

# **Лабораторная работа № 3**

**Модель боевых действий**

Тарусов Артём Сергеевич

# Содержание

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

## Список иллюстраций

1	Начальные значения . . . . .	7
2	Коэффициенты $a, b, c, d$ для первого случая на языке Julia . . . . .	7
3	Составление функций для моделирования боевых действий с участием регулярных войск на языке Julia . . . . .	8
4	Решение системы дифференциальных уравнений для первого случая на языке Julia . . . . .	8
5	Построение графика для первого случая на языке Julia . . . . .	9
6	Модель противостояния регулярных войск, построенная на языке Julia .	10
7	Коэффициенты $a, b, c, d$ для второго случая на языке Julia . . . . .	10
8	Составление функций для моделирования боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на языке Julia . . . . .	11
9	Модель противостояния регулярных войск с участием партизанских отрядов, построенная на языке Julia . . . . .	11
10	Построение модели для первого случая на языке OpenModelica . . . . .	12
11	Модель противостояния регулярных войск, построенная на языке OpenModelica . . . . .	12
12	Построение модели для второго случая на языке OpenModelica . . . . .	13
13	Модель противостояния регулярных войск с участием партизанских отрядов, построенная на языке OpenModelica . . . . .	13

## **Цель работы**

Целью данной работы является построение модели боевых действий.

## Задание

- Построить модель боевых действий между регулярными войсками на языках Julia и OpenModelica
- Построить модель ведения боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на языках Julia и OpenModelica

# Теоретическое введение

- Законы Ланчестера (законы Осипова — Ланчестера) [1] — математическая формула для расчета относительных сил пары сражающихся сторон — подразделений вооруженных сил

В противоборстве могут принимать участие как регулярные войска, так и партизанские отряды. В общем случае главной характеристикой соперников являются численности сторон. Если в какой-то момент времени одна из численностей обращается в нуль, то данная сторона считается проигравшей (при условии, что численность другой стороны в данный момент положительна).

Рассматривается три случая ведения боевых действий:

1. Боевые действия между регулярными войсками
2. Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов
3. Боевые действия между партизанскими отрядами

# Выполнение лабораторной работы

1. Опишем начальные значения согласно варианту 8 на языке Julia (fig. 1).

```
x0 ::Int64 = 19300
y0 ::Int64 = 39000
```

Рис. 1: Начальные значения

2. Укажем коэффициенты a, b, c, d (fig. 2).

```
a ::Float64 = 0.46 # константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
b ::Float64 = 0.7 # эффективность боевых действий армии y
c ::Float64 = 0.82 # эффективность боевых действий армии x
h ::Float64 = 0.5 # константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
```

Рис. 2: Коэффициенты a, b, c, d для первого случая на языке Julia

3. Опишем функцию P подхода подкрепления армии X и функцию Q для армии Y. Составим систему дифференциальных уравнений, описывающую противостояние регулярных войск (fig. 3).

```

function P(t)
    p = sin(0.5t)
end

function Q(t)
    q = cos(1.5t)
end

function ode_fn(du, u, p, t)
    x, y = u
    du[1] = - a*u[1] - b*u[2] + P(t) # изменение численности первой армии
    du[2] = - c*u[1] - h*u[2] + Q(t) # изменение численности второй
end

```

Рис. 3: Составление функций для моделирования боевых действий с участием регулярных войск на языке Julia

4. Получим решение системы дифференциальных уравнений (fig. 4).

```

v0 ::Array{Any} = [x0, y0]
tspan = (0.0, 1.0)
prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
sol = solve(prob, dtmax=0.1)

X = [u[1] for u in sol.u]
Y = [u[2] for u in sol.u]
T = [t for t in sol.t]

```

Рис. 4: Решение системы дифференциальных уравнений для первого случая на языке Julia

5. Построим графики по полученным данным (fig. 5 - fig. 6).



```

plt = plot(
    dpi=300,
    title="Модель боевых действий",
    legend=true)

plot!(
    plt,
    T,
    X,
    label="Численность армии x",
    color=:blue)

plot!(
    plt,
    T,
    Y,
    label="Численность армии y",
    color=:red)

savefig(plt, "out/lab03_1.png")

```

Рис. 5: Построение графика для первого случая на языке Julia

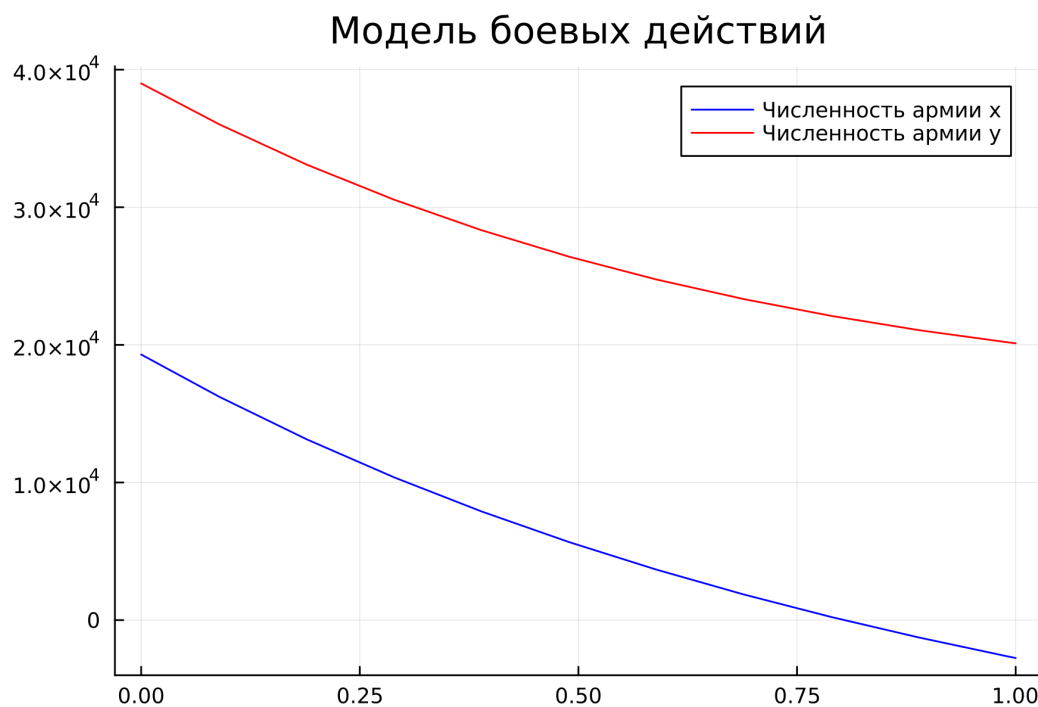


Рис. 6: Модель противостояния регулярных войск, построенная на языке Julia

6. Для второго случая начальные значения численности армий X и Y остаются прежними. Определим коэффициенты  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  (fig. 7).

```
a ::Float64 = 0.38 # константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
b ::Float64 = 0.73 # эффективность боевых действий армии y
c ::Float64 = 0.5 # эффективность боевых действий армии x
h ::Float64 = 0.28 # константа, характеризующая степень влияния различных факторов на потери
```

Рис. 7: Коэффициенты  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  для второго случая на языке Julia

7. Опишем функции  $P$ ,  $Q$  и систему дифференциальных уравнений для второго случая (fig. 8).

```

function P(t)
    p = sin(2t) + 1
end

function Q(t)
    q = cos(2t)
end

function ode_fn(du, u, p, t)
    x, y = u
    du[1] = - a*u[1] - b*u[2] + P(t) # изменение численности первой армии
    du[2] = - c*u[1]*u[2] - h*u[2] + Q(t) # изменение численности второй
end

```

Рис. 8: Составление функций для моделирования боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов на языке Julia

8. По аналогии с первым случаем построим модель для второго (fig. 9).

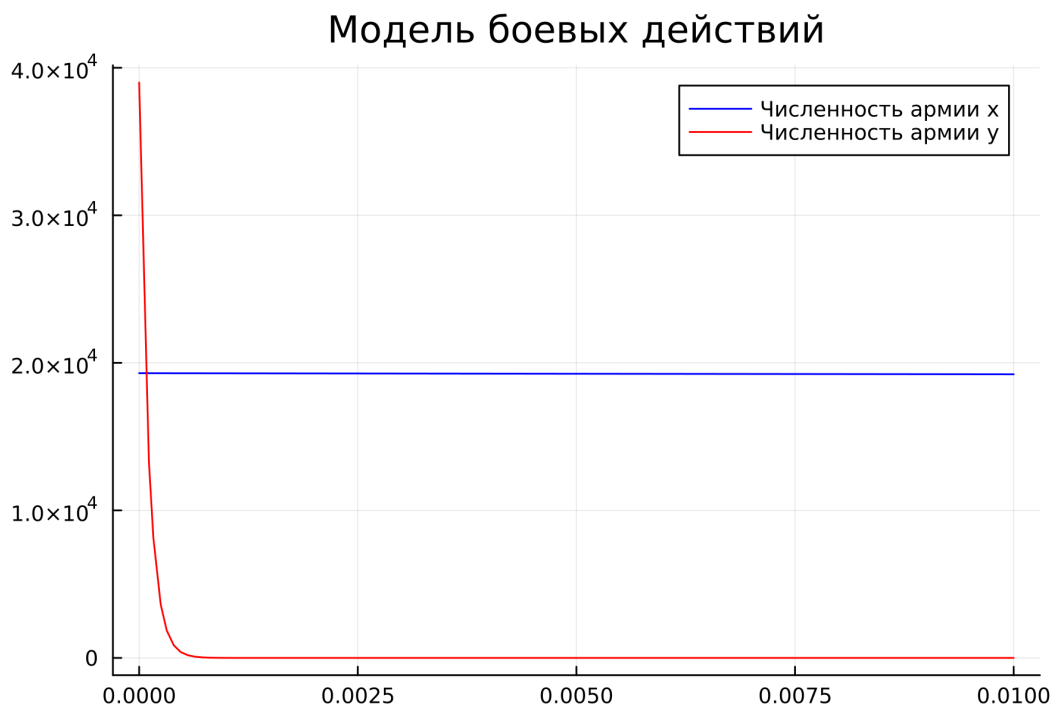


Рис. 9: Модель противостояния регулярных войск с участием партизанских отрядов, построенная на языке Julia

9. Построим программу, моделирующую боевые действия с участием регулярных

войск с помощью OpenModelica (fig. 10 - fig. 11).

```
1 model Lab03_1
2 Real x;
3 Real y;
4 Real a = 0.46;
5 Real b = 0.7;
6 Real c = 0.82;
7 Real d = 0.5;
8 Real t = time;
9 initial equation
10 x = 19300;
11 y = 39000;
12 equation
13 der(x) = -a*x - b*y + sin(0.5*t);
14 der(y) = -c*x - d*y + cos(1.5*t);
15 end Lab03_1;
```

Рис. 10: Построение модели для первого случая на языке OpenModelica

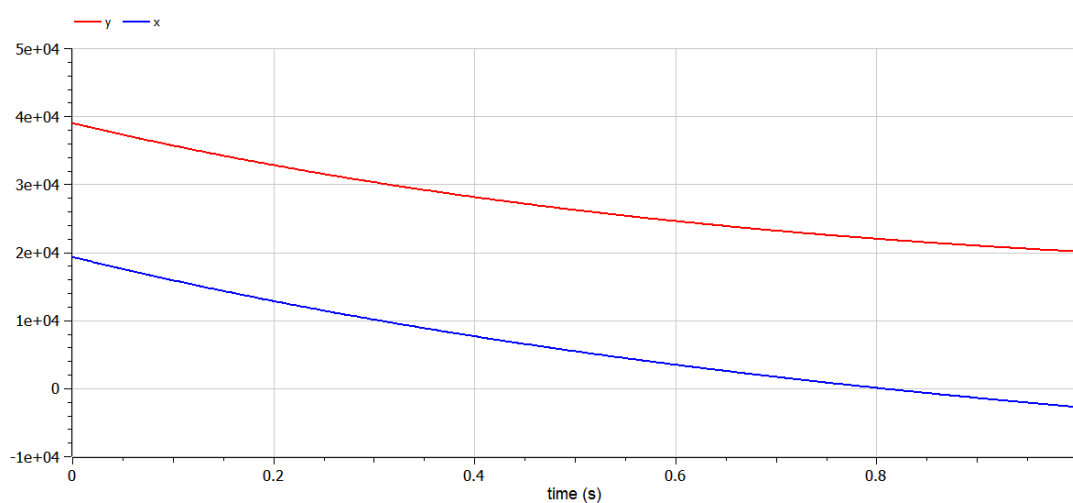


Рис. 11: Модель противостояния регулярных войск, построенная на языке OpenModelica

10. Построим программу, моделирующую боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов с помощью OpenModelica (fig. 12 - fig. 13).

```

1  model Lab03_2
2  Real x;
3  Real y;
4  Real a = 0.38;
5  Real b = 0.73;
6  Real c = 0.5;
7  Real d = 0.28;
8  Real t = time;
9  initial equation
10 x = 19300;
11 y = 39000;
12 equation
13 der(x) = -a*x - b*y + sin(2*t) + 1;
14 der(y) = -c*x*y - d*y + cos(2*t);
15 end Lab03_2;

```

Рис. 12: Построение модели для второго случая на языке OpenModelica

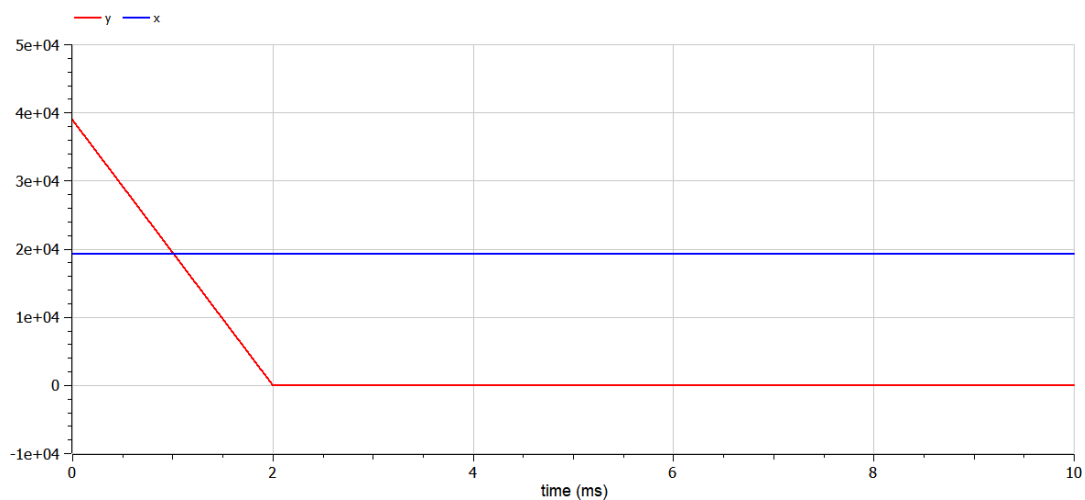


Рис. 13: Модель противостояния регулярных войск с участием партизанских отрядов, построенная на языке OpenModelica

## Выводы

В итоге проделанной работы мы построили по две модели на языках Julia и OpenModelica. В ходе проделанной работы можем сделать вывод, что OpenModelica лучше приспособлен для моделирование процессов, протекающих во времени. Построение моделей боевых действий на языке openModelica занимает меньше строк, чем аналогичное построение на Julia.

## Список литературы

[illegible]