

Лабораторная работа №3

Модель боевых действий

Латыпова Диана. НФИбд-02-21

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	10
5	Выводы	19
	Список литературы	20

Список иллюстраций

4.1	Запуск Julia	15
4.2	1 случай (Julia)	15
4.3	2 случай (Julia)	16
4.4	Запуск OpenModelica	16
4.5	График для 1 случая (OpenModelica)	17
4.6	График для 2 случая (OpenModelica)	18

Список таблиц

1 Цель работы

Рассмотреть некоторые простейшие модели боевых действий - модели Ланчестера. Рассмотреть случаи ведения боевых действий. Реализовать модель на языке программирования Julia. Реализовать модель в программе Open Modelica.

2 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 33333 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 44444 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a, b, c, h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$ непрерывными функциями.

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

1. Модель боевых действий между регулярными войсками:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0.15x(t) - 0.64y(t) + |\sin(t + 15)| \\ \frac{dy}{dt} &= -0.55x(t) - 0.12y(t) + |\cos(t + 25)|\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0.28x(t) - 0.745y(t) + |2\sin(3t)| \\ \frac{dy}{dt} &= -0.613x(t)y(t) - 0.35y(t) + |1.5\cos(2t)|\end{aligned}$$

3 Теоретическое введение

Законы Ланчестера - это набор эмпирических закономерностей, разработанных английским инженером Фредериком Ланчестером в начале 20-го века. Эти законы представляют собой математические модели, используемые для анализа военных конфликтов и прогнозирования результатов сражений на основе различных параметров, таких как численность войск, их организация, эффективность оружия и тактические стратегии [1]. Андрей Осипов (российский ученый) доработал и расширил исходные идеи Ланчестера, предложив свои собственные модели и методы анализа военных конфликтов. Его работы привнесли новые аспекты в понимание динамики сражений и расширили применение законов Ланчестера на практике.

Основная идея законов Ланчестера состоит в том, что результаты битвы зависят не только от общего числа воюющих сторон, но и от их относительной силы. По сути, эти законы пытаются выразить математические зависимости между численностью и организацией вооруженных сил и исходом боевых действий.

Важными концепциями в рамках законов Ланчестера являются коэффициенты эффективности и экспоненты силы. Коэффициенты эффективности представляют собой числовые значения, отражающие относительную эффективность каждой стороны в бою, в то время как экспоненты силы отражают, насколько быстро меняется эффективность каждой стороны с увеличением численности.

В контексте законов Ланчестера обычно рассматриваются три основных случая ведения боевых действий:

- Симметричный случай: В этом случае обе стороны обладают примерно одинаковой численностью и эффективностью.
- Асимметричный случай с преимуществом: В этом случае одна из сторон имеет явное преимущество по численности или эффективности вооружения.
- Асимметричный случай без преимущества: В этом случае одна сторона имеет преимущество, но оно не настолько значительно, чтобы гарантировать победу.

OpenModelica - это свободно распространяемая среда для моделирования и симуляции динамических систем, основанная на языке Modelica. Modelica - это язык моделирования, который позволяет описывать сложные физические системы, такие как электромеханические системы, системы управления, тепловые сети и другие, с помощью уравнений и блоков моделирования.

OpenModelica предоставляет пользователю интуитивно понятный графический интерфейс, который позволяет создавать, редактировать и анализировать модели систем, а также проводить численное решение и симуляцию этих моделей.

Установка Open Modelica на Linux[2]:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install ca-certificates curl gnupg
sudo curl -fsSL http://build.openmodelica.org/apt/openmodelica.asc | \
    sudo gpg --dearmor -o /usr/share/keyrings/openmodelica-keyring.gpg
```

Обновите свой файл sources.list, используя следующие строки. Выберите архитектуру вашего процессора, операционную систему и предпочтительную ветку релиза для отслеживания. Установите Open Modelica:

```
echo "deb [arch=amd64 signed-by=/usr/share/keyrings/openmodelica-
keyring.gpg] \
```



```
https://build.openmodelica.org/apt \
$(cat /etc/os-release | grep "\(UBUNTU\|DEBIAN\|VERSION\) _CODENAME" | sort | cut
d= -f 2 | head -1) \
stable" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/openmodelica.list
sudo apt update
sudo apt install openmodelica
```

4 Выполнение лабораторной работы

В ходе войны численность армий стран X и Y изменяется под воздействием различных факторов, таких как потери в боях, мобилизация резервов, подкрепление и другие. Для упрощения анализа используются дифференциальные уравнения, описывающие динамику изменения численности вооруженных сил во времени.

Модель боевых действий между регулярными войсками:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0.15x(t) - 0.64y(t) + |\sin(t + 15)| \\ \frac{dy}{dt} &= -0.55x(t) - 0.12y(t) + |\cos(t + 25)|\end{aligned}$$

Эта модель описывает ситуацию, когда конфликт ведется только между регулярными вооруженными силами обеих стран. Уравнение представляет изменение численности армии страны X во времени, учитывая потери в результате боевых действий с армией страны Y и случайные факторы, представленные синусоидальной функцией. Второе уравнение аналогично описывает изменение численности армии страны Y , учитывая потери в сражениях с армией страны X и случайные факторы.

Модель ведения боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов:

$$\frac{dx}{dt} = -0.28x(t) - 0.745y(t) + |2\sin(3t)|$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.613x(t)y(t) - 0.35y(t) + |1.5\cos(2t)|$$

Эта модель дополнительно учитывает присутствие партизанских отрядов военной оппозиции. Уравнение описывает изменение численности армии страны X , учитывая как потери в боях с армией страны Y , так и воздействие партизанских действий, представленных синусоидальной функцией. Второе уравнение описывает изменение численности армии страны Y , учитывая как потери от регулярных боевых действий с армией страны X , так и воздействие партизанских действий, представленных косинусоидальной функцией.

Далее я написала код на языке программирования Julia:

```
# Необходимые модули
using Plots
using DifferentialEquations

# Начальная численность армий
const initial_x = 33333
const initial_y = 44444
initial_point = [initial_x, initial_y]

# Определяем временной интервал
time_interval = [0.0, 5.0]

# Константы для первой модели
a1 = 0.15
b1 = 0.64
c1 = 0.55
h1 = 0.12

# Константы для второй модели
a2 = 0.28
b2 = 0.745
```

```

c2 = 0.613
h2 = 0.35

# Функции, описывающие возможность подкрепления
# Для первой модели
function reinforcement_x1(t)
    return abs(sin(t+15))
end

function reinforcement_y1(t)
    return abs(cos(t+25))
end

# Для второй модели
function reinforcement_x2(t)
    return abs(2*sin(3t))
end

function reinforcement_y2(t)
    return abs(1.5*cos(2t))
end

# Система уравнений для первой модели
function model1!(dp, point, p, t)
    dp[1] = -a1*point[1] - b1*point[2] + reinforcement_x1(t)
    dp[2] = -c1*point[1] - h1*point[2] + reinforcement_y1(t)
end

# Система уравнений для второй модели

```

```

function model2!(dp, point, p, t)
    dp[1] = -a2*point[1] - b2*point[2] + reinforcement_x2(t)
    dp[2] = -c2*point[1]*point[2] - h2*point[2] + reinforcement_y2(t)
end

# Создаем массив времени для отслеживания изменений
t = collect(LinRange(0, 1, 100))

# Решаем уравнения для первой модели
problem1 = ODEProblem(model1!, initial_point, time_interval)
solution1 = solve(problem1, saveat=t)

# Решаем уравнения для второй модели
problem2 = ODEProblem(model2!, initial_point, time_interval)
solution2 = solve(problem2, saveat=t)

# Построение графиков
# Первая модель
plot1 = plot(
    solution1,
    vars=(0, 1),
    color=:red,
    label="Army X",
    title="Model 1",
    xlabel="Time",
    ylabel="Number of Troops"
)

plot!(

```

```

        solution1,
        vars=(0, 2),
        color=:blue,
        label="Army Y"
    )

savefig(plot1, "model1.png")

# Вторая модель
plot2 = plot(
    solution2,
    vars=(0, 1),
    color=:red,
    label="Army X",
    title="Model 2",
    xlabel="Time",
    ylabel="Number of Troops"
)

plot!(
    solution2,
    vars=(0, 2),
    color=:blue,
    label="Army Y"
)

savefig(plot2, "model2.png")

```

Запустили Julia в терминале(рис. 4.1):

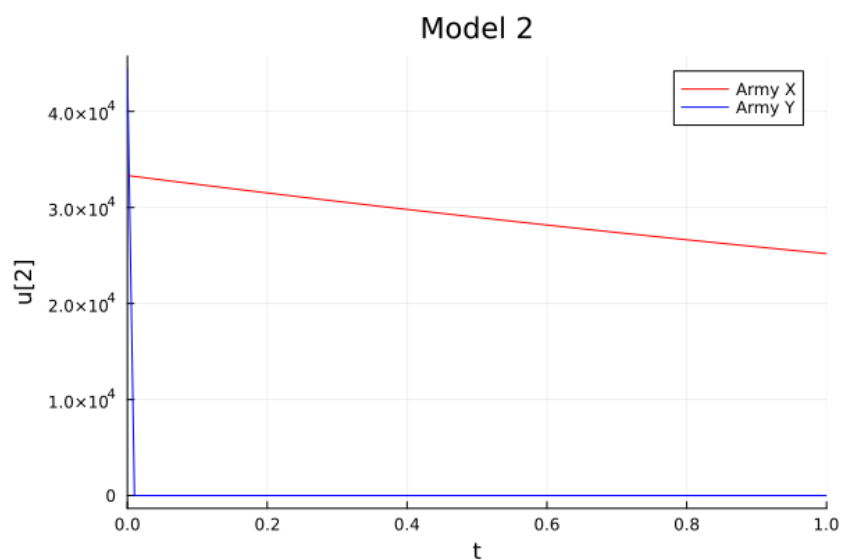


Рис. 4.3: 2 случай (Julia)

Запустили программу OpenModelica (рис. 4.4)

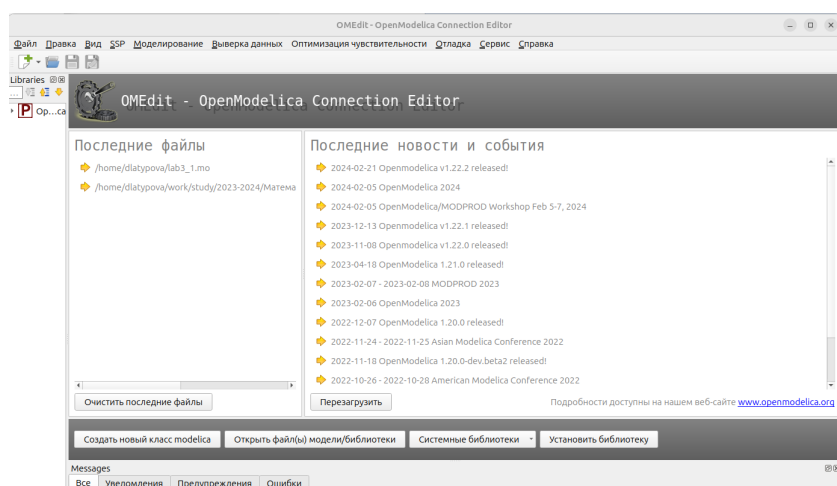


Рис. 4.4: Запуск OpenModelica

Написали код:

- для 1 случая:

```
model lab3_1
```

```
Real x;
```

```
Real y;
```



```

Real t = time;
initial equation
x = 33333;
y = 44444;
equation
der(x) = -0.15*x - 0.64*y + abs(sin(t+15));
der(y) = -0.55*x - 0.12*y + abs(cos(t+25));
end lab3_1;

```

Имеем соответствующий график(рис. 4.5)

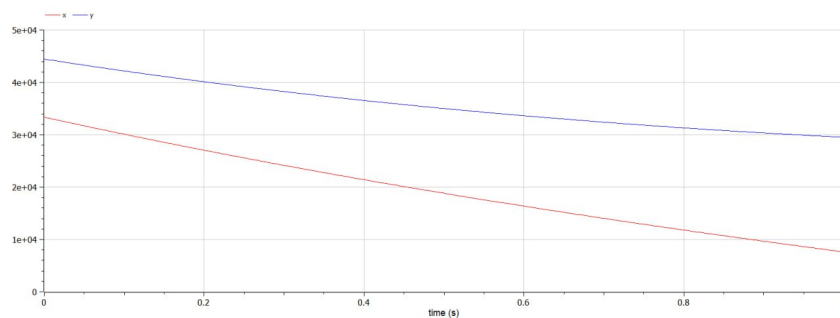


Рис. 4.5: График для 1 случая (OpenModelica)

- для 2 случая:

```

model lab3_2
Real x;
Real y;
Real t = time;
initial equation
x = 33333;
y = 44444;
equation
der(x) = -0.28*x - 0.745*y + abs(2*sin(3*t));
der(y) = -0.613*x*y - 0.35*y + abs(1.5*cos(2*t));
end lab3_2;

```

Имеем соответствующий график(рис. 4.6)

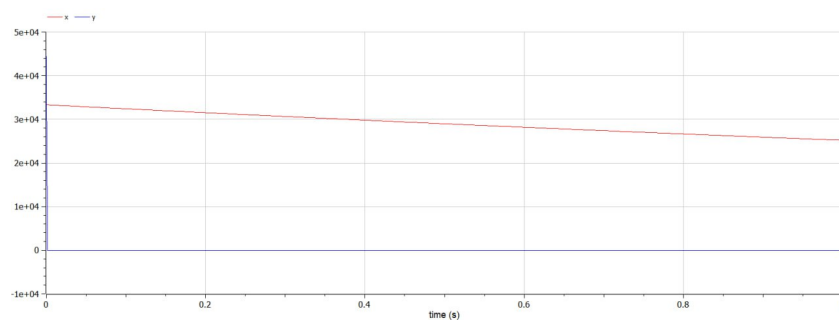


Рис. 4.6: График для 2 случая (OpenModelica)

Проанализировав сгенерированные графики на языке Julia и в программе OpenModelica, мы можем видеть, что графики идентичны. Что говорит о верном выполнении нашего задания.

5 Выводы

Я рассмотрела некоторые простейшие модели боевых действий - модели Ланчестера и случаи ведения боевых действий. Также реализовала модель на языке программирования Julia. Познакомилась с программой OpenModelica и реализовала модель в программе Open Modelica.

Список литературы

1. Законы Осипова — Ланчестера [Электронный ресурс]. Wikimedia Foundation, Inc., 2024. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%8B_%D0%9E%D1%81%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%E2%80%94%D0%9B%D0%B0%D0%BD%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0.
2. OpenModelica [Электронный ресурс]. Copyright © 2024 OpenModelica., 2024. URL: <https://openmodelica.org/download/download-linux/>.