

Защита лабораторной работы № 3. Модель боевых действий

Наливайко Сергей Максимович

4 March, 2021

RUDN University, Moscow, Russian Federation

Цель работы

Научиться моделировать простейшую модель боевых действий (модель Ланчестера).

Формулировка задачи. Вариант 45

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 22 222 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 11 111 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a , b , c , h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$ непрерывные функции.

Формулировка задачи

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

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\frac{dx}{dt} = -0.22 * x(t) - 0.77 * y(t) + \sin 0.5t + 1$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.66 * x(t) - 0.11 * y(t) + \cos 0.5t + 2$$

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

$$\frac{dx}{dt} = -0.31 * x(t) - 0.79 * y(t) + \sin 2.5t + 1$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.59 * x(t) * y(t) - 0.21 * y(t) + \cos 2t + 2$$

Решение задачи

$$\frac{dx}{dt} = -0.22 * x(t) - 0.77 * y(t) + \sin 0.5t + 1$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.66 * x(t) - 0.11 * y(t) + \cos 0.5t + 2$$

$$a = 0.22, b = 0.77, c = 0.66, h = 0.11, x_0 = 2.2222, y_0 = 1.1111$$

Решение задачи 1

```
julia> using Plots
julia> using DifferentialEquations
julia> plotlyjs()
Plots.PlotlyJSBackend()
julia> x0 = 22222;
julia> y0 = 11111;
julia> a = 0.22;
julia> b = 0.77;
julia> c = 0.66;
julia> h = 0.11;
julia> tmax = 1;
julia> t = (0,tmax);
julia> P(t) = sin(0.5 * t) + 2;
julia> Q(t) = cos(0.5 * t) + 2;
julia> function syst(du, u, p, t)
    a, b, c, h = p;
    du[1] = -a * u[1] - b * u[2] + P(t);
    du[2] = -c * u[1] - h * u[2] + Q(t);
end
syst (generic function with 1 method)
julia> u0 = [x0, y0];
julia> p = (a,b,c,h);
julia> prob = ODEProblem(syst, u0, t, p);
julia> sol = solve(prob);
julia> plot(sol, ylims=(0, 22222), xlabel = "Время", ylabel = "Численность армии", label = ["Армия X" "Армия Y"])
julia> title!("Модель боевых действий K1")
julia> 
```

Рис. 1: Программный код

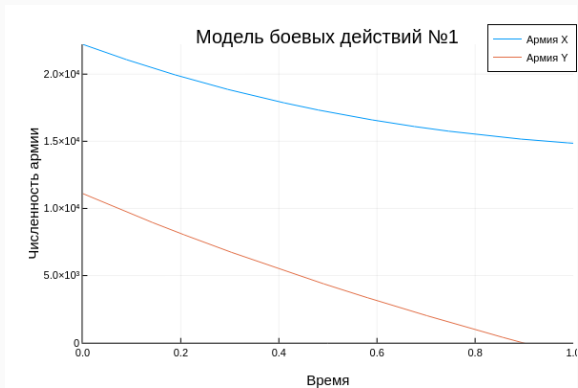


Рис. 2: График изменения численности войск

$$\frac{dx}{dt} = -0.31 * x(t) - 0.79 * y(t) + \sin 2.5t + 1$$

$$\frac{dy}{dt} = -0.59 * x(t) * y(t) - 0.21 * y(t) + \cos 2t + 2$$

$$a = 0.31, b = 0.79, c = 0.59, h = 0.21, x_0 = 2.2222, y_0 = 1.1111$$

Решение задачи 2

```
julia> using Plots
julia> using DifferentialEquations
julia> plotlyjs()
Plots.PlotlyJSBackend()
julia> x0 = 22222;
julia> y0 = 11111;
julia> a = 0.31;
julia> b = 0.79;
julia> c = 0.59;
julia> h = 0.21;
julia> tmax = 1;
julia> t = (0,tmax);
julia> P(t) = sin(2.5 * t) + 1;
julia> Q(t) = cos(2 * t) + 2;
julia> function syst(du, u, p, t)
    a, b, c, h = p;
    du[1] = -a * u[1] - b * u[2] + P(t);
    du[2] = -c * u[1] * u[2] - h * u[2] + Q(t);
end
syst (generic function with 1 method)
julia> u0 = [x0, y0];
julia> p = (a,b,c,h);
julia> prob = ODEProblem(syst, u0, t, p);
julia> sol = solve(prob);
julia> plot(sol, ylin=(0, 22222), xlabel = "Время", ylabel = "Численность армии", label = ["Армия X" "Армия Y"])
julia> title!("Модель боевых действий №2")
```

Рис. 3: Программный код

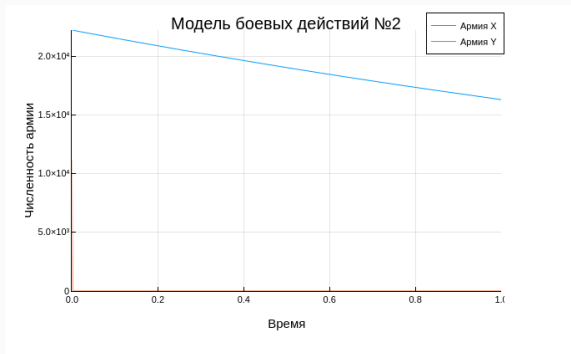


Рис. 4: График изменения численности войск

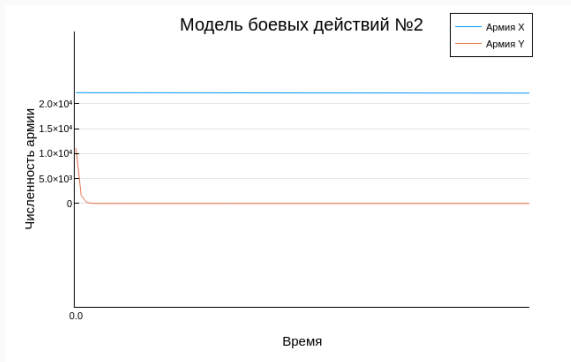


Рис. 5: График изменения численности войск

Вывод

В ходе лабораторной работы мы научились моделировать простейшую модель боевых действий (модель Ланчестера).