
Front matter

title: "Лабораторная работа №3" subtitle: "Модель боевых действий" author: "Камкина Арина Леонидовна"

Generic options

lang: ru-RU toc-title: "Содержание"

Bibliography

bibliography: bib/cite.bib csl: pandoc/csl/gost-r-7-0-5-2008-numeric.csl

Pdf output format

toc: true # Table of contents toc-depth: 2 lof: true # List of figures lot: false # List of tables fontsize: 12pt
linestretch: 1.5 papersize: a4 documentclass: scrreprt

l18n polyglossia

polyglossia-lang: name: russian options: - spelling=modern - babelshorthands=true polyglossia-otherlangs:
name: english

l18n babel

babel-lang: russian babel-otherlangs: english

Fonts

mainfont: PT Serif romanfont: PT Serif sansfont: PT Sans monofont: PT Mono mainfontoptions: Ligatures=TeX
romanfontoptions: Ligatures=TeX sansfontoptions: Ligatures=TeX,Scale=MatchLowercase monofontoptions:
Scale=MatchLowercase,Scale=0.9

Biblatex

biblatex: true biblio-style: "gost-numeric" biblatexoptions:

- parenttracker=true
- backend=biber
- hyperref=auto
- language=auto
- autolang=other*
- citestyle=gost-numeric

Pandoc-crossref LaTeX customization

figureTitle: "Рис." tableTitle: "Таблица" listingTitle: "Листинг" lofTitle: "Список иллюстраций" lotTitle:
"Список таблиц" lolTitle: "Листинги"

Misc options

indent: true header-includes:

- `\usepackage{indentfirst}`
- `\usepackage{float} # keep figures where there are in the text`
- `\floatplacement{figure}{H} # keep figures where there are in the text`

Цель работы

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

Задание

Так как задание выполняется по вариантам, сначала нужно рассчитать свой - мой вариант 27. Между страной XX и страной YY идет война. Численность состава войск исчисляется от начала войны, и являются временными функциями $x(t)$ и $y(t)$. В начальный момент времени страна XX имеет армию численностью 88 000 человек, а в распоряжении страны YY 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 XX и армии YY для следующих случаев:

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

Теоретическое введение

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 убыли 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.[@wiki:bash]

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:

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

Создание проекта (код на Julia)

```
using Plots
using DifferentialEquations

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

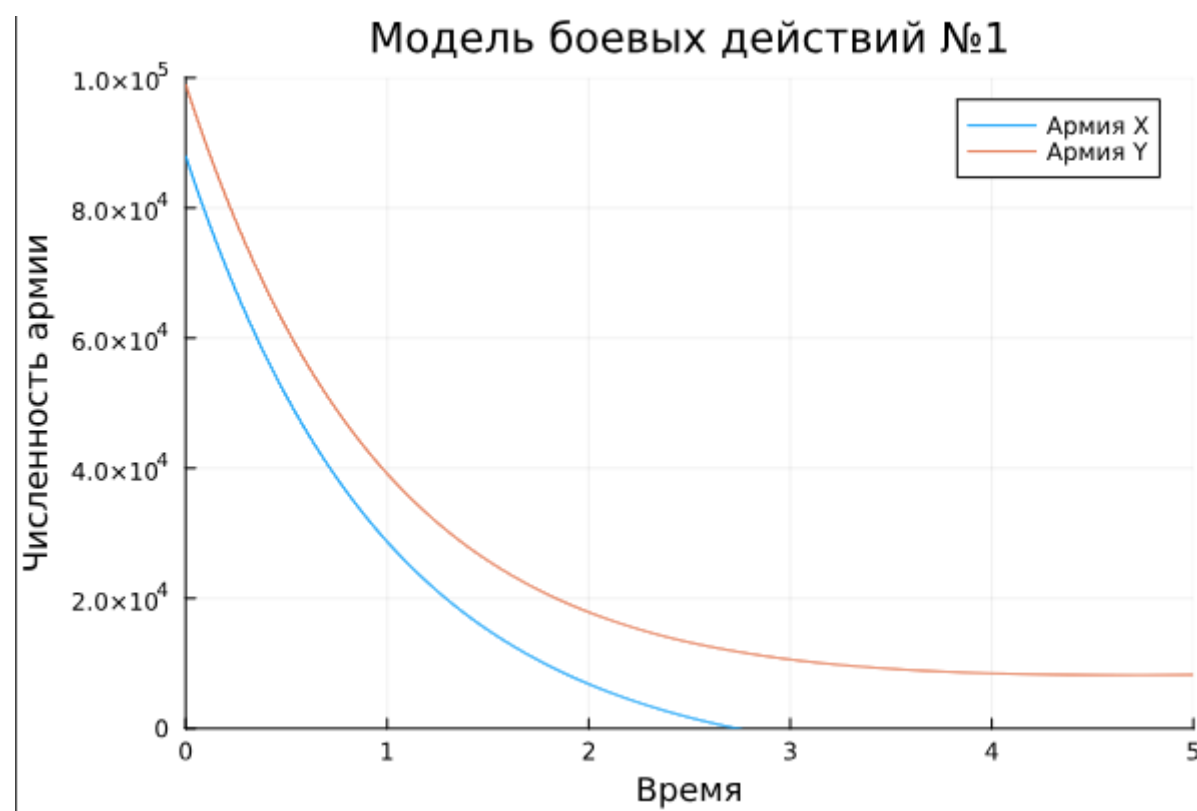
tspan = (0, 5)

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",
ylim = [0, 100000])
```

Полученный график(рис. @fig:001).

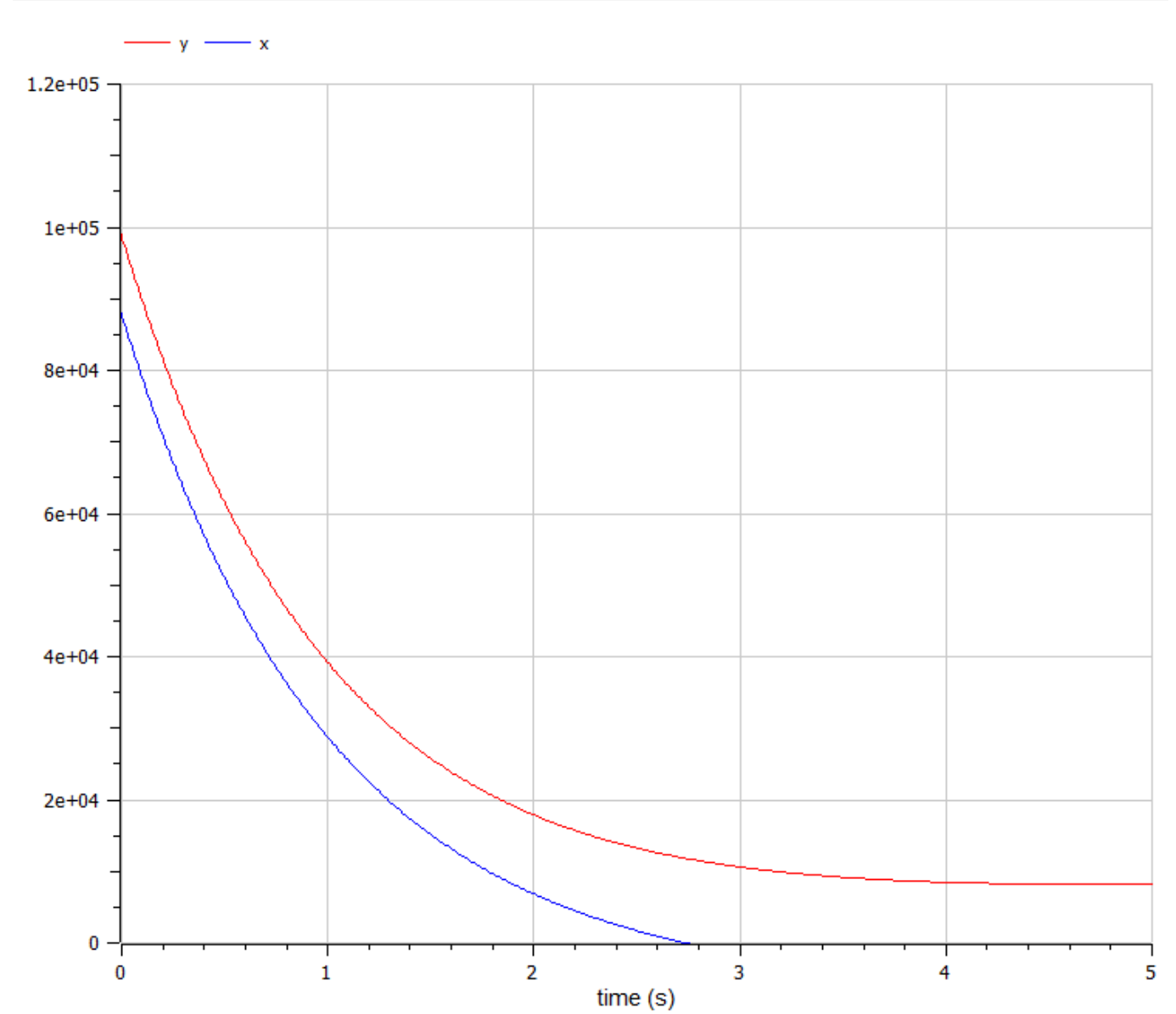


{#fig:001 width=70%}

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;
```

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:

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

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)

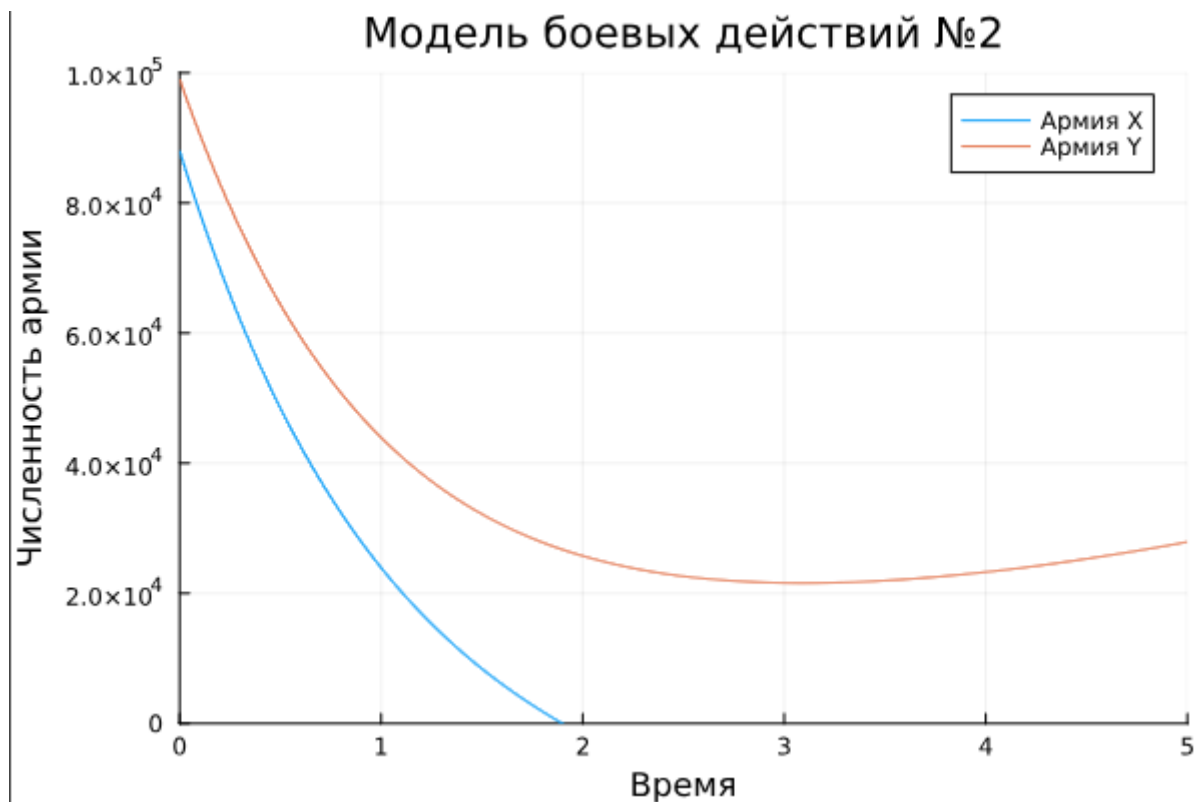
function f(u, p, t)
    x, y = u
    a, b, c, h = p
    dx = -a*x - b*y + sin(7t) + 1
    dy = -c*x - h*y + cos(8t) + 1
    return [dx, dy]
end

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"], хaxis = "Время", уaxis = "Численность армии",
ylim = [0, 100000])

```

Полученный график(рис. @fig:003).

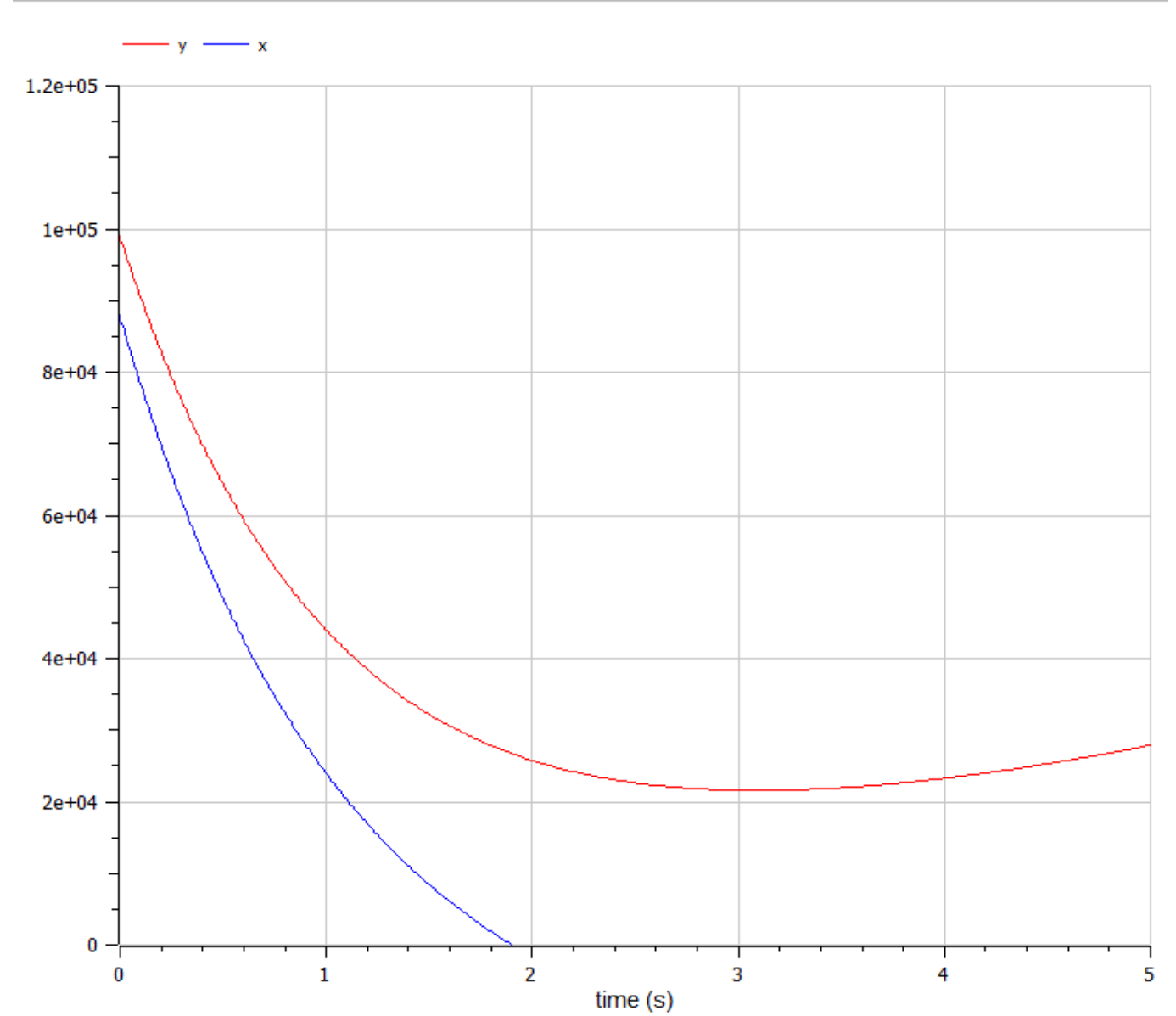


{#fig:003 width=70%}

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;
```

Полученный график(рис. @fig:004).



{#fig:004 width=70%}

Анализ результатов

Были построены четыре графика на Julia и OpenModelica, на которых видно, что графики абсолютно одинаковые.

Вывод

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

Список литературы

[1] Законы Осипова — Ланчестера: https://ru.wikipedia.org/wiki/Законы_Осипова_—_Ланчестера