Отчет по лабораторной работе № 3

Модель боевых действий

Хусаинова Динара Айратовна

Содержание

Цель работы **4**

Задание **5**

Теоретическое введение **6**

Выполнение лабораторной работы **7**
Решение с помощью программ . . . 8
Julia . . . 8
OpenModelica . . . 11

Выводы **15**

Список литературы **16**

Список иллюстраций

1 Создание файла lab3.jl 8
2 Запуск julia 10
3 Модель боевых действий между регулярными войсками 10
4 Модель боевых действий между регулярной армией и партизанской армией 11
5 OpenModelica 12
6 OpenModelica 12
7 Модель боевых действий между регулярными войсками 14
8 Модель боевых действий между регулярной армией и партизанской армией 14

Цель работы

Изучить модели боевых действий Ланчестера. Применить их на практике для решения задания лабораторной работы, использовав Julia и OpenModelica.

Задание

- Построить графики изменения численности войск армии Х и армии У 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

Уравнения Ланчестера — это дифференциальные уравнения, описывающие зависимость между силами сражающихся сторон A и D как функцию от времени, причем функция зависит только от A и D.

В 1916 году, в разгар первой мировой войны, Фредерик Ланчестер разработал систему дифференциальных уравнений для демонстрации соотношения между противостоящими силами. Среди них есть так называемые Линейные законы Ланчестера (первого рода или честного боя, для рукопашного боя или неприцельного огня) и Квадратичные законы Ланчестера (для войн начиная с XX века с применением прицельного огня, дальнобойных орудий, огнестрельного оружия). В связи с установленным приоритетом в англоязычной литературе наметилась тенденция перехода от фразы «модель Ланчестера» к «модели Осипова — Ланчестера». [4]

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). Рассмотривается три случая ведения боевых действий:

Боевые действия между регулярными войсками

Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Боевые действия между партизанскими отрядами

Выполнение лабораторной работы

1. Регулярная армия X против регулярной армии Y Рассмотрим первый случай. Численность регулярных войск определяется тремя факторами:

Скорость уменьшения численности войск из-за причин, не связанных с боевыми действиями (болезни, травмы, дезертирство); Скорость потерь, обусловленных боевыми действиями противоборствующих сторон (что связанно с качеством стратегии, уровнем вооружения, профессионализмом солдат и т.п.); Скорость поступления подкрепления (задаётся некоторой функцией от времени). В этом случае модель боевых действий между регулярными войсками описывается следующим образом:

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

В первом пункте нами рассматривается как раз такая модель. Она является доработанной моделью Ланчестера, так его изначальная модель учитывала лишь члены $b(t)y(t)$ и $c(t)x(t)$, то есть, на потери за промежуток времени влияли лишь численность армий и "эффективность оружия" (коэффициенты $b(t)$ и $c(t)$).

$$\frac{dx}{dt} = -ax(t) - by(t) + P(t)$$
$$\frac{dy}{dt} = -cx(t) - hy(t) + Q(t)$$

Регулярная армия X против партизанской армии Y

Для второй части задания, то есть, для моделирования боевых действий между регулярной армией и партизанской армией, необходимо внести поправки в предыдущую модель. Считается, что темп потерь партизан, проводящих свои операции в разных местах на некоторой известной территории, пропорционален не только численности армейских соединений, но и численности самих партизан.

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

Коэффициенты a, b, c и h всё так же будут положительными десятичными числами:

$$\frac{dx}{dt} = -ax(t) - by(t) + P(t)$$
$$\frac{dy}{dt} = -cx(t)y(t) - hy(t) + Q(t)$$

Решение с помощью программ

Julia

2. Создадим файл lab3.jl (рис. 1).

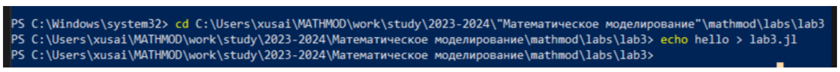

Рис. 1: Создание файла lab3.jl

3. Код программы:

```
using Plots;

using DifferentialEquations;
```

```
function first(du, u, p, t)
    du[1] = - 0.354*u[1] - 0.765*u[2] + abs(sin(t + 10))
    du[2] = - 0.679*u[1] - 0.845*u[2] + abs(cos(t + 15))
end

function second(du, u, p, t)
    du[1] = - 0.505*u[1] - 0.77*u[2] + sin(2*t)+2
    du[2] = - 0.6*u[1]*u[2] - 0.404*u[2] + cos(5*t)+2
end

const people = Float64[87700, 91400]
const prom1 = [0.0, 3.0]
const prom2 = [0.0, 0.0007]

prob1 = ODEProblem(first, people, prom1)
prob2 = ODEProblem(second, people, prom2)

sol1 = solve(prob1, dtmax=0.1)
sol2 = solve(prob2, dtmax=0.000001)

A1 = [u[1] for u in sol1.u]
A2 = [u[2] for u in sol1.u]
T1 = [t for t in sol1.t]
A3 = [u[1] for u in sol2.u]
A4 = [u[2] for u in sol2.u]
T2 = [t for t in sol2.t]

plt1 = plot(dpi = 300, legend= true, bg =:white)
plot!(plt1, xlabel="Время", ylabel="Численность", title="Модель боевых действий -
```

```
plot!(plt1, T1, A1, label="Численность армии X", color =:blue)
plot!(plt1, T1, A2, label="Численность армии Y", color =:green)
savefig(plt1, "lab03_1.png")

plt2 = plot(dpi = 1200, legend= true, bg =:white)
plot!(plt2, xlabel="Время", ylabel="Численность", title="Модель боевых действий -
plot!(plt2, T2, A3, label="Численность армии X", color =:blue)
plot!(plt2, T2, A4, label="Численность армии Y", color =:green)
savefig(plt2, "lab03_2.png")
```

4. Запуск julia (рис. 2).

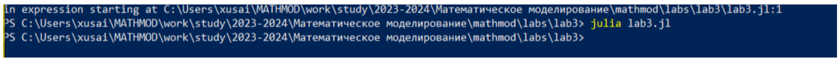

Рис. 2: Запуск julia

5. Результат работы с Julia. График для первого случая (рис. 3).

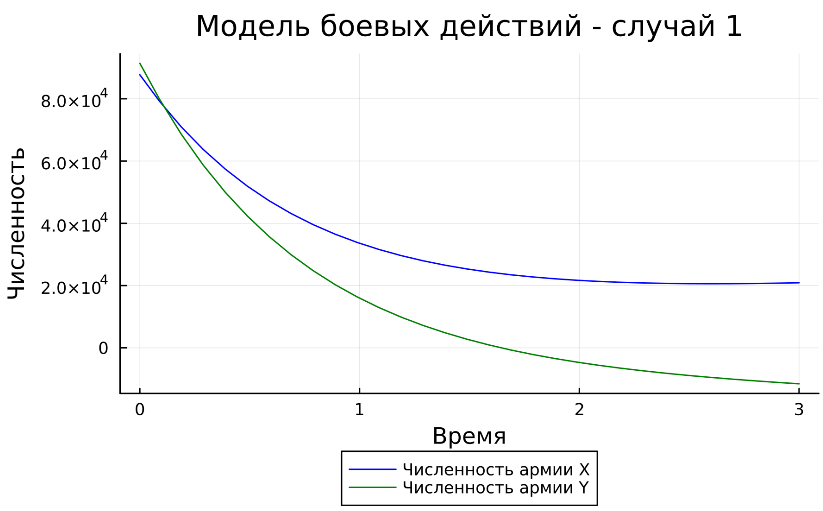

Рис. 3: Модель боевых действий между регулярными войсками

6. График для второго случая (рис. 4).

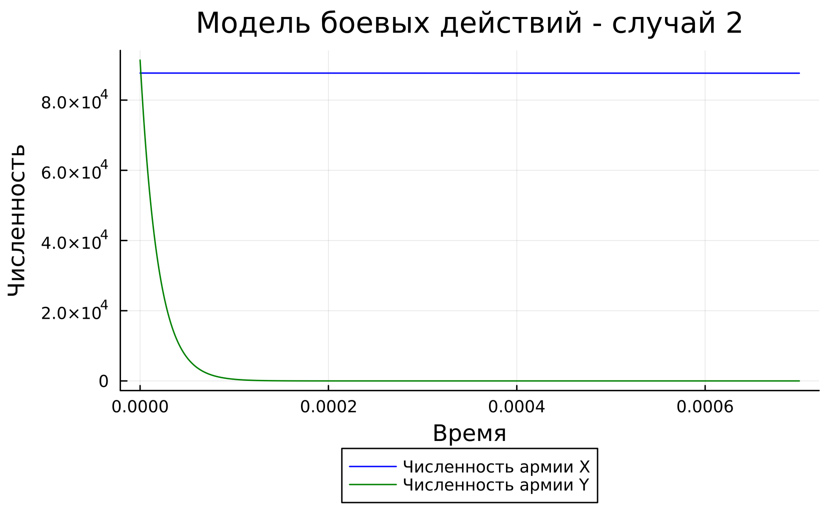

Рис. 4: Модель боевых действий между регулярной армией и партизанской армией

OpenModelica

7. Скачаем OpenModelica (рис. 5).

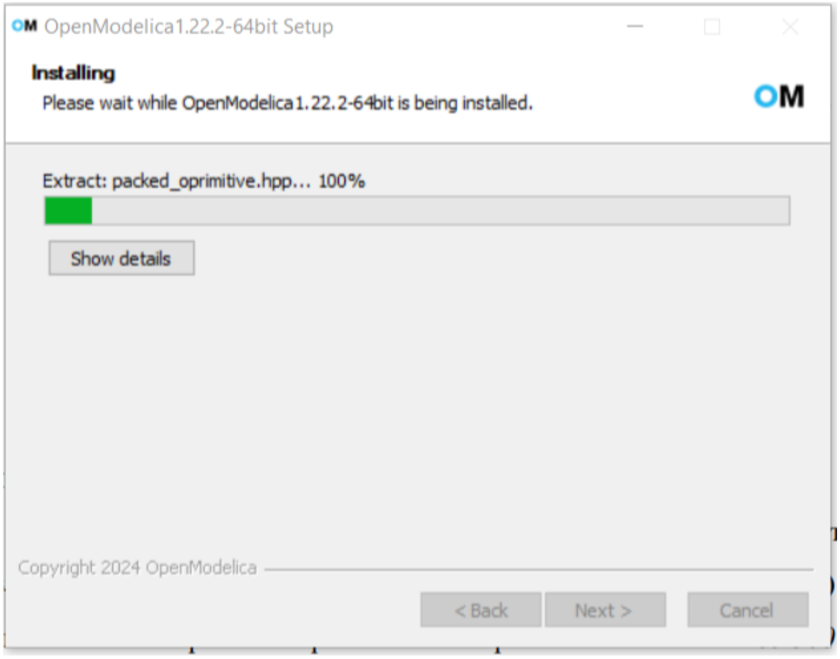

Рис. 5: OpenModelica

8. Откроем OpenModelica и создадим модель для первого случая(рис. 6).

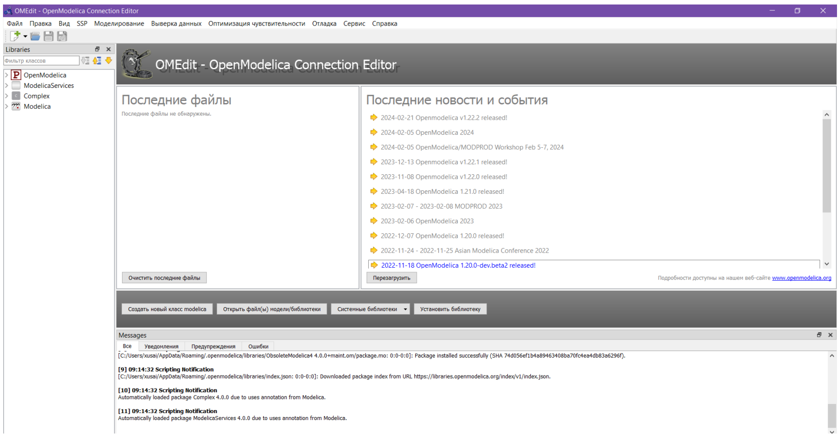

Рис. 6: OpenModelica

Код для первого случая:

```
model lab3_1
Real x;
```

```
Real y;
Real a = 0.354;
Real b = 0.765;
Real c = 0.679;
Real h = 0.845;
Real t = time;
initial equation
x = 87700;
y = 91400;
equation
der(x)=-a*x - b*y +abs(sin(t+10));
der(y)=-c*x - h*y +abs(cos(t+15));
end lab3_1;
```

Код для второго случая:

```
model lab3_2
Real x;
Real y;
Real a = 0.505;
Real b = 0.77;
Real c = 0.6;
Real h = 0.404;
Real t = time;
initial equation
x = 87700;
y = 91400;
equation
der(x)=-a*x - b*y +sin(2*t) + 2;
der(y)=-c*x*y - h*y +cos(5*t) + 2;
end lab3_2;
```

9. Результат работы OpenModelica для модели боевых действий между регулярными войсками (рис. 7).

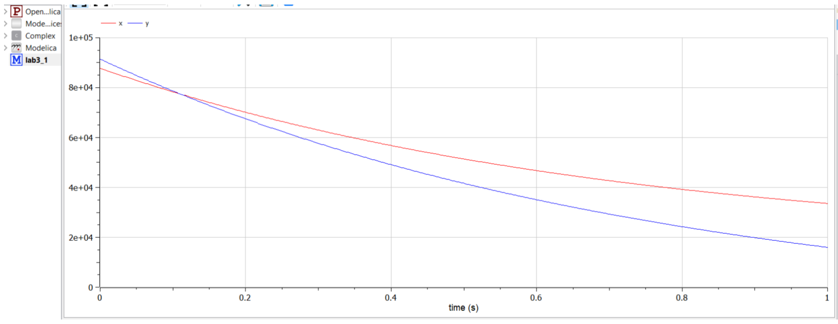

Рис. 7: Модель боевых действий между регулярными войсками

10. Результат работы OpenModelica для модели боевых действий между регулярной армией и партизанской армией (рис. 8).

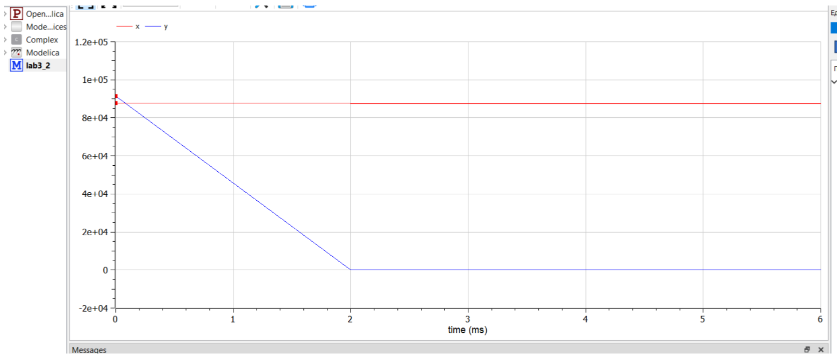

Рис. 8: Модель боевых действий между регулярной армией и партизанской армией

Выводы

По итогам лабораторной работы я построила по две модели на языках Julia и OpenModelica. В ходе проделанной работы можно сделать вывод, что OpenModelica лучше приспособлен для моделирование процессов, протекающих во времени. Построение моделей боевых действий на языке OpenModelica занимает гораздо меньше строк и времени, чем аналогичное построение на языке Julia.

Список литературы

[1] Документация по Julia: https://docs.julialang.org/en/v1/

[2] Документация по OpenModelica: https://openmodelica.org/