('dark_background')
44
45 fig = figure()
46 ax = axes(xlim=(t_0,T), ylim=(0, 3))
47 ax.set_aspect('equal');
48 ax.set_xlabel('t'); ax.set_ylabel('u');
49 ax.set_title('График решения u(t)')
50 t, u = ODESolving(t_0,T,u_0,lambd,M,0.)
51 ax.plot(t,u,'-r',markersize=5,label='ERK1')
52 t, u = ODESolving(t_0,T,u_0,lambd,M,0.5)
53 ax.plot(t,u,'-y',markersize=5,label='KN')
54 t, u = ODESolving(t_0,T,u_0,lambd,M,1.)
55 ax.plot(t,u,'-b',markersize=5,label='DIRK1')
56 t, u = ODESolving(t_0,T,u_0,lambd,M,(1+1j)/2)
57 ax.plot(t,u,'-g',markersize=5,label='CROS1')
58 ax.legend()
59
60 # Листинг программы, реализующей решение жёсткого ОДУ
61 # с помощью различных схем из семейства схем ROS1
62 # (На примере решения задачи из 'Пример 12-3' без автономизации)

```