

# **Лабораторная работа №3**

**Модель боевых действий**

Логинов Егор Игоревич

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>14</b>
	<b>Список литературы</b>	<b>15</b>

## Список иллюстраций

4.1	Код для модели боевых действий между регулярными войсками в Julia . . . . .	8
4.2	График модели боевых действий между регулярными войсками на Julia . . . . .	9
4.3	Код для модели ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов В Julia . . . . .	9
4.4	График модели ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на Julia . . . . .	10
4.5	Код модели боевых действий между регулярными войсками на OpenModelica . . . . .	11
4.6	Код модели ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на OpenModelica . . . . .	12
4.7	Установка настроек симуляции модели боевых действий на OpenModelica . . . . .	12
4.8	Модель боевых действий между регулярными войсками на OpenModelica . . . . .	13
4.9	Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на OpenModelica . . . . .	13

## **Список таблиц**

# 1 Цель работы

Построить модели боевых действий на языках Julia и OpenModelica. Решить ОДУ 1 порядка с помощью графиков и рассмотреть модели боевых действий между регулярными войсками. Рассмотреть модель ведения боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов.

## 2 Задание

Рассмотреть две модели Ланчестера - простейшие модели боевых действий:

1. Модель боевых действий между регулярными войсками
2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Проверить, как работает модель в различных ситуациях, построить графики  $y(t)$  и  $x(t)$  в рассматриваемых случаях.

### 3 Теоретическое введение

1. Модель боевых действий между регулярными войсками описывается следующим ОДУ:

$$dx/dt = -ax(t) - bx(t) + P(t)$$

$$dy/dt = -cx(t) - hy(t) + Q(t)$$

2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов:  $dx/dt = -a(t)x(t) - b(t)x(t) + P(t)$

$$dy/dt = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t), \text{ где: } a, b, c, h - \text{ постоянные коэффициенты}$$

$a(t), h(t)$  - коэффициенты, описывающие потери, не связанные с боевыми действиями

$c(t), b(t)$  - коэффициенты, описывающие потери, связанные с боевыми действиями

$P(t), Q(t)$  - функции, учитывающие возможность подхода подкрепления к войскам

Подробнее о модели боевых действий в [1,2]

## 4 Выполнение лабораторной работы

Изучили теорию, приступаем к написанию кода на Julia. Решаем систему ОДУ [3] с данными нам коэффициентами (рис. 4.1).

```
home > yegor > work > study > 2022-2023 > Математическое моделирование > mathmod > labs > lab3 > lab3v1.jl
1 using Plots
2 using DifferentialEquations
3
4 x_start = 25000
5 y_start = 13000
6 a = -0.41
7 b = -0.83
8 c = -0.29
9 h = -0.63
10 P(t) = sin(t+3)
11 Q(t) = cos(t+3)
12 t_start = 0
13 t_end = 2
14 dt = 50
15 t = collect(LinRange(t_start, t_end, dt))
16
17 function F(du, u, p, t)
18     du[1] = a*u[1] + b*u[2] + P(t)
19     du[2] = c*u[1] + h*u[2] + Q(t)
20 end
21
22 u0 = [x_start, y_start]
23
24 prob = ODEProblem(F, u0, (t_start, t_end))
25
26 solving = solve(prob)
27
28 plt = plot(solving, vars=(0,1), title="Модель боевых действий 1", ylabel = "Численность армии", label = "Армия X")
29 plot!(solving, vars=(0,2), xlabel = "Время", label = "Армия Y")
30
31 savefig(plt, "fig003.png")
```

Рис. 4.1: Код для модели боевых действий между регулярными войсками в Julia

Рассмотрим полученный график: мы видим, что численность армии страны Y первой достигла 0. Соответственно, страна Y проиграла (рис. 4.2).



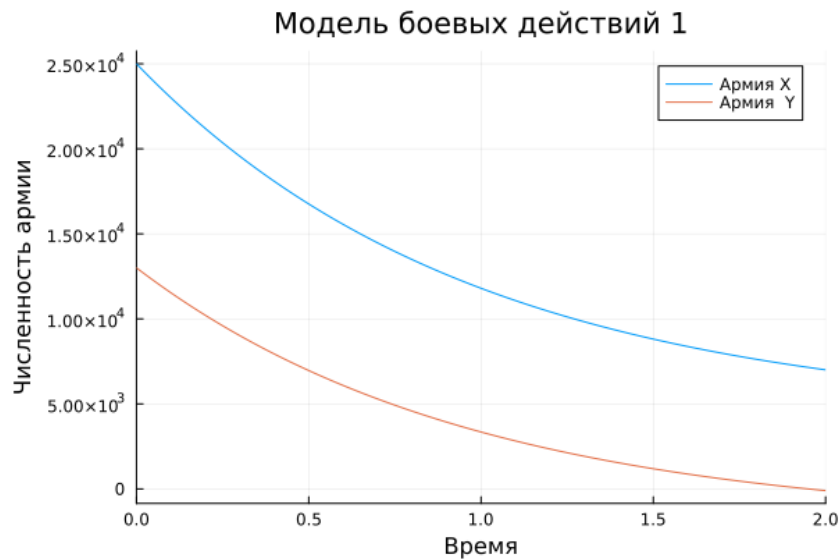


Рис. 4.2: График модели боевых действий между регулярными войсками на Julia

На втором графике проигрывает армия страны Y (рис. 4.3) (рис. 4.4).

```

home > yegor > work > study > 2022-2023 > Математическое моделирование > mathmod > labs > lab3 > lab3v2.jl
1 using Plots
2 using DifferentialEquations
3
4 x_start = 25000
5 y_start = 13000
6 a = -0.33
7 b = -0.88
8 c = -0.44
9 h = -0.77
10 P(t) = sin(t)
11 Q(t) = cos(3*t)
12 t_start = 0
13 t_end = 0.01
14 dt = 50
15 t = collect(LinRange(t_start, t_end, dt))
16
17 function F(du, u, p, t)
18     du[1] = a*u[1] + b*u[2] + P(t)
19     du[2] = c*u[1]*u[2] + h*u[2] + Q(t)
20 end
21
22 u0 = [x_start, y_start]
23
24 prob = ODEProblem(F, u0, (t_start, t_end))
25
26 solving = solve(prob)
27
28 plt = plot(solving, vars=(0,1), title="Модель боевых действий 1", ylabel = "Численность армии", label = "Армия X")
29 plot!(solving, vars=(0,2), xlabel = "Время", label = "Армия Y")
30
31 savefig(plt, "fig004.png")

```

Рис. 4.3: Код для модели ведения боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов в Julia

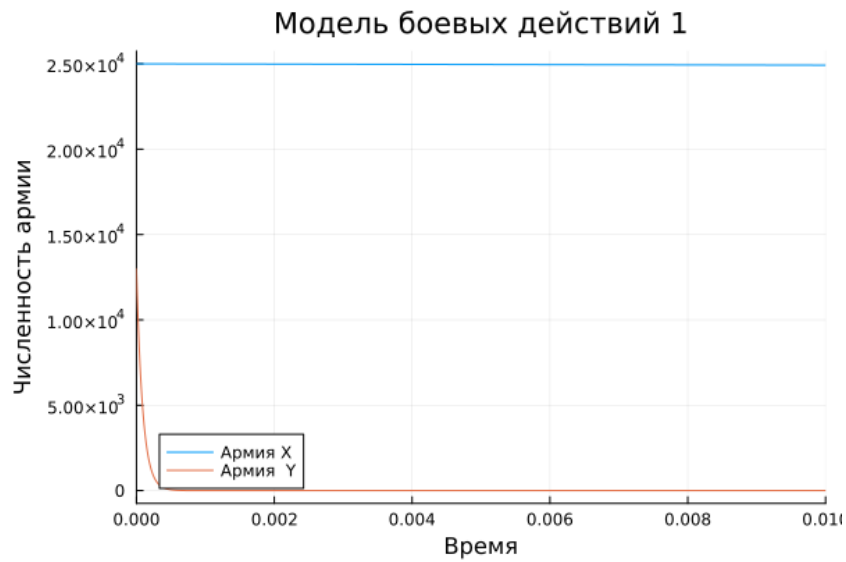


Рис. 4.4: График модели ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на Julia

Дальше переходим к написанию кода на OpenModelica. Решаем систему ОДУ и получаем первую модель (рис. 4.5).

```

1  model lab3v1
2  parameter Integer x_start = 25000;
3  parameter Integer y_start = 13000;
4  parameter Real a = -0.41;
5  parameter Real b = -0.83;
6  parameter Real c = -0.29;
7  parameter Real h = -0.63;
8  Real x(start=x_start);
9  Real y(start=y_start);
10 Real P;
11 Real Q;
12 equation
13 P = sin(time + 3);
14 Q = cos(time + 3);
15 der(x) = a*x + b*y + P;
16 der(y) = c*x + h*y + Q;
17 end lab3v1;

```

Рис. 4.5: Код модели боевых действий между регулярными войсками на OpenModelica

Наша вторая модель (рис. 4.6).

```

1 model lab3v2
2 parameter Integer x_start = 25000;
3 parameter Integer y_start = 13000;
4 parameter Real a = -0.33;
5 parameter Real b = -0.88;
6 parameter Real c = -0.44;
7 parameter Real h = -0.77;
8 Real x(start=x_start);
9 Real y(start=y_start);
10 Real P;
11 Real Q;
12 equation
13 P = sin(time);
14 Q = cos(3*time);
15 der(x) = a*x + b*y + P;
16 der(y) = c*x*y + h*y + Q;
17 end lab3v2;

```

Рис. 4.6: Код модели ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на OpenModelica

Делаем установку настроек симуляции (рис. 4.7).

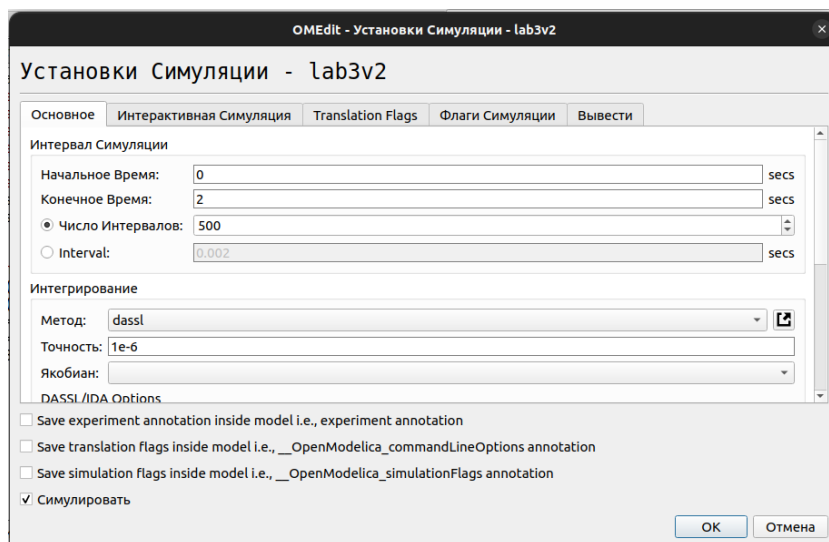


Рис. 4.7: Установка настроек симуляции модели боевых действий на OpenModelica

Получаем графики моделей боя (рис. 4.8) (рис. 4.9).

Графики похожи на графики в Julia, значит мы сделали все верно. Исходы боя получили аналогичным на Julia.

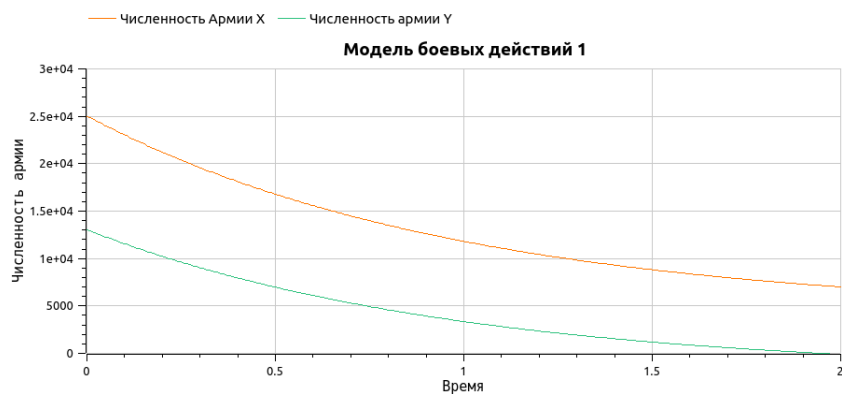


Рис. 4.8: Модель боевых действий между регулярными войсками на OpenModelica

На втором графике проигрывает армия Y (рис. 4.9).

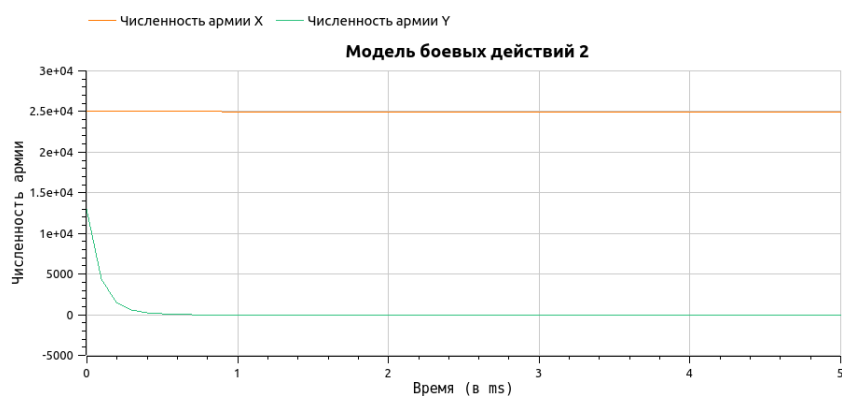


Рис. 4.9: Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на OpenModelica

## 5 Выводы

В ходе лабораторной работы были получены навыки работы с простейшими моделями боевых действий. Улучшены навыки работы с Julia и OpenModelica. Результат работы - графики, наглядно показывающие результат. Если сравнивать данные языки программирования, то для решения этой задачи OpenModelica кажется проще в реализации и быстрее в скорости выполнения. Очень удобный интерфейс, с которым получилось легко разобраться и работать.

## Список литературы

1. Теоритическая справка ”Модель боевых действий [Электронный ресурс]. URL: [https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971652/mod\\_resource/content/2/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%E2%84%96%202.pdf](https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971652/mod_resource/content/2/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%E2%84%96%202.pdf).
2. Модель Ланчестера [Электронный ресурс]. URL: <https://www.socionauki.ru/journal/articles/130365/>.
3. Решение дифференциальных уравнений на Julia [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stochasticlifestyle.com/comparison-differential-equation-solver-suites-matlab-r-julia-python-c-fortran/>.