

Лабораторная работа № 3

Модель боевых действий

Никита Алексеевич Бакулин

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	8
5	Выводы	14
	Список литературы	15

Список иллюстраций

4.1	Julia	10
4.2	Julia	10
4.3	OpenModelica	12
4.4	OpenModelica	13

Список таблиц

1 Цель работы

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)

2 Задание

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

1. Модель боевых действий между регулярными войсками (уравнение [2.1]):

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.35x(t) - 0.45y(t) + 2 \sin(t) \\ \frac{dy}{dt} = -0.69x(t) - 0.61y(t) + \cos(t) + 1 \end{cases} \quad (2.1)$$

2. Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов (уравнение [2.2]):

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.35x(t) - 0.73y(t) + 2 \sin(2t) \\ \frac{dy}{dt} = -0.45x(t)y(t) - 0.41y(t) + \cos(t) + 1 \end{cases} \quad (2.2)$$

3 Теоретическое введение

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 105 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 95 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a, b, c, h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$ непрерывные функции.

Модель боевых действий между регулярными войсками описывается следующим образом (уравнение [3.1]):

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -a(t)x(t) - b(t)y(t) + R(t) \\ \frac{dy}{dt} = -c(t)x(t) - h(t)y(t) + Q(t) \end{cases} \quad (3.1)$$

4 Выполнение лабораторной работы

1. Написание программы на Julia [1]

```
using Plots
using DifferentialEquations

x0 = 105000
y0 = 95000

a = 0.35
b = 0.45
c = 0.69
h = 0.61
P1(t) = 2*sin(t)
Q1(t) = cos(t)+1

function F1(du, u, p, t)
    du[1] = -a*u[1] - b*u[2] + P1(t)
    du[2] = -c*u[1] - h*u[2] + Q1(t)
end

prob = ODEProblem(F1, [x0;y0], (0,10))
condition(u,t,integrator) = u[1] >= 0 && u[2] >= 0
cb = ContinuousCallback(condition,terminate!)
```



```

sol = solve(prob,callback=cb)

plt1 = plot(legend=true)
plot!(plt1, sol)
savefig(plt1, "solution1.png")

a = 0.35
b = 0.73
c = 0.45
h = 0.41
P2(t) = 2*sin(2*t)
Q2(t) = cos(t)+1

function F2(du, u, p, t)
    du[1] = -a*u[1] - b*u[2] + P2(t)
    du[2] = -c*u[1]*u[2] - h*u[2] + Q2(t)
end

prob2 = ODEProblem(F2, [x0;y0], (0,10))
sol2 = solve(prob2,callback=cb)

plt2 = plot(legend=true)
plot!(plt2, sol2)
savefig(plt2, "solution2.png")

```

График для первого случая представлен на рис. [4.1], для второго на рис. [4.2]

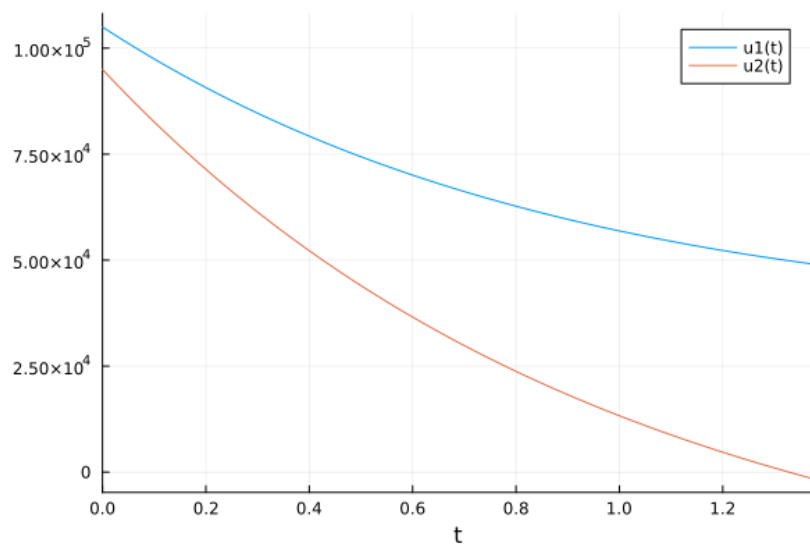


Рис. 4.1: Julia

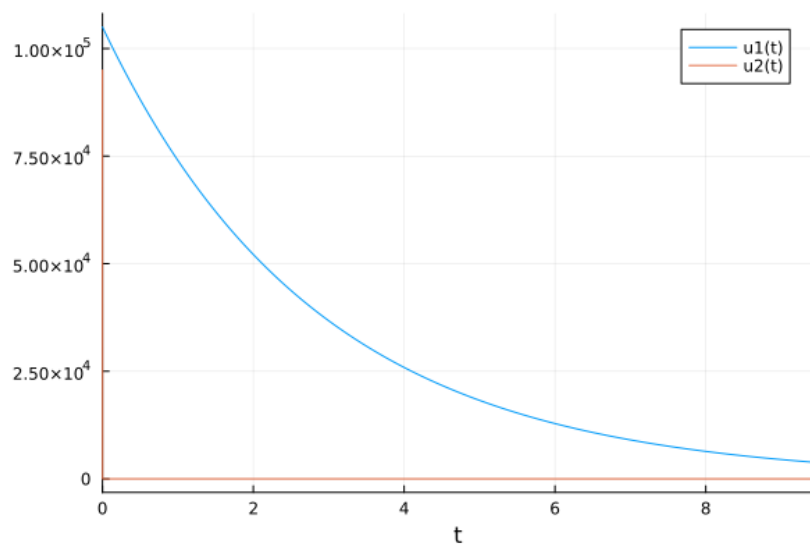


Рис. 4.2: Julia

2. Написание программы на OpenModelica [2]

```
model Battle1
  parameter Integer x0 = 105000;
  parameter Integer y0 = 95000;
```

```

parameter Real a = 0.35;
parameter Real b = 0.45;
parameter Real c = 0.69;
parameter Real h = 0.61;

Real P;
Real Q;

Real x(start=x0);
Real y(start=y0);

equation

P = 2*sin(time);
Q = cos(time)+1;

der(x) = - a * x - b * y + P;
der(y) = - c * x - h * y + Q;
end Battle1;

model Battle2
  parameter Integer x0 = 105000;
  parameter Integer y0 = 95000;

  parameter Real a = 0.35;
  parameter Real b = 0.73;
  parameter Real c = 0.45;
  parameter Real h = 0.41;

```

```

Real P;
Real Q;

Real x(start=x0);
Real y(start=y0);

equation

P = 2*sin(2*time);
Q = cos(time)+1;

der(x) = - a * x - b * y + P;
der(y) = - c * x * y - h * y + Q;
end Battle2;

```

График для первого случая представлен на рис. [4.3], для второго на рис. [4.4]

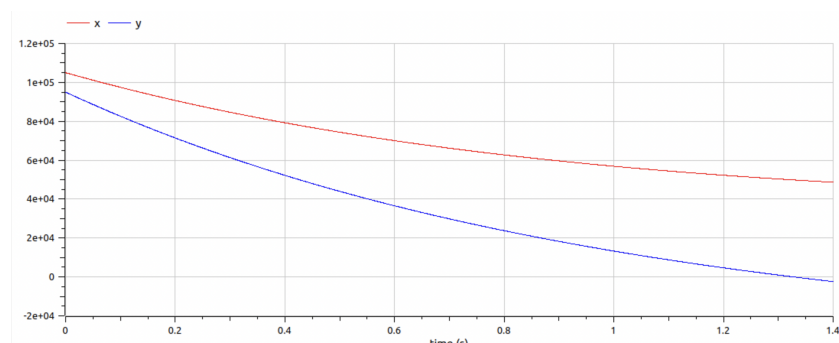


Рис. 4.3: OpenModelica

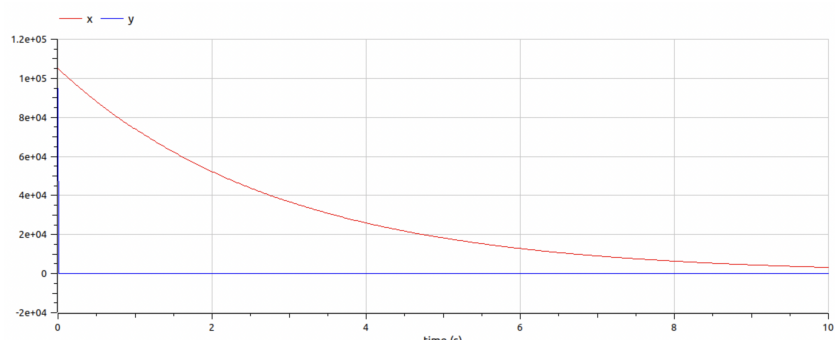


Рис. 4.4: OpenModelica

5 Выводы

Успешно рассчитали модель боевых действий

Список литературы

1. Julia 1.8 Documentation [Электронный ресурс]. The Julia Project, 2022. URL: <https://docs.julialang.org/en/v1/>.
2. OpenModelica User's Guide [Электронный ресурс]. OpenModelica, 2022. URL: <https://openmodelica.org/doc/OpenModelicaUsersGuide/1.20/>.