

Лабораторная работа №3

Модель боевых действий

Извекова Мария Петровна

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Докладчик

- Извекова Мария Петровна
- студентка 3 курса
- факультет Физико-математических и естественных наук
- Российский университет дружбы народов



Построить математическую модель для выбора правильной стратегии при решении примера задаче о погоне.

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 25 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 39 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a , b , c , h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$ непрерывные функции.

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\frac{dx}{dt} = -0.411 * x(t) - 0.733 * y(t) + \sin(2 * t) + 1 \text{ и}$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.55 * x(t) - 0.664 * y(t) + \cos(2 * t) + 1$$

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

$$\frac{dx}{dt} = -0.399 * x(t)y(t) - 0.688 * y(t) + \sin(2 * t) + 2 \text{ и}$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.299 * x(t) - 0.811 * y(t) + \cos(3 * t) + 1$$

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

Рассмотреть три случая ведения боевых действий: 1. Боевые действия между регулярными войсками 2. Боевые действия с участием регулярных войск и партизанских отрядов 3. Боевые действия между партизанскими отрядами

Формула для выбора варианта: $(1132226460\%70)+1 = 51$ вариант.

Модель боевых действий между регулярными войсками

```
[20]: using DifferentialEquations, Plots;
```

```
function reg(u, p, t)
    x, y = u
    a, b, c, h = p
    dx = -a*x - b*y*sin(2*t)+1
    dy = -c*x -h*y*cos(2*t)+1
    return [dx, dy]
end
```

```
u0 = [25000, 39000]
p = [0.441, 0.773, 0.55, 0.664]
tspan = (0,1)
```

```
[20]: (0, 1)
```

```
[21]: prob = ODEProblem(reg, u0, tspan, p)
```

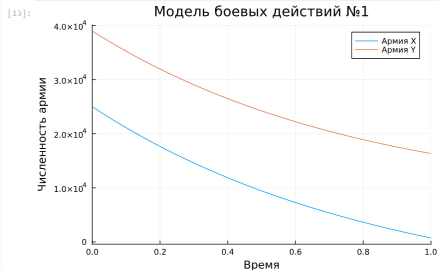
```
sol = solve(prob)
```

```
sol
```

```
[21]: retcode: Success
Interpolation: 3rd order Hermite
t: 6-element Vector{Float64}:
 0.0
 0.09056616196051985
 0.2924756589150943
 0.5466379539567492
 0.8503554026298423
 1.0
u: 6-element Vector{Vector{Float64}}:
 [25000.0, 39000.0]
 [21464.294842904223, 35603.26552329791]
 [14818.766536179111, 29272.471498940755]
 [8405.604823229733, 23265.30996234343]
 [2844.425209483543, 18204.050955212842]
 [733.7674799873575, 16345.79660959507]
```

В результате получаем следующий график

```
[13]: # построение графика, который описывает изменение численности армий  
plot(sol, title = "Модель боевых действий №1", label = ["Армия X" "Армия Y"], xaxis = "Время", yaxis = "Численность армии")
```



Теперь давайте построим эту же модель посредством OpenModelica.

```
model lab3
```

```
  parameter Real a = 0.441;
```

```
  parameter Real b = 0.773;
```

```
  parameter Real c = 0.55;
```

```
  parameter Real h = 0.664;
```

```
  parameter Real x0 = 25000;
```

```
  parameter Real y0 = 39000;
```

```
  Real x(start=x0);
```

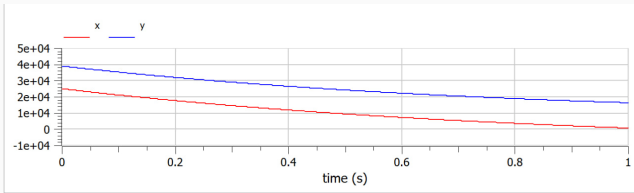
```
  Real y(start=y0);
```

```
equation
```

```
  der(x) = -a*x - b*y+sin(2*time)+1;
```

```
  der(y) = -c*x -h*y+cos(2*time)+1;
```

```
end lab3;
```



Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

Построим модель на Julia:

```
[22]: function reg_part(u, p, t)
      x, y = u
      a, b, c, h = p
      dx = -a*x - b*y+sin(2*t)+2
      dy = -c*x*y -h*y+cos(3*t)+1
      return [dx, dy]
    end

    # начальные условия
    u0 = [25000, 39000]
    p = [0.399, 0.688, 0.299, 0.811]
    tspan = (0,1)
```

[22]: (0, 1)

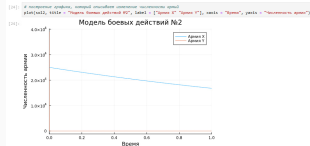
```
•[25]: prob2 = ODEProblem(reg_part, u0, tspan, p)
      sol2 = solve(prob2)
```

```
[25]: retcode: Success
      Interpolation: 3rd order Hermite
      t: 197-element Vector{Float64}:
         0.0
         0.00014771747341193233
         0.0002142741947978862
         0.0003240783140522616
         0.00041392945193426416
         0.0005189546639062083
         0.0006195755212548722
         0.0007258020464292177
         0.0008316343276656017
         0.00093980047666665828
         0.0010484281467867296
         0.0011581786784358593
         0.0012684224662962854
         ⋮
         0.9080831349703391
         0.9151901764945614
         0.9225176235756221
         0.930093177373459
         0.9379504946850723
         0.9461311668053699
         0.9546876405340909
         0.9636880229372799
         0.9732230968510618
         0.9834187096213808
         0.9944593394948383
         1.0
```

```

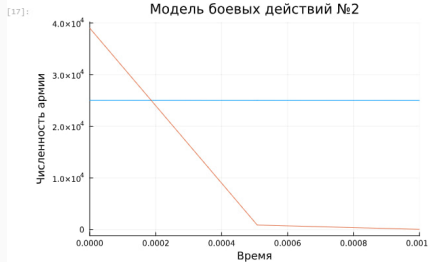
u: 197-element Vector{Vector{Float64}}:
 [25000.0, 39000.0]
 [24996.128832251292, 12944.055042847314]
 [24994.998208188998, 7870.827673919655]
 [24993.497791348847, 3464.646750087517]
 [24992.44597894436, 1770.24772816233]
 [24991.310282716047, 807.6076558850074]
 [24990.267864752328, 380.77180710263883]
 [24989.18969793882, 172.1732322625553]
 [24988.12604872396, 78.0836046979137]
 [24987.04381566929, 34.80086645136849]
 [24985.95931890287, 15.458581824972313]
 [24984.864619455566, 6.809525334198026]
 [24983.765496501717, 2.9887764138392274]
 ⋮
 [17400.966552718026, 1.653281902443158e-5]
 [17351.713411881945, 1.4952108296619406e-5]
 [17301.07881124948, 1.3397636456267714e-5]
 [17248.88510493554, 1.1872421739009288e-5]
 [17194.916497214457, 1.0380129006099108e-5]
 [17138.90635397297, 8.925279767562024e-6]
 [17080.5184676766, 7.513559006405471e-6]
 [17019.316109953423, 6.1522324329269785e-6]
 [16954.717112161346, 4.850932907253488e-6]
 [16885.91431639993, 3.622899141907314e-6]
 [16811.723988889375, 2.487145479371744e-6]
 [16774.615073563265, 2.009203009807162e-6]

```



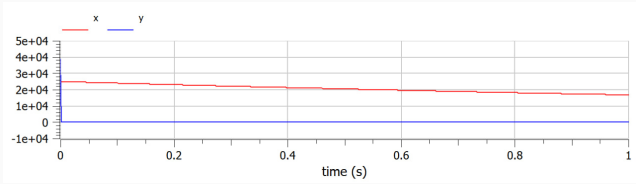
Уменьшаем масштаб, чтобы увидеть, где начинается уменьшение армии Y

```
[17]: plot(sol2, title = "Модель боевых действий №2", label = false, xaxis = "Время", yaxis = "Численность армии", xlim = [0,0.001])
```

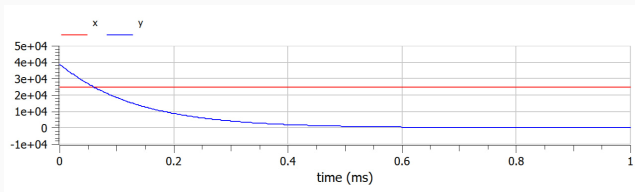


Теперь давайте построим эту же модель посредством OpenModelica.

```
model lab3_part
  parameter Real a = 0.399;
  parameter Real b = 0.688;
  parameter Real c = 0.299;
  parameter Real h = 0.811;
  parameter Real x0 = 25000;
  parameter Real y0 = 39000;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x) = -a*x - b*y+sin(2*time)+2;
  der(y) = -c*x*y -h*y+cos(3*time)+1;
end lab3_part;
```

Уменьшаем масштаб, чтобы увидеть, где начинается уменьшение армии Y



Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы я построила модель боевых действий на языке программирования Julia и посредством ПО OpenModelica, а также провела сравнительный анализ.