

# Информация

---

## Докладчик

- Камкина Арина Леонидовна
- студентка
- Российский университет дружбы народов
- [1032216456@pfur.ru](mailto:1032216456@pfur.ru)
- <https://alkamkina.github.io/ru/>





## Цель работы

Рассмотреть некоторые простейшие модели боевых действий – модели Ланчестера и построить графики зависимости численности армии от времени, используя языки Julia и OpenModelica.

## Законы Ланчестера

Законы Ланчестера (законы Осипова — Ланчестера) — 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 убиты сражающихся сторон с течением времени и, входящую в математическую теорию исследования операций, на год опередив английского математика Ф. У. Ланчестера. Мировая война, две революции в России не позволили новой власти заявить в установленном в научной среде порядке об открытии царского офицера.

## Задание

Так как задание выполняется по вариантам, сначала нужно рассчитать свой - мой вариант 27. 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 88 000 человек, а в распоряжении страны  $\$Y\$$  армия численностью в 99 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты  $\$a\$, \$b\$, \$c\$, \$h\$$  постоянны. Также считаем  $\$P(t)\$$  и  $\$Q(t)\$$  непрерывные функции.

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

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

## Выполнение лабораторной работы

### Модель боевых действий между регулярными войсками

Зададим коэффициент смертности, не связанный с боевыми действиями у первой армии 0,45, у второй 0,55. Коэффициенты эффективности первой и второй армии 0,58 и 0,45 соответственно. Функция, описывающая подход подкрепление первой армии,  $P(t) = \sin\{t+15\}$ , подкрепление второй армии описывается функцией  $Q(t) = \cos\{t+3\}$ . Тогда получим следующую систему, описывающую противостояние между регулярными войсками X и Y:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0,45 x(t) - 0,55 y(t) + \sin\{t+15\} \\ \frac{dy}{dt} = -0,58 x(t) - 0,45 y(t) + \cos\{t+3\} \end{cases}$$

Наши начальные условия:

$$\begin{cases} X = 88000 \\ Y = 99000 \end{cases}$$

### Модель боевых действий между регулярными войсками

Создание проекта (код на Julia)

```
using Plots
using DifferentialEquations

X = 88000
Y = 99000
R = [0.45, 0.55, 0.58, 0.45]

tspan = (0, 5)

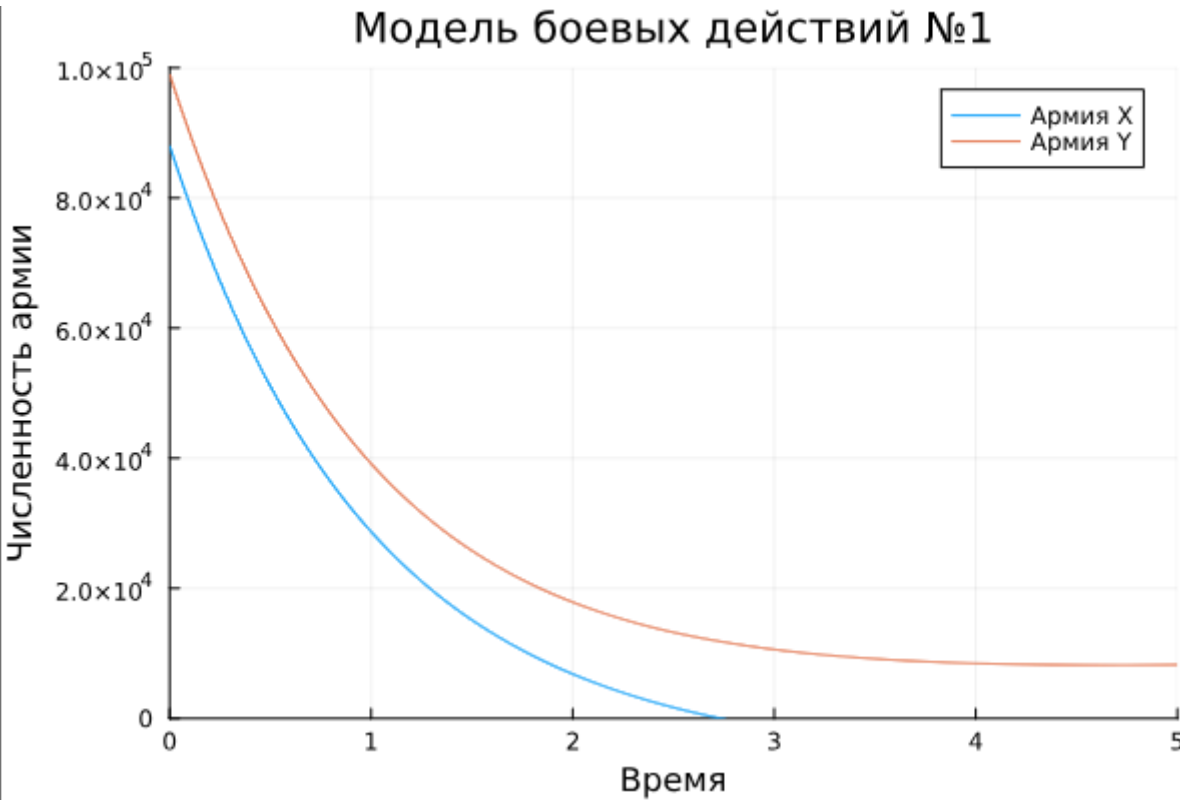
function f(u, p, t)
    x, y = u
    a, b, c, h = p
    dx = -a*x - b*y + sin(t+15)
    dy = -c*x - h*y + cos(t+3)
    return [dx, dy]
end

prob = ODEProblem(f, [X, Y], tspan, R)
sol = solve(prob, Tsit5())

#plt1 = plot(proj=:polar, aspect_ratio=:equal, dpi = 1000, legend=true, bg=:black)
plot(sol, title = "Модель боевых действий №1",
label = ["Армия X" "Армия Y"], xaxis = "Время", yaxis = "Численность армии",
ylimit = [0, 100000])
```

# Модель боевых действий между регулярными войсками

Полученный график(рис. @fig:001).



{#fig:001 width=70%}

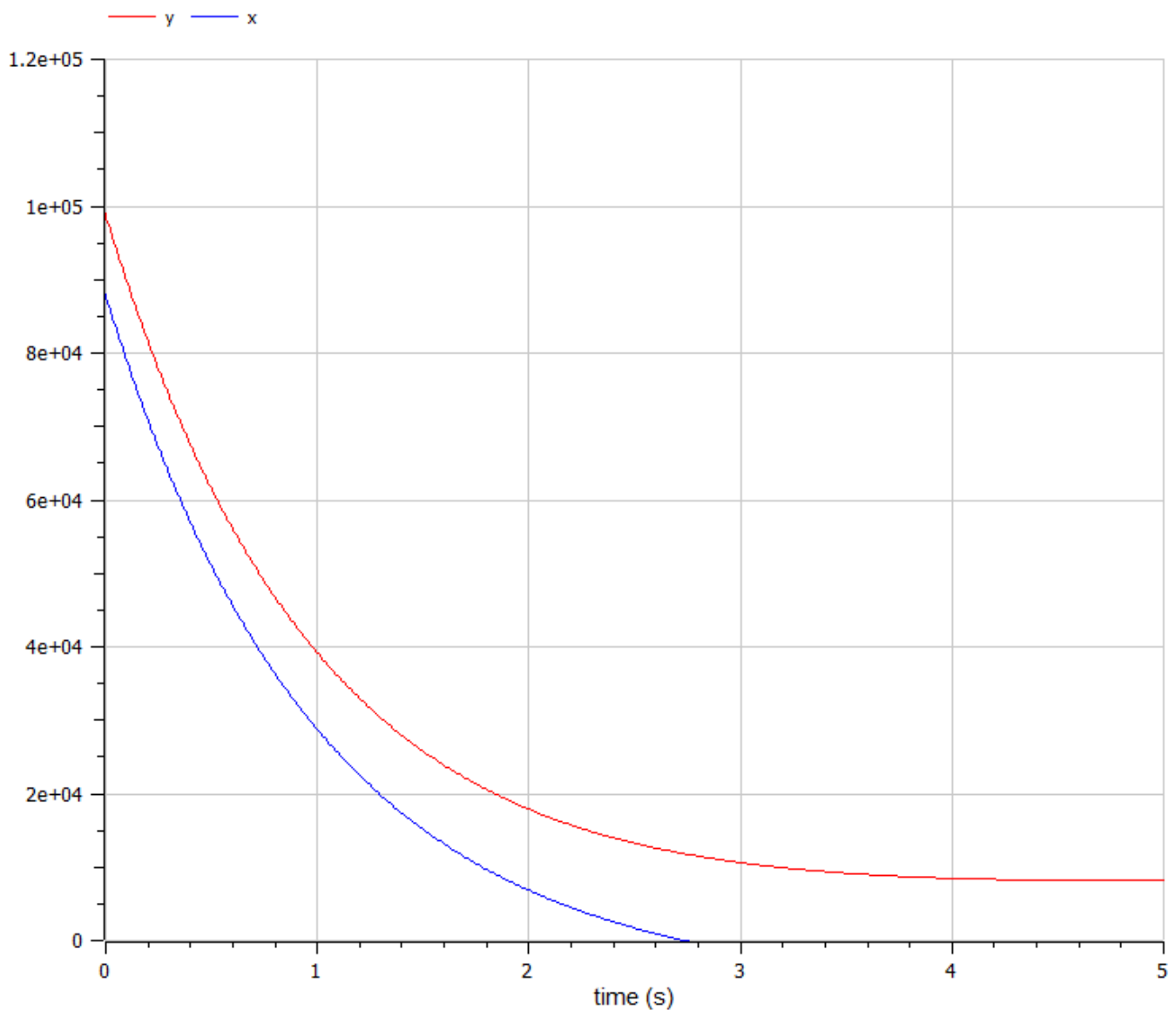
# Модель боевых действий между регулярными войсками

Создание проекта (код на OpenModelica)

```
model l_3
  Real x(start=88000);
  Real y(start=99000);
  Real p;
  Real q;
  parameter Real a=0.45;
  parameter Real b=0.55;
  parameter Real c=0.58;
  parameter Real h=0.45;
  equation
    der(x) = -a*x - b*y + p;
    der(y) = -c*x - h*y + q;
    p = sin(time + 15);
    q = cos(time + 3);
  end l_3;
```

# Модель боевых действий между регулярными войсками

Полученный график(рис. @fig:002).



{#fig:002 width=70%}

## Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Зададим коэффициент смертности, не связанный с боевыми действиями у первой армии 0,38, у второй 0,67. Коэффициенты эффективности первой и второй армии 0,57 и 0,39 соответственно. Функция, описывающая подход подкрепление первой армии,  $P(t) = \sin\{7t\} + 1$ , подкрепление второй армии описывается функцией  $Q(t) = \cos\{8t\} + 1$ . Тогда получим следующую систему, описывающую противостояние между регулярными войсками X и Y:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0,38 x(t) - 0,67 y(t) + \sin\{7t\} + 1 \\ \frac{dy}{dt} = -0,57 x(t) - 0,39 y(t) + \cos\{8t\} + 1 \end{cases}$$

Наши начальные условия:

$$\begin{cases} X = 88000 \\ Y = 99000 \end{cases}$$

## Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

## Создание проекта (код на Julia)

```
using Plots
using DifferentialEquations

X = 88000
Y = 99000
R = [0.38, 0.67, 0.57, 0.39]

tspan = (0, 5)

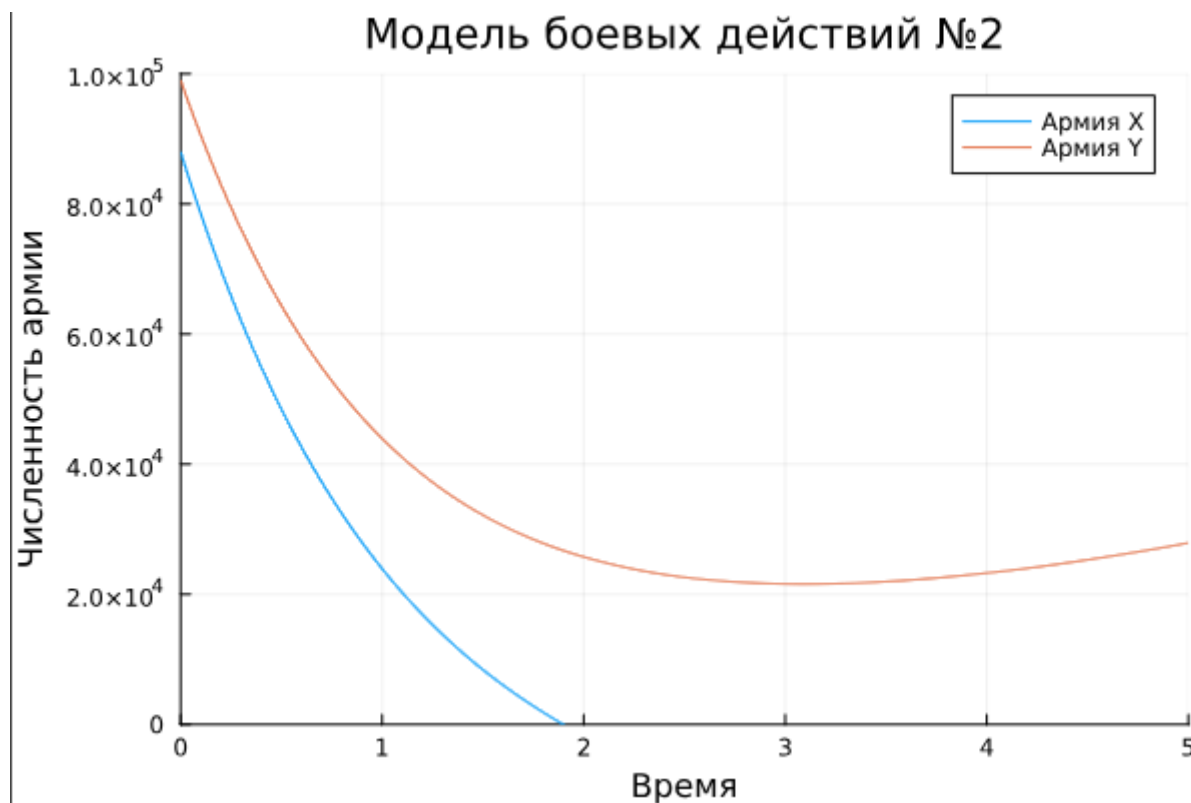
function f(u, p, t)
    x, y = u
    a, b, c, h = p
    dx = -a*x - b*y + sin(7t) + 1
    dy = -c*x - h*y + cos(8t) + 1
    return [dx, dy]
end

prob = ODEProblem(f, [X, Y], tspan, R)
sol = solve(prob, Tsit5())

#plt1 = plot(proj=:polar, aspect_ratio=:equal, dpi = 1000, legend=true, bg=:black)
plot(sol, title = "Модель боевых действий №2",
label = ["Армия X" "Армия Y"], xaxis = "Время", yaxis = "Численность армии",
ylimit = [0, 100000])
```

## Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Полученный график(рис. @fig:003).



{#fig:003 width=70%}

Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Создание проекта (код на OpenModelica)

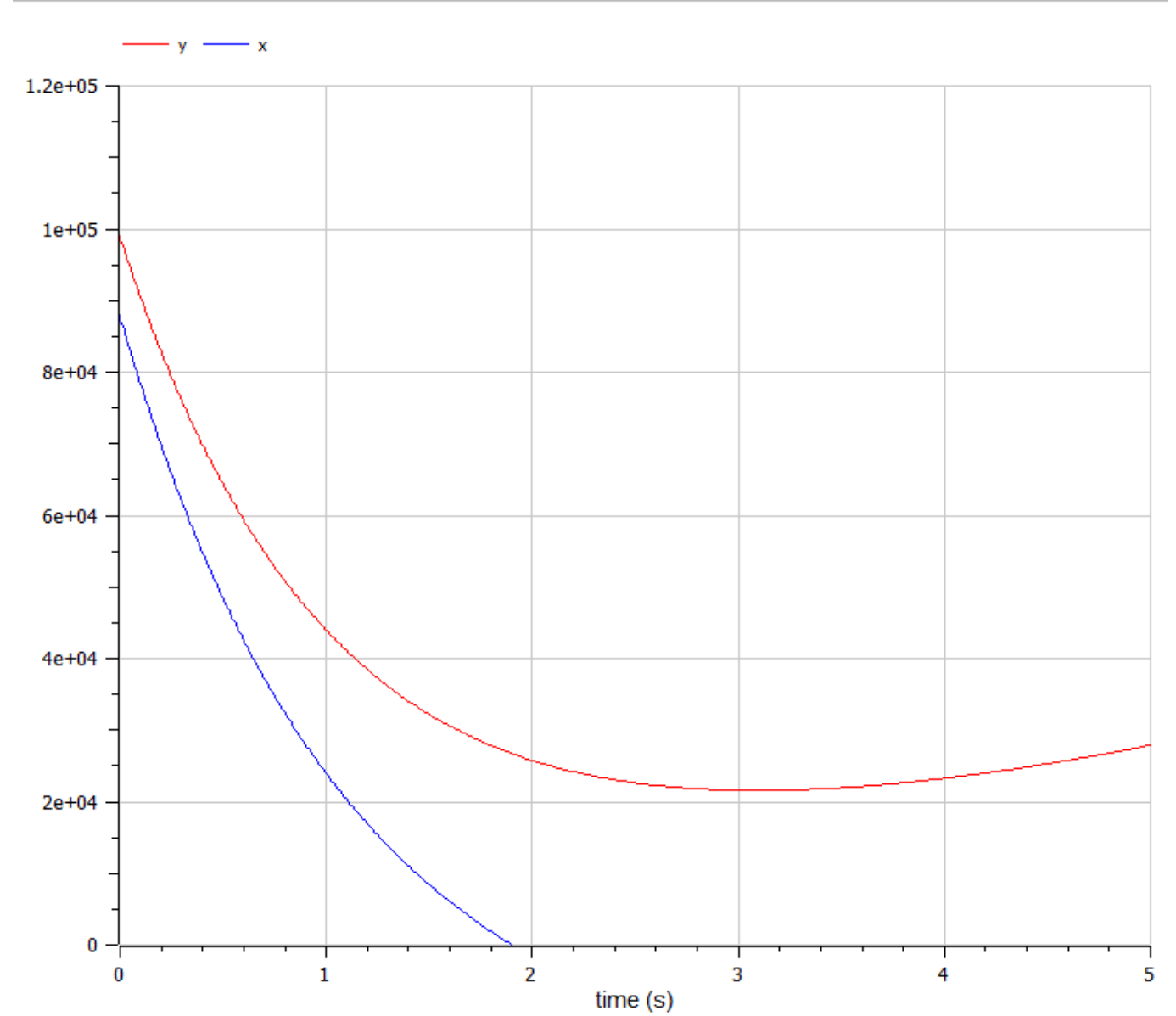
```

model l_3_2
  Real x(start=88000);
  Real y(start=99000);
  Real p;
  Real q;
  parameter Real a=0.38;
  parameter Real b=0.67;
  parameter Real c=0.57;
  parameter Real h=0.39;
  equation
    der(x) = -a*x - b*y + p;
    der(y) = -c*x - h*y + q;
    p = sin(7*time)+1;
    q = cos(8*time)+1;
  end l_3_2;

```

Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Полученный график(рис. @fig:004).



{#fig:004 width=70%}

# Вывод

В процессе выполнения данной лабораторной работы я построила графики, используя Julia и OpenModelica, а также приобрела первые практические навыки работы с OpenModelica.