

# Лабораторная работа №3

## Модель боевых действий

---

Ильин А.В.

25 февраля 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

# Информация

---

- Ильин Андрей Владимирович
- НФИбд-01-20
- 1032201656
- Российский Университет Дружбы Народов
- 1032201656@pfur.ru
- <https://github.com/av-ilin>



# **Вводная часть**

---

- Приобрести необходимые в современном научном сообществе навыки моделирования задач.
- Освоить средства моделирования, такие как Julia и OpenModelica

- Язык программирования Julia
- OpenModelica
- Модели Ланчестера

- Рассмотреть простейшие модели боевых действий, а именно модели Ланчестера.
- Смоделировать боевые действия средствами OpenModelica и Julia.

Между страной  $X$  и страной  $Y$  идет война. Численность состава войск исчисляется от начала войны, и являются временными функциями  $x(t)$  и  $y(t)$ .

Необходимо построить:

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



- Язык программирования Julia
- OpenModelica

## **Выполнение работы**

---

## Julia. Модель боевых действий между регулярными войсками (I)

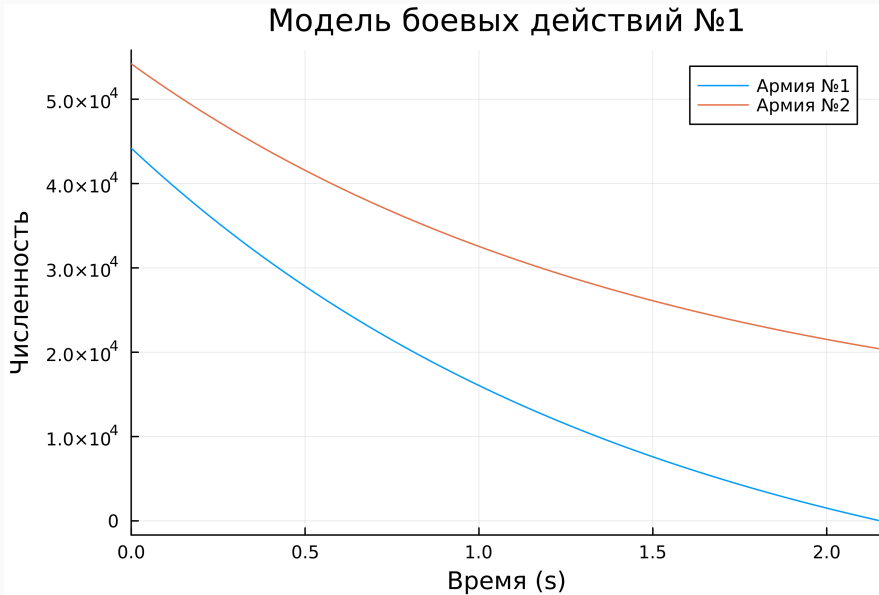
```
1  using Plots
2  using DifferentialEquations
3
4
5  const X = 44200
6  const Y = 54200
7  const a = 0.312
8  const b = 0.456
9  const c = 0.256
10 const h = 0.340
11 const P(t) = sin.(t + 3)
12 const Q(t) = cos.(t + 7)
13 const t_start = 0
14 const t_end = 2.16
15
```

**Рис. 1:** Julia. Скрипт для моделирования боевых действий между регулярными войсками (1)

## Julia. Модель боевых действий между регулярными войсками (II)

```
16
17 function Battle!(df, u, p, t)
18     df[1] = -a * u[1] - b * u[2] + P(t);
19     df[2] = -c * u[1] - h * u[2] + Q(t);
20 end
21 u0 = [X, Y]
22 tspan = (t_start, t_end)
23 prob = ODEProblem(Battle!, u0, tspan)
24 sol = solve(prob)
25
26
27 plt = plot(sol,
28             title="Модель боевых действий №1",
29             dpi=500,
30             label=["Армия №1" "Армия №2"],
31             xlabel="Время (s)",
32             ylabel="Численность")
33 savefig(plt, "artifacts/lab03-1_JL.png")
```

**Рис. 2:** Julia. Скрипт для моделирования боевых действий между регулярными войсками (2)



## Julia. Модель боевых действий с участием партизанских отрядов (I)

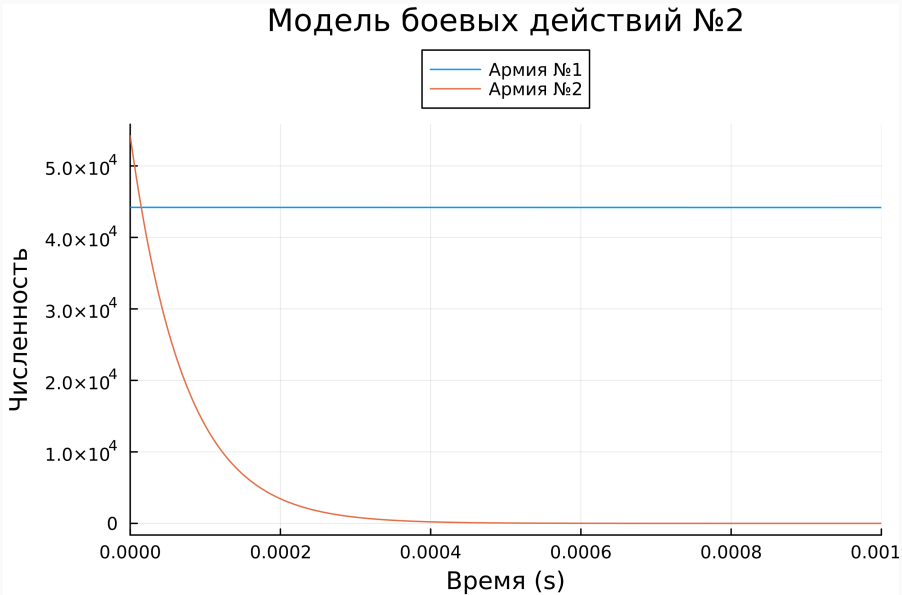
```
1  using Plots
2  using DifferentialEquations
3
4
5  const X = 44200
6  const Y = 54200
7  const a = 0.318
8  const b = 0.615
9  const c = 0.312
10 const h = 0.512
11 const P(t) = abs.(cos.(8 * t))
12 const Q(t) = abs.(sin.(6 * t))
13 const t_start = 0
14 const t_end = 0.001
15
```

**Рис. 4:** Julia. Скрипт для моделирования боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов (1)

## Julia. Модель боевых действий с участием партизанских отрядов (II)

```
16
17 function Battle!(df, u, p, t)
18     df[1] = -a * u[1] - b * u[2] + P(t);
19     df[2] = -c * u[1] * u[2] - h * u[2] + Q(t);
20 end
21 u0 = [X, Y]
22 tspan = (t_start, t_end)
23 prob = ODEProblem(Battle!, u0, tspan)
24 sol = solve(prob)
25
26 plt = plot(sol,
27             title="Модель боевых действий №2",
28             dpi=500,
29             label=["Армия №1" "Армия №2"],
30             xlabel="Время (s)",
31             ylabel="Численность",
32             legend=:outertop)
33 savefig(plt, "artifacts/lab03-2_JL.png")
```

**Рис. 5:** Julia. Скрипт для моделирования боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов (2)





# ОМ. Модель боевых действий между регулярными войсками (I)

The screenshot displays the OMEdit - OpenModelica Connection Editor interface. The main window shows the code for the Battle01 model, which is a set of ordinary differential equations (ODEs) describing the dynamics of a battle. The code is as follows:

```
1 model Battle01
2   Real x;
3   Real y;
4   Real a = 0.312;
5   Real b = 0.456;
6   Real c = 0.256;
7   Real h = 0.340;
8   Real t = time;
9   initial equation
10    x = 44200;
11    y = 54200;
12   equation
13    der(x) = -a * x - b * y + sin(t + 3);
14    der(y) = -c * x - h * y + cos(t + 7);
15 end Battle01;
```

The left sidebar shows the library structure, including the Battle02 and Battle01 models. The bottom panel displays the simulation results for Battle02, indicating that the simulation is finished (100% completion). The output file path is shown as C:/Users/Cell/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/Battle02/Battle02.exe.

Браузер ... x

Battle02

Battle01

Библиотеки

- > P Op...ica
- > Mo...es
- > c Complex
- > Modelica
- M Battle02
- M Battle01

1 model Battle01

2 Real x;

3 Real y;

4 Real a = 0.312;

5 Real b = 0.456;

6 Real c = 0.256;

7 Real h = 0.340;

8 Real t = time;

9 initial equation

10 x = 44200;

11 y = 54200;

12 equation

13 der(x) = -a \* x - b \* y + sin(t + 3);

14 der(y) = -c \* x - h \* y + cos(t + 7);

15 end Battle01;

Браузер Сообщений

All Уведомления Warnings Errors Battle02 x

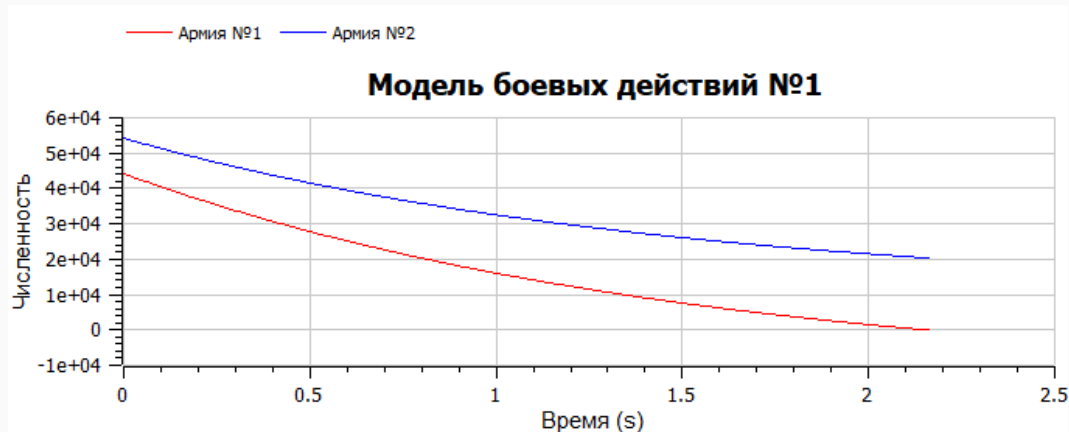
Simulation of Battle02 is finished. 100%

Отменить Симуляцию Open Output File

Компиляция Вывести

C:/Users/Cell/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/Battle02/Battle02.exe -port=51431 -logFormat=xmlog -override=startTime=0,stopTime=0.001,stepSize=2e-05,tolerance=1e-6,solver=dassl,outputFormat=mat,variableFilter=.\* -r=C:/Users/Cell/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/Battle02/Battle02\_res.mat -w -lv=LOG\_STATS -inputPath=C:/Users/Cell/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/Battle02 -outputPath=C:/Users/Cell/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/Battle02

Ln: 1, Col: 0 Приветствие Моделирование Вывод на график Debugging



**Рис. 8:** Modelica. Модель боевых действий между регулярными войсками

# ОМ. Модель боевых действий с участием партизанских отрядов (I)

The screenshot displays the OMEdit - OpenModelica Connection Editor interface. The main window shows the model definition for Battle02, which includes real variables x, y, a, b, c, h, and t, and a system of differential equations. The left sidebar lists the libraries used, including OpenModelica, Modelica, and the specific models Battle02 and Battle01. The bottom panel shows the simulation results for Battle01, indicating that the simulation is finished at 100%.

OMEdit - OpenModelica Connection Editor

Файл Правка Вид SSP Симуляция Data Reconciliation Sensitivity Optimization Отладка Инструменты Помощь

Браузер ... x Battle02 Battle01

Библиотеки

- > P OpenModelica
- > Mo...es
- > c Complex
- > Modelica
- M Battle02
- M Battle01

```
1 model Battle02
2   Real x;
3   Real y;
4   Real a = 0.318;
5   Real b = 0.615;
6   Real c = 0.312;
7   Real h = 0.512;
8   Real t = time;
9   initial equation
10    x = 44200;
11    y = 54200;
12   equation
13    der(x) = -a * x - b * y + abs(cos(8 * t));
14    der(y) = -c * x * y - h * y + abs(sin(6 * t));
15 end Battle02;
```

Браузер Сообщений

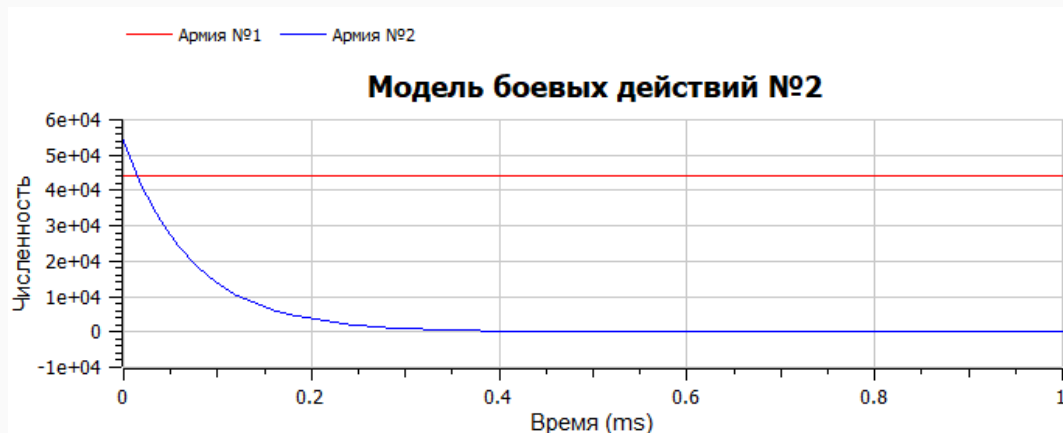
All Уведомления Warnings Errors Battle01

Simulation of Battle01 is finished. 100% Отменить Симуляцию Open Output File

Компиляция Вывести

```
C:/Users/Cell/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/Battle01/Battle01.exe -port=51850 -logFormat=xmlog -
override=startTime=0,stopTime=2.16,stepSize=0.002,tolerance=1e-6,solver=dassl,outputFormat=mat,variableFilter=. * -
r=C:/Users/Cell/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/Battle01/Battle01_res.mat -w -lv=LOG_STATS -inputPath=C:/
Users/Cell/AppData/Local/Temp/OpenModelica/OMEdit/Battle01 -outputPath=C:/Users/Cell/AppData/Local/Temp/
OpenModelica/OMEdit/Battle01
```

Ln: 1, Col: 0 Приветствие Моделирование Вывод на график Debugging



**Рис. 10:** Modelica. Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

## Результаты

---

Мы улучшили практические навыки в области дифференциальных уравнений, улучшили навыки моделирования на Julia, также приобрели навыки моделирования на OpenModelica. Изучили простейшие модели боевых действий.

**Спасибо за внимание!**