
Front matter

title: "Отчёт по лабораторной работе №3"
subtitle: "Модель боевых действий, вариант 26"
author: "Маслова Анастасия Сергеевна"

Generic otions

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: true # List of tables
fontsize: 12pt
linestretch: 1.5
papersize: a4
documentclass: scrreprt

I18n polyglossia

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

I18n 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

Изучение и построение простейших моделей боевых действий, в частности - модели Ланчестера

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 80 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 115 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a , b , c , h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$

непрерывные функции.

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

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\frac{dx}{dt} = -0.3x(t) - 0.56y(t) + \sin(t+10)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.68x(t) - 0.3y(t) + \cos(t+10)$$

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

$$\frac{dx}{dt} = -0.31x(t) - 0.77y(t) + \sin(2t+10)$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.67x(t)y(t) - 0.51y(t) + \cos(t+10)$$

Теоретическое введение

Рассмотрим некоторые простейшие модели боевых действий – модели Ланчестера. 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).

Модель боевых действий между регулярными войсками описывается следующим образом:

$$\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -c(t)x(t) - h(t)y(t) + Q(t) \quad (1)$$

Потери, не связанные с боевыми действиями, описывают члены $a(t)x(t)$ и $h(t)y(t)$, члены $b(t)y(t)$ и $c(t)x(t)$ отражают потери на поле боя.

Коэффициенты $b(t)$ и $c(t)$ указывают на эффективность боевых действий со стороны y и x соответственно, $a(t)$, $h(t)$ - величины, характеризующие степень влияния различных факторов на потери. Функции $P(t)$, $Q(t)$ учитывают возможность подхода подкрепления к войскам X и Y в течение одного дня.

Модель боевых действий между регулярными войсками и партизанскими отрядами описывается следующим образом:

$$\frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + P(t)$$

$$\frac{dy}{dt} = -c(t)x(t)y(t) - h(t)y(t) + Q(t) \quad (2)$$

В этой системе все величины имеют тот же смысл, что и в системе (1).

Выполнение лабораторной работы

Вывод уравнения

Для выполнения лабораторной реализуем пример кода в среде Scilab на языке программирования Julia. Ниже представлен код для первого случая - военных действий между регулярными войсками.

```
using Plots
using DifferentialEquations

#начальные условия
x0 = 80000 #численность первой армии
y0 = 115000 #численность второй армии

a = 0.3 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на
потери
b = 0.56 #эффективность боевых действий армии y
c = 0.68 #эффективность боевых действий армии x
h = 0.33 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на
потери

function P(t)
    sin(t+10)
end

function Q(t)
    cos(t+10)
end

tspan=(0.0, 1)

#Система дифференциальных уравнений
function syst!(du,y,p,t)
    du[1] = -a*y[1]-b*y[2]+P(t) #изменение численности первой армии
    du[2] = -c*y[1]-h*y[2]+Q(t) #изменение численности второй армии
end

v0 = [x0,y0] #Вектор начальных условий

#Решение системы
problem = ODEProblem(syst!, v0, tspan, 0)
y = solve(problem)

u1=Vector{Float64}()
u2=Vector{Float64}()

for i in range(1, length(y.t))
    push!(u1, y.u[i][1])
    push!(u2, y.u[i][2])
end

plot(y.t, u1, label = "X side", title = "Model")
plot!(y.t, u2, label = "Y side", xlimit=[0, 1])
```

Далее представлен код для случая военных действий между регулярными войсками и партизанскими отрядами.

```
using Plots
using DifferentialEquations

#начальные условия
x0 = 80000 #численность первой армии
y0 = 115000 #численность второй армии

a = 0.31 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на
потери
b = 0.77 #эффективность боевых действий армии y
c = 0.67 #эффективность боевых действий армии x
h = 0.51 #константа, характеризующая степень влияния различных факторов на
потери

function P(t)
    sin(2t+10)
end

function Q(t)
    cos(t+10)
end

tspan=(0.0, 1)

#Система дифференциальных уравнений
function syst!(du,y,p,t)
    du[1] = -a*y[1]-b*y[2]+P(t) #изменение численности первой армии
    du[2] = -c*y[1]*y[2]-h*y[2]+Q(t) #изменение численности второй армии
end

v0 = [x0,y0] #Вектор начальных условий

#Решение системы
problem = ODEProblem(syst!, v0, tspan, 0)
y = solve(problem)

u1=Vector{Float64}()
u2=Vector{Float64}()

for i in range(1, length(y.t))
    push!(u1, y.u[i][1])
    push!(u2, y.u[i][2])
end

plot(y.t, u1, label = "X side", title = "Model")
plot!(y.t, u2, label = "Y side", xlimit=[0, 0.0001])
```

В результате у меня получилось два графика уменьшения численности войск со временем (рис. 1 и 2).

 { #fig:004
width=70%}

 { #fig:005 width=70%}

Далее я построила ту же математическую модель, но в среде OpenModelica, и я получила две построенные модели (рис. 3 и 4).

 { #fig:004
width=70%}

 { #fig:005 width=70%}

Итог

В результате выполнения данной лабораторной работы я познакомилась со средой OpenModelica, смогла построить математическую модель военных действий.

Список литературы{.unnumbered}

- [https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/2289993/mod_resource/content/2/Лабораторная%20работа%20№%202.pdf]
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/ЗаконыОсипова—_Ланчестера]