

# Лабораторная работа №3

## Модель боевых действий

---

Алиева Милена Арифовна

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Содержание

---

1. Цель
2. Задания
3. Порядок выполнения
4. Вывод

## Цель работы

---

Построить модель боевых действий на языке программирования Julia и посредством ПО OpenModelica.

## Задание

---

Между страной  $X$  и страной  $Y$  идет война. Численность состава войск исчисляется от начала войны, и являются временными функциями  $x(t)$  и  $y(t)$ . В начальный момент времени страна  $X$  имеет армию численностью 20500 человек, а в распоряжении страны  $Y$  армия численностью в 21500 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты  $a, b, c, h$  постоянны. Также считаем  $P(t)$  и  $Q(t)$  непрерывные функции.

## Задание

---



Построить графики изменения численности войск армии  $X$  и армии  $Y$  для следующих случаев:

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.21x(t) - 0.74y(t) + \sin(t) + 0,5 \\ \frac{dy}{dt} = -0.68x(t) - 0.19y(t) + \cos(t) + 0,5 \end{cases}$$

## Задание

---

2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.09x(t) - 0.79y(t) + \sin(2t) \\ \frac{dy}{dt} = -0.62x(t)y(t) - 0.11y(t) + \cos(2t) \end{cases}$$

## Выполнение лабораторной работы

---

### 1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.21x(t) - 0.74y(t) + \sin(t) + 0,5 \\ \frac{dy}{dt} = -0.68x(t) - 0.19y(t) + \cos(t) + 0,5 \end{cases}$$

## Выполнение лабораторной работы

---

## Выполнение лабораторной работы

Для начала построим эту модель на Julia:

```
# используемые библиотеки
```

```
using DifferentialEquations, Plots;
```

```
# задание системы дифференциальных уравнений, описывающих модель
```

```
# боевых действий между регулярными войсками
```

```
function reg(u, p, t)
```

```
    x, y = u
```

```
    a, b, c, h = p
```

```
    dx = -a*x - b*y+sin(t)+0.5
```

```
    dy = -c*x -h*y+cos(t)+0.5
```

```
    return [dx, dy]
```

```
end
```

## Выполнение лабораторной работы

---



```
# начальные условия  
u0 = [20500, 21500]  
p = [0.21, 0.74, 0.68, 0.19]  
tspan = (0,1)
```

## Выполнение лабораторной работы

---

```
# постановка проблемы
```

```
prob = ODEProblem(reg, u0, tspan, p)
```

```
# решение системы ДУ
```

```
sol = solve(prob, Tsit5())
```

```
# построение графика, который описывает изменение численности армий
```

```
plot(sol, title = "Модель боевых действий №1", label = ["Армия X" "Армия Y"])
```

## Выполнение лабораторной работы

---

В результате получаем следующий график (рис. (fig:001?)):

## Выполнение лабораторной работы

---

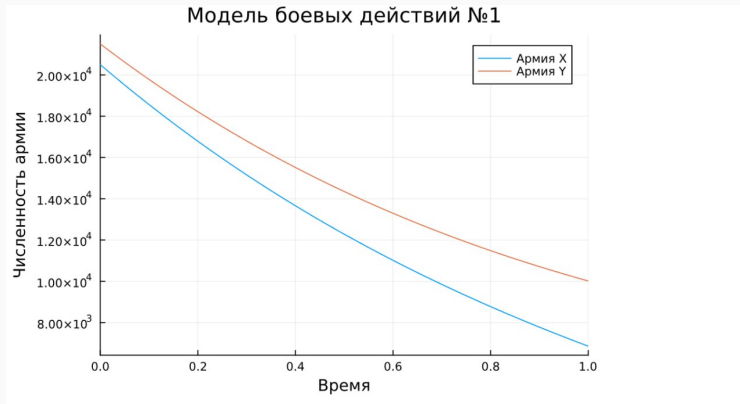


Рис. 1: Модель боевых действий между регулярными войсками

## Выполнение лабораторной работы

---



Видим, что армия X несёт потери быстрее, чем армия Y.

Теперь построим эту же модель посредством OpenModelica.

## Выполнение лабораторной работы

---

```
model lab3
```

```
  parameter Real a = 0.21;
```

```
  parameter Real b = 0.74;
```

```
  parameter Real c = 0.68;
```

```
  parameter Real h = 0.19;
```

```
  parameter Real x0 = 20500;
```

```
  parameter Real y0 = 21500;
```

## Выполнение лабораторной работы

---

```
Real x(start=x0);  
Real y(start=y0);  
equation  
  der(x) = -a*x - b*y+sin(time)+0.5;  
  der(y) = -c*x -h*y+cos(time)+0.5;  
end lab3;
```

## Выполнение лабораторной работы

---

В результате получаем следующий график изменения численности армий (рис. (fig:002?)):

## Выполнение лабораторной работы

---



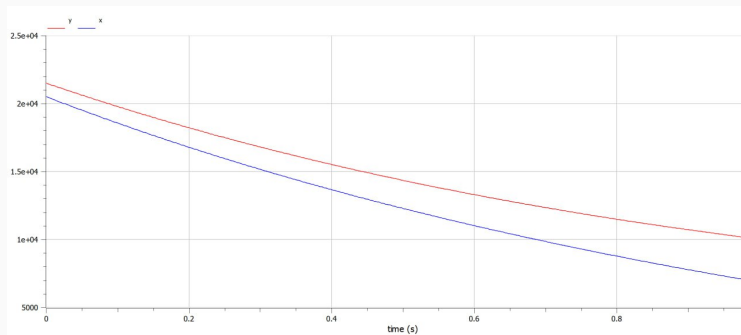


Рис. 2: Модель боевых действий между регулярными войсками

## Выполнение лабораторной работы

---

Видим, что армия X несёт потери быстрее, чем армия Y, как и на графике, построенном с помощью Julia.

## Выполнение лабораторной работы

---

2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.09x(t) - 0.79y(t) + \sin(2t) \\ \frac{dy}{dt} = -0.62x(t)y(t) - 0.11y(t) + \cos(2t) \end{cases}$$

## Выполнение лабораторной работы

---

Построим модель на Julia:

```
# задание системы дифференциальных уравнений, описывающих модель  
# боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов  
function reg_part(u, p, t)  
    x, y = u  
    a, b, c, h = p  
    dx = -a*x - b*y+sin(2*t)  
    dy = -c*x*y -h*y+cos(2*t)  
    return [dx, dy]  
end
```

## Выполнение лабораторной работы

---



```
# начальные условия
u0 = [20500, 21500]
p = [0.09, 0.79, 0.62, 0.12]
tspan = (0,1)

# постановка проблемы
prob2 = ODEProblem(reg_part, u0, tspan, p)
```

## Выполнение лабораторной работы

---

```
# решение системы ДУ
```

```
sol2 = solve(prob2, Tsit5())
```

```
# построение графика, который описывает изменение численности армий
```

```
plot(sol2, title = "Модель боевых действий №2", label = ["Армия X" "Армия Y"]
```

## Выполнение лабораторной работы

---

В результате получаем следующий график изменения численности армий (рис. (fig:003?)):

## Выполнение лабораторной работы

---

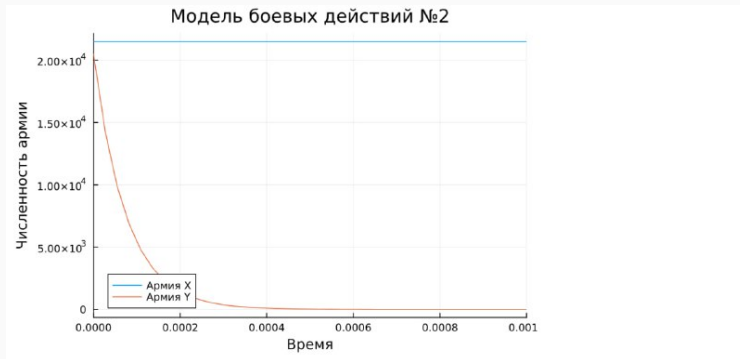


Рис. 3: Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

## Выполнение лабораторной работы

---



Теперь выполним построение второй модели в Open Modelica. Код выглядит следующим образом:

```
model lab32
  parameter Real a = 0.09;
    parameter Real b = 0.79;
    parameter Real c = 0.62;
    parameter Real h = 0.11;
    parameter Real x0 = 20500;
    parameter Real y0 = 21500;
    Real x(start=x0);
    Real y(start=y0);
```

## Выполнение лабораторной работы

---

```
equation
    der(x) = -a*x - b*y+sin(2*time);
    der(y) = -c*x*y -h*y+cos(2*time);
end lab32;
```

## Выполнение лабораторной работы

---

В результате получается такой график:

## Выполнение лабораторной работы

---

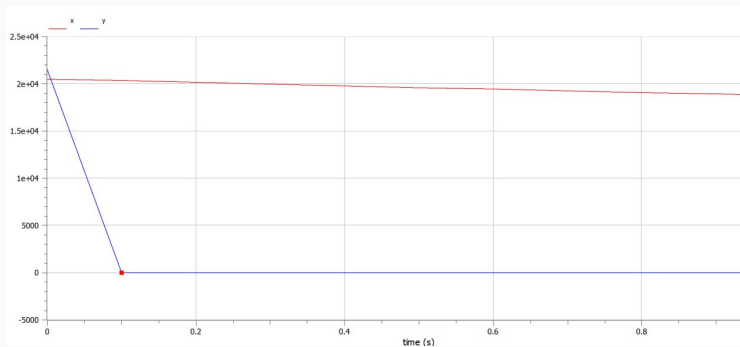


Рис. 4: Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

## Выводы

---



В процессе выполнения данной лабораторной работы я построила модель боевых действий на языке программирования Julia и посредством ПО OpenModelica, а также провела сравнительный анализ.