

# Отчёт Лабораторной работы №3

По дисциплине Математическое моделирование

Прокошев Никита Евгеньевич

# Содержание

Цель работы	5
Задание	6
Теоретическое введение	7
Выполнение лабораторной работы	8
Выводы	16
Список литературы	17

## Список таблиц

## Список иллюстраций

1	Рис. 3. Открываем OpenModelicaEdit. . . . .	8
2	Рис. 4. Код программы lab31.mo . . . . .	9
3	Рис. 5. График, полученный в результате выполнения программы lab31.mo. . . . .	9
4	Рис. 6. Код программы lab32.mo. . . . .	10
5	Рис. 7. График, полученный в результате выполнения программы lab32.mo. . . . .	10
6	Рис. 8. Создание lab31.jl. . . . .	11
7	Рис. 9. Код программы lab31.jl. . . . .	12
8	Рис. 12. Создание lab32.jl.. . . . .	13
9	Рис. 13. Код программы lab32.jl. . . . .	14

## Цель работы

Цель: изучить задачу о модели боевых действий.

# Задание

1. Изучить теоретическую составляющую модели боевых действий.
2. Изучить решение данной задачи.
3. Перевести решение в программу на языке программирования Julia.
4. Перевести решение в программу в программном обеспечении OpenModelica.

# Теоретическое введение

Модель боевых действий – это математическая формула для расчета относительных сил пары сражающихся сторон — подразделений вооруженных сил. В статье «Влияние численности сражающихся сторон на их потери», опубликованной журналом «Военный сборник» в 1915 году, генерал-майор Корпуса военных топографов М. П. Осипов описал математическую модель глобального вооружённого противостояния, практически применяемую в военном деле при описании убыли сражающихся сторон с течением времени и, входящую в математическую теорию исследования операций, на год опередив английского математика Ф. У. Ланчестера.

Уравнения Ланчестера — это дифференциальные уравнения, описывающие зависимость между силами сражающихся сторон  $A$  и  $D$  как функцию от времени, причем функция зависит только от  $A$  и  $D$ . [[link1](#)]

# Выполнение лабораторной работы

1. Для начала разберёмся в задаче “на бумаге”. Для этого создадим изображение, в котором распишем основные компоненты уравнения Ланчестера (Рис. @pic:001). После этого выпишем основные компоненты уравнения Ланчестера (Рис. @pic:002).

$$\begin{aligned} X &= 33900 \\ Y &= 22400 \\ \frac{dx}{dt} &= -0,44^a x(t) - 0,78^b y(t) + 5 \\ \frac{dy}{dt} &= -0,56^c x(t) - 0,66^d y(t) + 0 \end{aligned}$$

```
nikitaprokoshev@nikitaprokoshev-VirtualBox:~$ gpaint
Gtk-Message: 13:42:20.622: Failed to load module "canberra-gtk-module"
```

2. Перейдём к программированию данной задачи. Для этого откроем OpenModelicaEdit (Рис. @pic:003).

```
Warning: Ignoring XDG_SESSION_TYPE=wayland on Gnome. Use QT_QPA_PLATFORM=wayland to run on Wayland anyway.
```

Рис. 1: Рис. 3. Открываем OpenModelicaEdit.

3. Пишем код программы, моделирующей боевые действия (Рис. @pic:004).



```

1 model lab31
2 Real x;
3 Real y;
4 Real t = time;
5 initial equation
6 x = 33900;
7 y = 22400;
8 equation
9 der(x) = -0.44*x - 0.78*y + sin(3*t) + 1;
10 der(y) = -0.56*x - 0.66*y + cos(3*t) + 1;
11 end lab31;

```

Рис. 2: Рис. 4. Код программы lab31.mo

4. Смотрим результат выполнения программы lab31.mo (Рис. @pic:005).

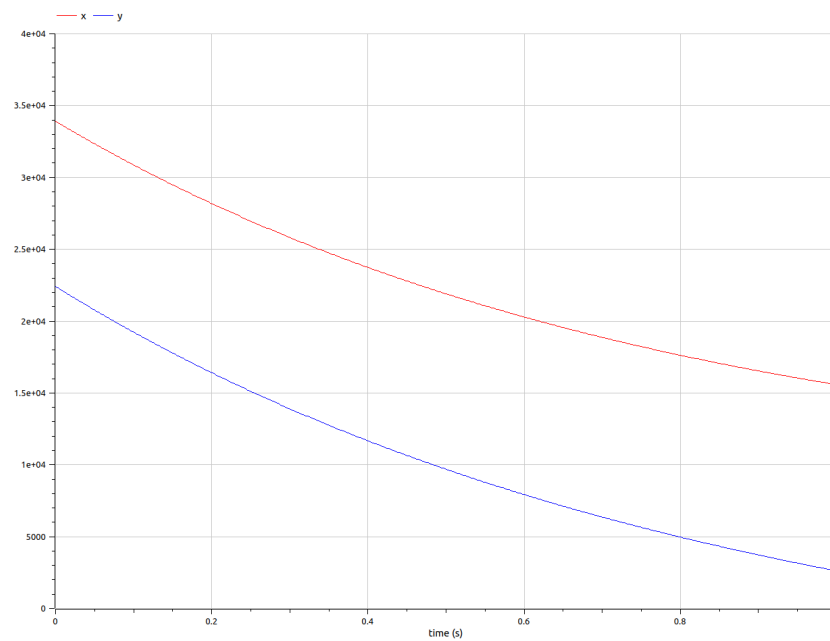


Рис. 3: Рис. 5. График, полученный в результате выполнения программы lab31.mo.

5. Пишем аналогичную программу, только рассматривающую 2 случай модели – битва с партизанскими отрядами (Рис. @pic:006).

```

1 model lab32
2 Real x;
3 Real y;
4 Real t = time;
5 initial equation
6 x = 33900;
7 y = 22400;
8 equation
9 der(x) = -0.37*x - 0.79*y + sin(2*t) + 1;
10 der(y) = -0.27*x*y - 0.78*y + cos(2*t) + 1;
11 end lab32;

```

Рис. 4: Рис. 6. Код программы lab32.mo.

6. Смотрим результат выполнения программы lab32.mo (Рис. @pic:007).

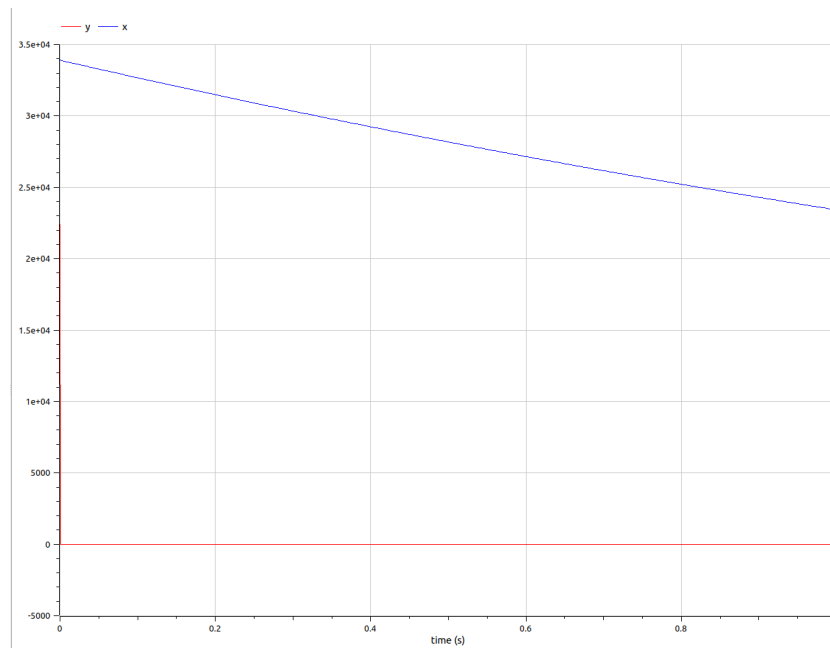


Рис. 5: Рис. 7. График, полученный в результате выполнения программы lab32.mo.

7. Переходим к программированию модели на языке программирования Julia. Для этого переходим в директиву лабораторной работы и создаём файл lab31.jl и переходим к его редактированию (Рис. @pic:008).

```
nikita@nikita-prokoshin-VirtualBox: ~$ cd ~/work/study/2022-2023/Математическое_Моделирование/mathmod/labs/lab3
nikita@nikita-prokoshin-VirtualBox: ~/work/study/2022-2023/Математическое_Моделирование/mathmod/labs/lab3$ touch lab31.jl
nikita@nikita-prokoshin-VirtualBox: ~/work/study/2022-2023/Математическое_Моделирование/mathmod/labs/lab3$ gedit lab31.jl
```

Рис. 6: Рис. 8. Создание lab31.jl.

8. Пишем код программы, моделирующей боевые действия (Рис. @pic:009).

```

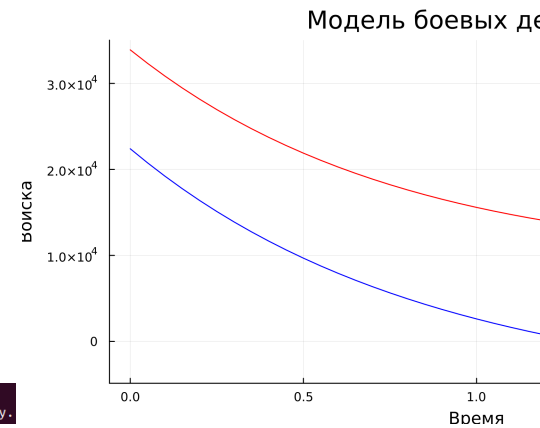
1 using DifferentialEquations
2 using Plots
3
4 function F!(du, u, p, t)
5     du[1] = -0.44*u[1] - 0.78*u[2] + sin(3*t) + 1
6     du[2] = -0.56*u[1] - 0.66*u[2] + cos(3*t) + 1
7 end
8
9 begin
10     u0 = [33900, 22400]
11     T = (0.0, 2.0)
12     prob = ODEProblem(F!, u0, T)
13 end
14
15 sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
16
17 Time = sol.t
18 const X = Float64[]
19 const Y = Float64[]
20 for u in sol.u
21     x,y = u
22     push!(X, x)
23     push!(Y, y)
24 end
25
26 plt = plot(
27     dpi = 300,
28     size=(800, 400),
29     plot_title = "Модель боевых действий:")
30
31 plot!(
32     plt,
33     Time,
34     X,
35     xlabel = "Время",
36     color = :red,
37     label="Армия X")
38
39
40 plot!(
41     plt,
42     Time,
43     Y,
44     ylabel = "Войска",
45     color = :blue,
46     label="Армия Y")
47
48 savefig(plt, "lab31.png")

```

Рис. 7: Рис. 9. Код программы lab31.jl.

9. Выполняем программу lab31.jl через терминал (Рис. @pic:010) и смотрим результат выполнения программы (Рис. @pic:011).

```
Моделирование/mathnod/labs/lab3$ julia lab31.jl
Warning: Ignoring XDG_SESSION_TYPE=wayland on Gnome. Use QT_QPA_PLATFORM=wayland to run on Wayland anyway.
```



10. Создаём новый файл lab32.jl (Рис. @pic:012).

```
nikitaproshev@nikitaproshev-VirtualBox:~/work/study/2022-2023/Математическое
_Моделирование/mathnod/labs/lab3$ touch lab32.jl
nikitaproshev@nikitaproshev-VirtualBox:~/work/study/2022-2023/Математическое
_Моделирование/mathnod/labs/lab3$ gedit lab32.jl
```

Рис. 8: Рис. 12. Создание lab32.jl..

11. Пишем код программы, моделирующей боевые действия с партизанскими отрядами (Рис. @pic:013).

```

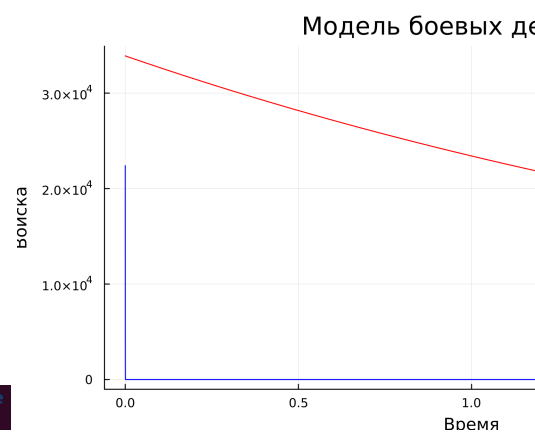
1 using DifferentialEquations
2 using Plots
3
4 function F!(du, u, p, t)
5     du[1] = -0.37*u[1] - 0.79*u[2] + sin(2*t) + 1
6     du[2] = -0.27*u[1]*u[2] - 0.78*u[2] + cos(2*t) + 1
7 end
8
9 begin
10     u0 = [33900, 22400]
11     T = (0.0, 2.0)
12     prob = ODEProblem(F!, u0, T)
13 end
14
15 sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
16
17 Time = sol.t
18 const X = Float64[]
19 const Y = Float64[]
20 for u in sol.u
21     x,y = u
22     push!(X, x)
23     push!(Y, y)
24 end
25
26 plt = plot(
27     dpi = 300,
28     size=(800, 400),
29     plot_title = "Модель боевых действий:")
30
31 plot!(
32     plt,
33     Time,
34     X,
35     xlabel = "Время",
36     color = :red,
37     label="Армия X")
38
39
40 plot!(
41     plt,
42     Time,
43     Y,
44     ylabel = "Войска",
45     color = :blue,
46     label="Армия Y")
47
48 savefig(plt, "lab32.png")

```

Рис. 9: Рис. 13. Код программы lab32.jl.

12. Выполняем программу lab32.jl через терминал (Рис. @pic:014) и смотрим результат выполнения программы (Рис. @pic:015).

```
nikitaprokoshev@nikitaprokoshev-VirtualBox:~/work/study/2022-2023/Математическое  
Моделирование/mathmod/labs/lab3$ julia lab32.jl
```



## Выводы

В ходе данной лабораторной работы мы изучили модель боевых действий при помощи уравнения Ланчестера и программирование данной задачи на языке программирования Julia и в программном обеспечении OpenModelica.



## Список литературы