

# Лабораторная работа №3

---

Косолапов Степан Эдуардович.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Косолапов Степан Эдуардович
- студент группы НПИбд-01-20
- Российский университет дружбы народов
- <https://github.com/stepaKosolapov>

## Вводная часть

---

- Необходимость навыков моделирования реальных математических задач, построение графиков.

- Задача о ведении боевых действий
- Языки для моделирования:
  - Julia
  - OpenModelica

- Рассмотреть два случая ведения боевых действий:
  1. Модель боевых действий между регулярными войсками;
  2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов;
- Построить графики изменения численности войск армии X и армии У для соответствующий случаев.

- Языки для моделирования:
  - Julia
  - OpenModelica



## Процесс выполнения работы

---

- Модель боевых действий между регулярными войсками:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.4x(t) - 0.607y(t) + 2 \sin(3t) \\ \frac{dy}{dt} = -0.667x(t) - 0.42y(t) + 2 \cos(6t) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t) \\ \frac{dy}{dt} = -c(t)x(t) - h(t)y(t) + Q(t) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{x} = -by \\ \dot{y} = -cx \end{cases}$$

$$\frac{dx}{dy} = \frac{by}{cx}$$

$$cxdx = bydy$$

$$cx^2 - by^2 = C$$

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.337x(t) - 0.733y(t) + \sin(2t) + 1 \\ \frac{dy}{dt} = -0.29x(t)y(t) - 0.8y(t) + 2\cos(t) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t) \\ \frac{dy}{dt} = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -by(t) \\ \frac{dy}{dt} = -cx(t)y(t) \end{cases}$$

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{b}{2}x^2(t) - cy(t) \right) = 0$$

$$\frac{b}{2}x^2(t) - cy(t) = \frac{b}{2}x^2(0) - cy(0) = C_1$$

# Код на Julia

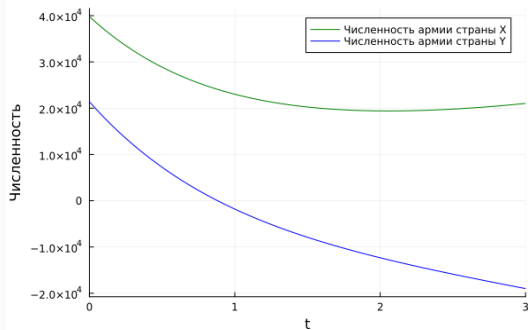
```
1 using Plots
2 using DifferentialEquations
3
4 "Начальные условия:"
5 x_0 = 39800
6 y_0 = 21400
7
8 u_0 = [x_0, y_0]
9 T = (0.0, 3.0)
10
11 "Модель боевых действий 1:"
12 a_1 = 0.4
13 b_1 = 0.607
14 c_1 = 0.667
15 h_1 = 0.42
16
17 function P_1(t)
18     return 2sin(3t)
19 end
20
21 function Q_1(t)
22     return 2cos(6t)
23 end
24
25 function F_1!(du, u, p, t)
26     du[1] = -a_1*u[1] - b_1*u[2] + P_1(t)
27     du[2] = -c_1*u[1] - h_1*u[2] + Q_1(t)
28 end
29
30 prob_1 = ODEProblem(F_1!, u_0, T)
31 sol_1 = solve(prob_1, saveat=0.01)
32
33 plt_1 = plot(
34     sol_1,
35     vars = (0, 1),
36     color = :green,
37     label = "Численность армии страны X",
38     title = "Модель боевых действий 1",
39     xlabel = "Время",
40     ylabel = "Численность"
41 )
42
43 plot!(
44     sol_1,
45     vars = (0, 2),
46     color = :blue,
47     label = "Численность армии страны Y"
48 )
49
50 savefig(plt_1, "julia_case_1.png")
```

```
52 "Модель боевых действий 2:"
53 a_2 = 0.337
54 b_2 = 0.733
55 c_2 = 0.229
56 h_2 = 0.8
57
58 function P_2(t)
59     return sin(2t) + 1
60 end
61
62 function Q_2(t)
63     return 2cos(t)
64 end
65
66 function F_2!(du, u, p, t)
67     du[1] = -a_2*u[1] - b_2*u[2] + P_2(t)
68     du[2] = -c_2*u[1]*u[2] - h_2*u[2] + Q_2(t)
69 end
70
71 prob_2 = ODEProblem(F_2!, u_0, T)
72 sol_2 = solve(prob_2, saveat=0.01)
73
74 plt_2 = plot(
75     sol_2,
76     vars = (0, 1),
77     color = :green,
78     label = "Численность армии страны X",
79     title = "Модель боевых действий №2",
80     xlabel = "Время",
81     ylabel = "Численность"
82 )
83
84 plot!(
85     sol_2,
86     vars = (0, 2),
87     color = :blue,
88     label = "Численность армии страны Y"
89 )
90
91 savefig(plt_2, "julia_case_2.png")
```

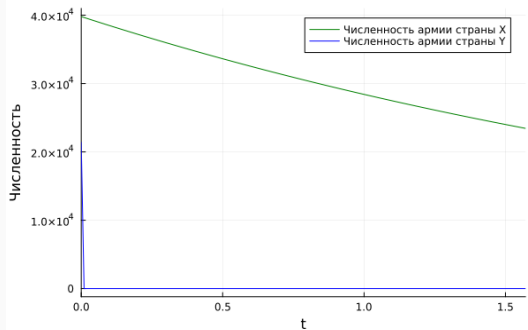
```
1 model lab3_1
2   constant Integer x_0 = 39800;
3   constant Integer y_0 = 21400;
4   constant Real a = 0.4;
5   constant Real b = 0.607;
6   constant Real c = 0.667;
7   constant Real h = 0.42;
8   Real x(start=x_0);
9   Real y(start=y_0);
10  Real t = time;
11  equation
12    der(x) = -a*x - b*y + 2 * sin(3*t);
13    der(y) = -c*x - h*y + 2 * cos(6*t);
14    annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 3.0),
15      Documentation);
16 end lab3_1;
```

```
1 model lab3_2
2   constant Integer x_0 = 39800;
3   constant Integer y_0 = 21400;
4   constant Real a = 0.337;
5   constant Real b = 0.733;
6   constant Real c = 0.229;
7   constant Real h = 0.8;
8   Real x(start=x_0);
9   Real y(start=y_0);
10  Real t = time;
11  equation
12    der(x) = -a*x - b*y + sin(2*t) + 1;
13    der(y) = -c*x*y - h*y + 2*cos(t);
14    annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 3.0),
15      Documentation);
16 end lab3_2;
```

## Модель боевых действий 1

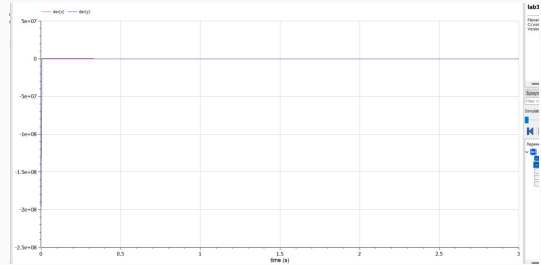
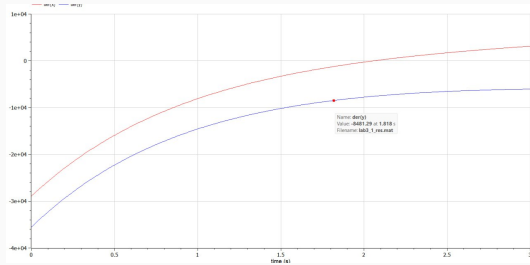


## Модель боевых действий №2





# Графики на openmodelica



## Результаты работы

---

- Рассмотрели два случая ведения боевых действий:
  1. Модель боевых действий между регулярными войсками;
  2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов;
- Построили графики изменения численности войск армии X и армии У для соответствующий случаев.

## Вывод

---

Создали модель боевых действий по средствам языков Julia и OpenModelica. Построили соответствующие графики двух случаев ведения боевых действий.