

Лабораторная работа №3

Модель боевых действий

Дворкина Е. В.

17 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

- Дворкина Ева Владимировна
- студентка
- группа НФИбд-01-22
- Российский университет дружбы народов
- 1132226447@rudn.ru
- <https://github.com/evdvorkina>



Цель данной лабораторной работы - построить математическую модель боевых действий и провести анализ.

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 882 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 747 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a, b, c, h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$, учитывающие возможность подкрепления к войскам в течение одного дня, непрерывными функциями.

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

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0,4x(t) - 0,67y(t) + \sin 3t + 1 \\ \frac{dy}{dt} = -0,77x(t) - 0,14y(t) + \cos 2t + 2 \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0,24x(t) - 0,67y(t) + |\sin 2t| \\ \frac{dy}{dt} = -0,47x(t)y(t) - 0,14y(t) + |\cos 2t| \end{cases}$$

Выполнение лабораторной работы

```
using DifferentialEquations, Plots  
x0 = 882000  
y0 = 747000  
p1 = [0.4, 0.67, 0.77, 0.14]  
tspan = (0,1) #интервал времени от 0 до 1
```



```
function f1(u,p,t)
```

```
    x,y = u
```

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

```
    dx = -a*x-b*y + sin(3*t) + 1
```

```
    dy = -c*x-h*y + cos(2*t) + 2
```

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

```
end
```

```
prob1 = ODEProblem(f1, [x0,y0], tspan, p1)
```

```
solution1 = solve(prob1, Tsit5())
```

```
plot(solution1, title = "Модель боевых действий №1",
```

```
label = ["Армия X" "Армия Y"], xaxis = "t, время",
```

```
yaxis = "Численность армии")
```

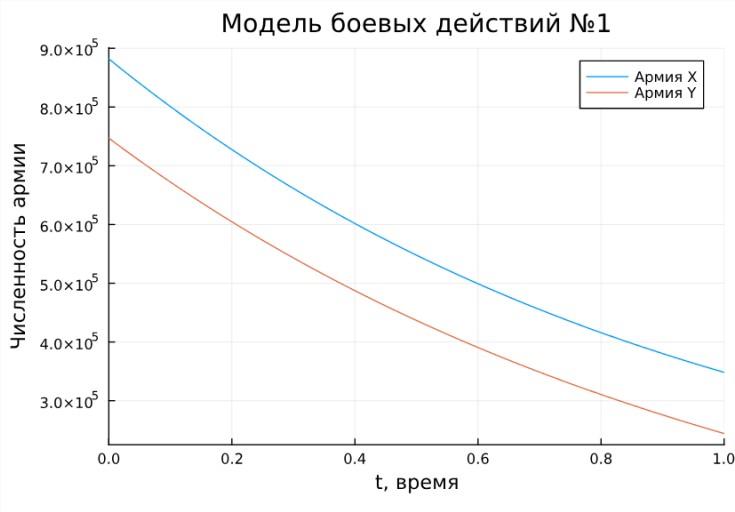


Рис. 1: Модель боевых действий №1. Julia

Реализация в Julia. Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

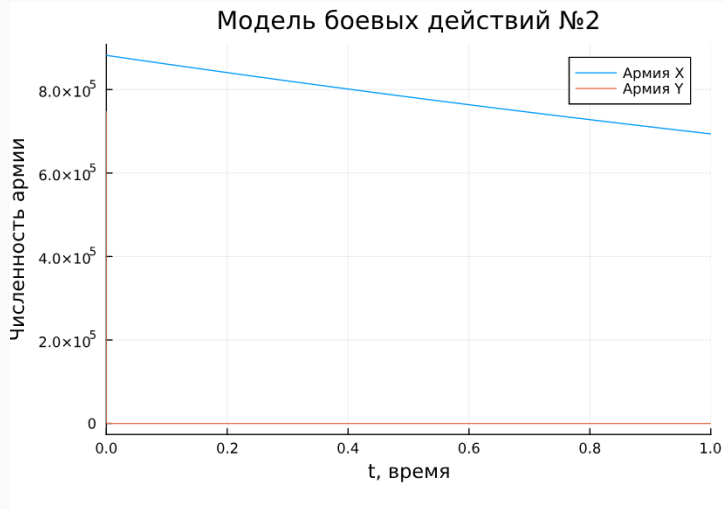
```
p2 = [0.24, 0.67, 0.47, 0.14]
```

```
function f2(u,p,t)
    x,y = u
    a,b,c,h = p
    dx = -a*x-b*y + abs(sin(2*t))
    dy = -c*x*y-h*y + abs(cos(2*t))
    return [dx, dy]
end
```

Реализация в Julia. Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

```
prob2 = ODEProblem(f2, [x0,y0], tspan, p2)
solution2 = solve(prob2, Tsit5(), saveat=0.000001)
plot(solution2, title = "Модель боевых действий №2",
label = ["Армия X" "Армия Y"], xaxis = "t, время",
yaxis = "Численность армии")
```

Реализация в Julia. Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов



Реализация в Julia. Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

```
plot(solution2, title = "Модель боевых действий №2",  
label = ["Армия X" "Армия Y"],  
xaxis = "t, время", yaxis = "Численность армии",  
xlimit=[0, 0.0002], ylimit=[0, 400000])
```

Реализация в Julia. Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

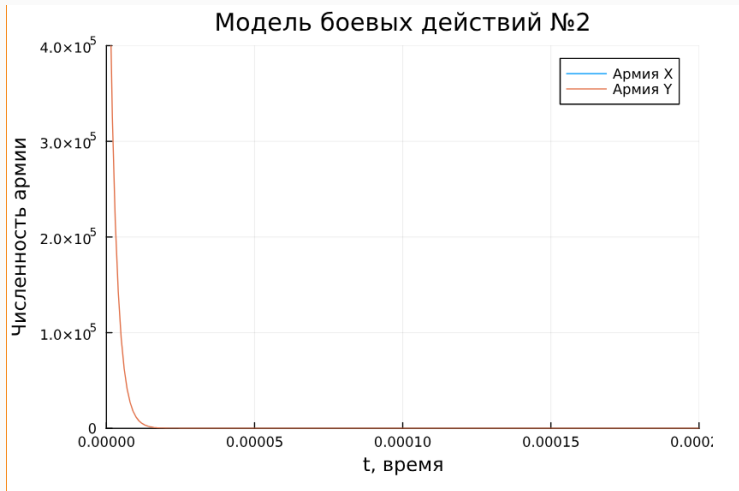


Рис. 3: Модель боевых действий №2, приближение. Julia

```
Real x(start=882000);  
Real y(start=747000);  
Real P;  
Real Q;
```

```
parameter Real a=0.4;  
parameter Real b=0.67;  
parameter Real c=0.77;  
parameter Real h=0.14;
```


equation

$\text{der}(x) = -a*x - b*y + P;$

$\text{der}(y) = -c*x - h*y + Q;$

$P = \sin(3*\text{time}) + 1;$

$Q = \cos(2*\text{time}) + 2;$

Реализация в OpenModelica. Модель боевых действий между регулярными войсками

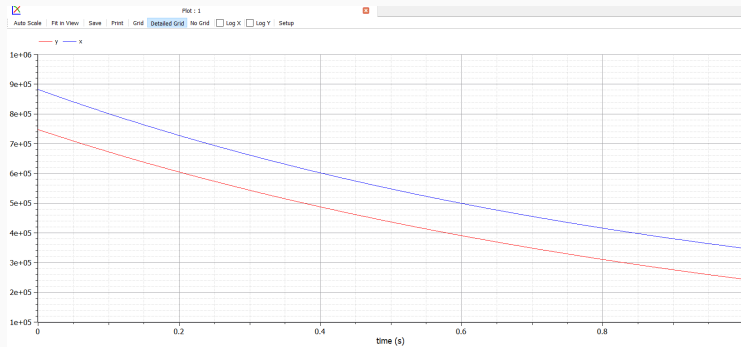


Рис. 4: Модель боевых действий №1. OpenModelica

Реализация в OpenModelica. Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Построим такую же модель с помощью OpenModelica. Модель задается следующим образом:

```
Real x(start=882000);
```

```
Real y(start=747000);
```

```
Real P;
```

```
Real Q;
```

```
parameter Real a=0.24;
```

```
parameter Real b=0.67;
```

```
parameter Real c=0.47;
```

```
parameter Real h=0.14;
```

Реализация в OpenModelica. Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

equation

der(x) = -a*x-b*y + P;

der(y) = -c*x*y-h*y + Q;

P = abs(sin(2*time));

Q = abs(cos(2*time));

Реализация в OpenModelica. Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

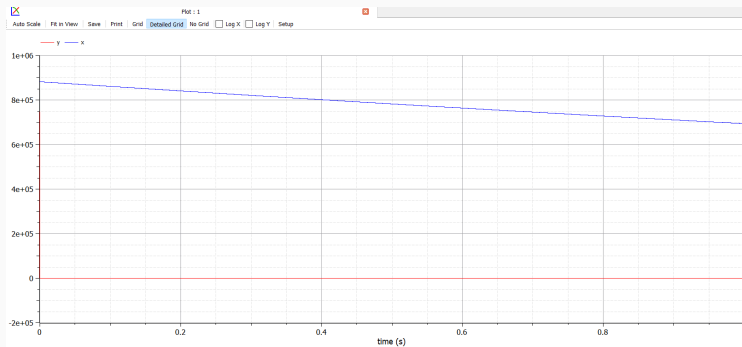


Рис. 5: Модель боевых действий №2. OpenModelica

Реализация в OpenModelica. Модель боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов



Рис. 6: Модель боевых действий №2, приближение. OpenModelica

При выполнении данной лабораторной работы я построила математическую модель боевых действий и провели анализ.