

Информация

Докладчик

.....: {.columns align=center}

::: {.column width="70%"}

- Эспиноса Василита Кристина Микаела
- студентка
- Российский университет дружбы народов
- 1032224624@pfur.ru
- <https://github.com/crisespinosal/>

:::

::: {.column width="30%"}

:::

.....:

Цель работы

Построить модель боевых действий на языке программирования Julia и посредством ПО OpenModelica.

Задание

жду 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 10 000 человек, а в распоряжении страны Y армия численностью в 29 000 человек. Для упрощения модели считаем, что коэффициенты a, b, c, h постоянны. Также считаем $P(t)$ и $Q(t)$ непрерывные функции. Постройте графики изменения численности войск армии X и армии Y для следующих случаев:

Задание

1. Модель боевых действий между регулярными войсками

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0,333x(t) - 0,777y(t) + 1,6\sin(t) \\ \frac{dy}{dt} &= -0,5x(t) - 0,65y(t) + 1,7\cos(t+2)\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= -0,343x(t) - 0,815y(t) + \sin(2t) + 1 \\ \frac{dy}{dt} &= -0,227x(t)y(t) - 0,815y(t) + \cos(10t) + 1\end{aligned}$$

Выполнение лабораторной работы

Модель боевых действий между регулярными войсками

В данной модели боевых действий №1 рассматривается взаимодействие двух армий X и Y в течение одного дня. Потери армий описываются системой дифференциальных уравнений, где:

- члены $-0,333x(t)$ и $-0,65y(t)$ отражают **небоевые потери**, связанные с внешними факторами: болезнями, логистическими проблемами, моральным состоянием и т.д.;
- члены $-0,777y(t)$ и $-0,5x(t)$ моделируют **боевые потери**, зависящие от численности противника и эффективности наступательных действий;
- добавочные функции $1,6\sin(t)$ и $1,7\cos(t+2)$ учитывают возможные **внешние воздействия**, такие как подкрепления, изменение погодных условий или морального духа армий X и Y соответственно.

Выполнение лабораторной работы

```
[11] %%writefile combate.jl
using DifferentialEquations, Plots
gr()

function reg(u, p, t)
    x, y = u
    a, b, c, h = p
    dx = -a * x - b * y + 1.6 * sin(t)
    dy = -c * x - h * y + 1.7 * cos(t+2)
    return [dx, dy]
end

u0 = [10000.0, 29000.0]
p = [0.333, 0.777, 0.5, 0.65]
tspan = (0.0, 1.0)

prob = ODEProblem(reg, u0, tspan, p)
sol = solve(prob, Tsit5())

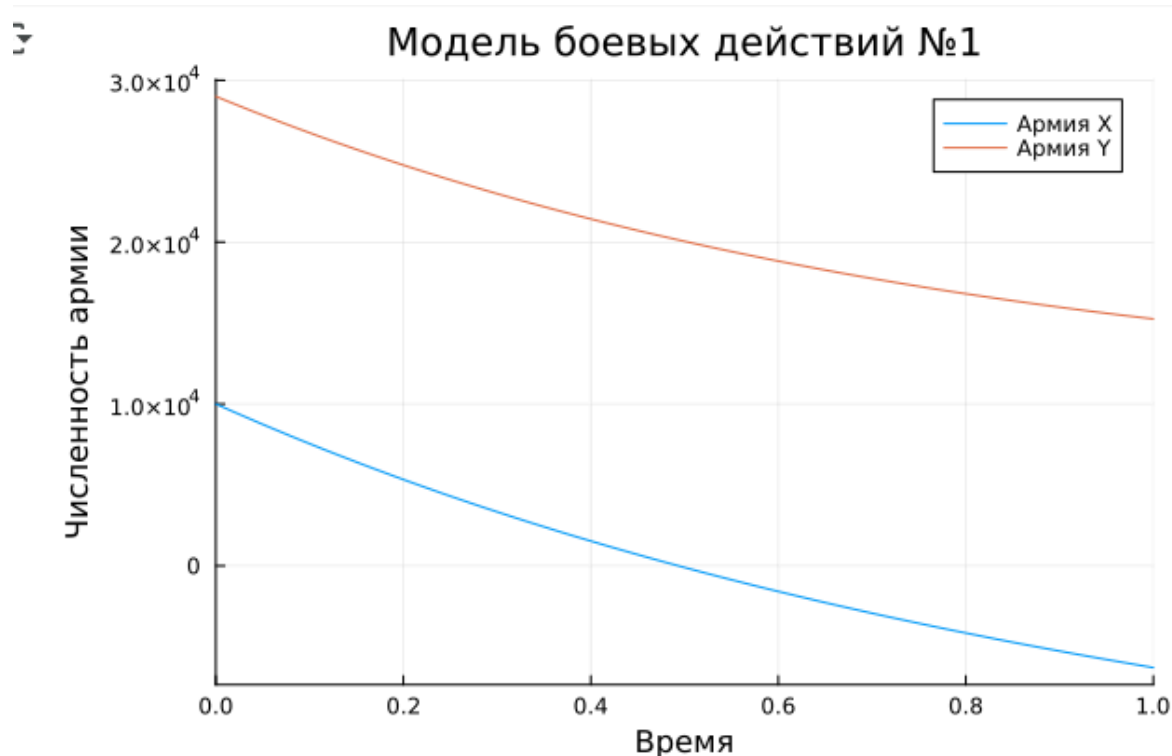
plot(sol,
    title = "Модель боевых действий №1",
    label = ["Армия X" "Армия Y"],
    xlabel = "Время",
    ylabel = "Численность армии")

savefig("combate.png")
```

Выполнение лабораторной работы

На основании численного решения видно, что:

- **Армия X** (синяя линия) стремительно теряет численность — с 10 000 в начале до почти **нуля** к концу дня. Это указывает на высокую уязвимость армии X к боевым и небоевым потерям.
- **Армия Y** (оранжевая линия), несмотря на потери, сохраняет численность выше 20 000, начиная с 29 000. Это демонстрирует **большую устойчивость** армии Y.



Выполнение лабораторной работы

Теперь давайте построим эту же модель посредством OpenModelica.

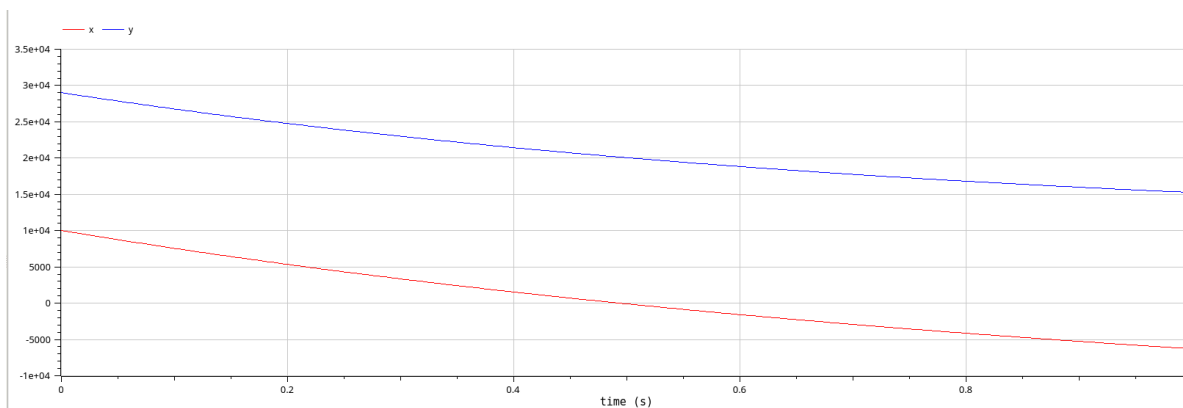
```

1  model modell
2    parameter Real a= 0.333;
3    parameter Real b= 0.777;
4    parameter Real c= 0.5;
5    parameter Real h = 0.65;
6
7    parameter Real x0=10000;
8    parameter Real y0=29000;
9
10   Real x(start=x0);
11   Real y(start=y0);
12
13   equation
14     der(x) = -a * x - b * y + 1.6 * sin(time);
15     der(y) = -c * x - h * y + 1.7 * cos(time + 2);
16   end modell;

```

Выполнение лабораторной работы

В результате получаем следующий график изменения численности армий



Модель ведение боевых действий с участием регулярных войск и партизанских отрядов

В модели наша система дифференциальных уравнений включает:

- члены $-0.343 x(t)$ и $-0.815 y(t)$ — это **небоевые потери**, связанные с логистикой, болезнями и другими факторами;
- член $-0.227 x(t) * y(t)$ во втором уравнении — это **нелинейный боевой вклад**, моделирующий интенсивное взаимодействие между армиями, особенно при больших значениях x и y ;
- слагаемые $\sin(2t) + 1$ и $\cos(10t) + 1$ представляют **внешние влияния и подкрепления**, воздействующие на армии с различной частотой.

Выполнение лабораторной работы

```
[20] %%writefile combate2.jl
using DifferentialEquations, Plots
gr()

function reg_p(u, p, t)
    x, y = u
    a, b, c, h = p
    dx = -a * x - b * y + sin(2*t) + 1
    dy = -c * x*y - h * y + cos(10 * t) + 1
    return [dx, dy]
end

u0 = [10000.0, 29000.0]
p = [0.343, 0.815, 0.227, 0.815]
tspan = (0.0, 1.0)

prob = ODEProblem(reg, u0, tspan, p)
sol = solve(prob, Tsit5())

plot(sol,
      title = "Модель боевых действий №2",
      label = ["Армия X" "Армия Y"],
      xlabel = "Время",
      ylabel = "Численность армии")

savefig("combate2.png")
```

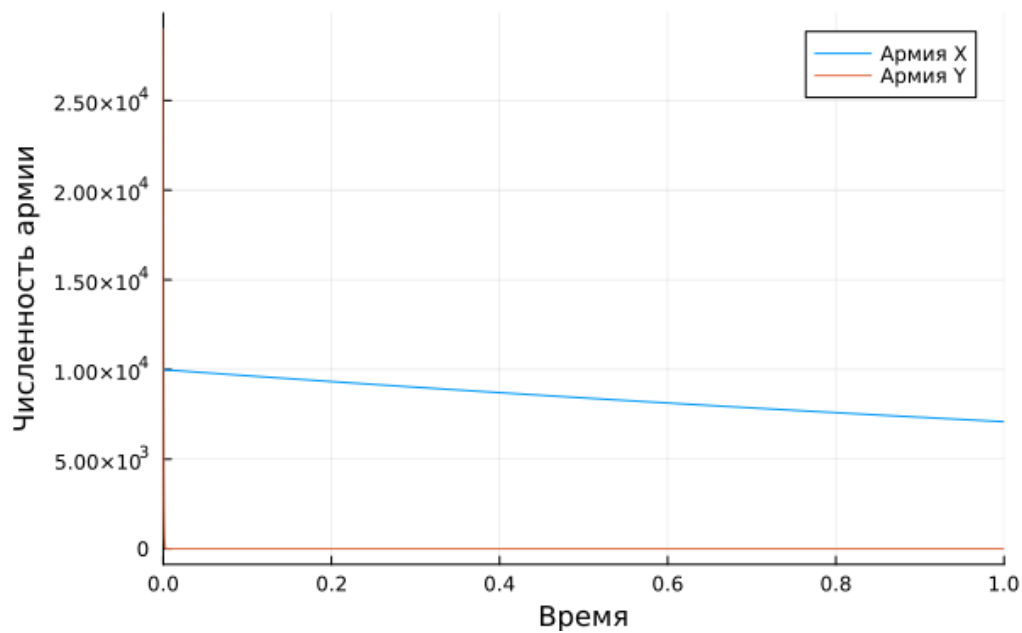
Выполнение лабораторной работы

На основании численного решения видно, что:

- **Армия X** (синяя линия) начинает с 10 000 солдат и **медленно теряет численность**, заканчивая примерно на уровне 8 500–9 000. Это говорит о контролируемом уровне потерь и устойчивости.
- **Армия Y** (оранжевая линия), несмотря на начальную численность в 29 000, практически **мгновенно теряет всю боеспособность**. Численность падает до нуля в течение первых мгновений симуляции.

[4]

Модель боевых действий №2



Выполнение лабораторной работы

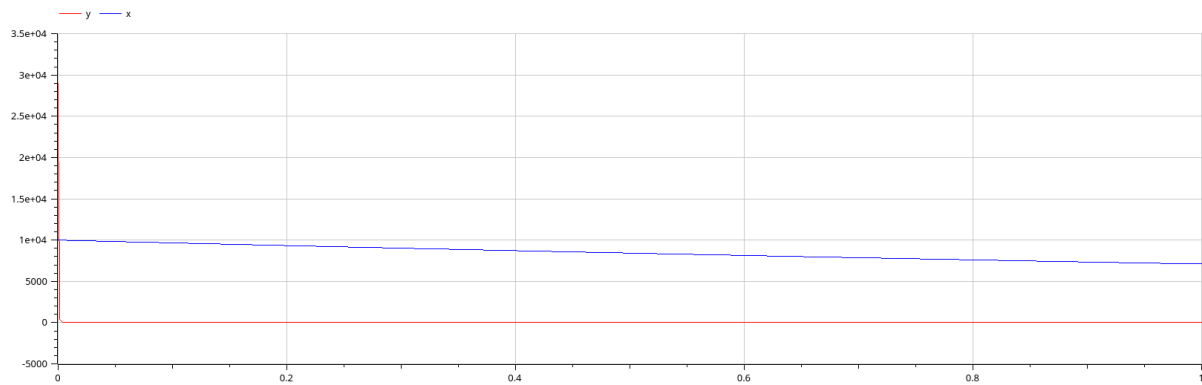
Теперь давайте построим эту же модель посредством OpenModelica.

```

1  model model2
2    parameter Real a= 0.343;
3    parameter Real b= 0.815;
4    parameter Real c= 0.227;
5    parameter Real h = 0.815;
6
7    parameter Real x0=10000;
8    parameter Real y0=29000;
9
10   Real x(start=x0);
11   Real y(start=y0);
12
13   equation
14
15     der(x) = -a * x - b * y + sin(2*time) + 1;
16     der(y) = -c * x * y - h * y + cos(10*time) + 1;
17
18   end model2;
```

Выполнение лабораторной работы

В результате получаем следующий график изменения численности армий



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.