

# Лабораторная работа №5

Модель хищник-жертва

---

Ильин А.В.

10 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

# Информация

---

- Ильин Андрей Владимирович
- НФИбд-01-20
- 1032201656
- Российский Университет Дружбы Народов
- 1032201656@pfur.ru
- <https://github.com/av-ilin>



# Вводная часть

---

- Приобрести необходимые в современном научном сообществе навыки моделирования задач.
- Освоить средства моделирования, такие как Julia и OpenModelica

- Язык программирования Julia
- OpenModelica
- Модель хищник-жертва

- Рассмотреть модель хищник-жертва.
- Построить модель хищник-жертва средствами OpenModelica и Julia.

Для модели «хищник-жертва»:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.81x(t) + 0.048x(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} = 0.76y(t) - 0.038x(t)y(t) \end{cases}$$

1. Построить график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при следующих начальных условиях:  $x_0 = 7, y_0 = 29$ .
2. Найти стационарное состояние системы.

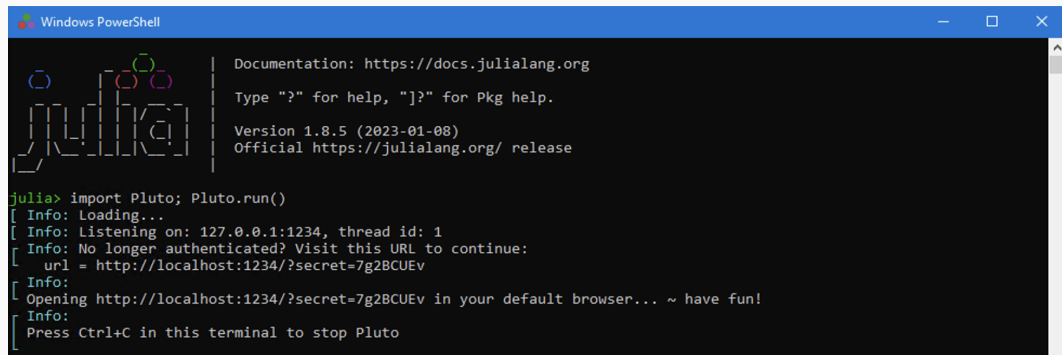


- Язык программирования Julia
- OpenModelica

## **Выполнение работы**

---

# Julia. Pluto.



```
Windows PowerShell

julia> Documentation: https://docs.julialang.org
Type "?" for help, "]?" for Pkg help.

Version 1.8.5 (2023-01-08)
Official https://julialang.org/ release

julia> import Pluto; Pluto.run()
[ Info: Loading...
[ Info: Listening on: 127.0.0.1:1234, thread id: 1
[ Info: No longer authenticated? Visit this URL to continue:
url = http://localhost:1234/?secret=7g2BCUEv
[ Info:
Opening http://localhost:1234/?secret=7g2BCUEv in your default browser... ~ have fun!
[ Info:
Press Ctrl+C in this terminal to stop Pluto
```

Рис. 1: Julia. Запуск Pluto

# Julia. Скрипт (1)

```
• using Plots ✓
```

```
• using DifferentialEquations ✓
```

```
▶ (0, 50)
```

```
• begin
```

```
•     const a = 0.810
```

```
•     const b = 0.048
```

```
•     const c = 0.760
```

```
•     const d = 0.038
```

```
•     const x0 = 7
```

```
•     const y0 = 29
```

```
•     const t = (0, 50)
```

```
• end
```

```
HunterPray! (generic function with 1 method)
```

```
• function HunterPray!(du, u, p, t)
```

```
•     du[1] = -a * u[1] + b * u[1] * u[2]
```

```
•     du[2] = c * u[2] - d * u[1] * u[2]
```

```
• end
```

## Julia. Скрипт (2)

```
begin
    u0 = [x0, y0]
    prob = ODEProblem(HunterPrey!, u0, t)
    sol = solve(prob, dtmax=0.05)

    X = [u[1] for u in sol.u]
    Y = [u[2] for u in sol.u]

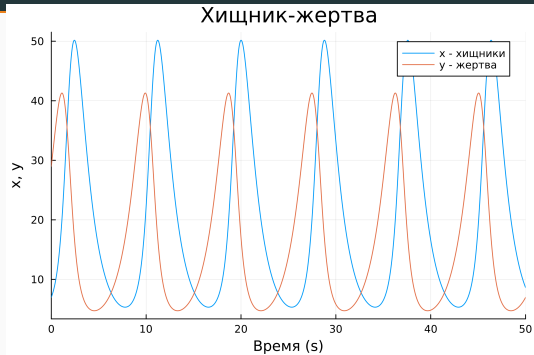
    plt01 = plot(sol,
        dpi=500,
        plot_title = "Хищник-жертва",
        xlabel="Время (s)",
        ylabel="x, y",
        label=["x - хищники" "y - жертва"])
    savefig(plt01, "artifacts/JL.lab05_01-1.png")

    plt02 = plot(X, Y,
        dpi=500,
        plot_title = "Хищник-жертва",
        xlabel="x",
        ylabel="y",
        label="Зависимость x (хищники) от y (жертва)")
    savefig(plt02, "artifacts/JL.lab05_01-2.png")

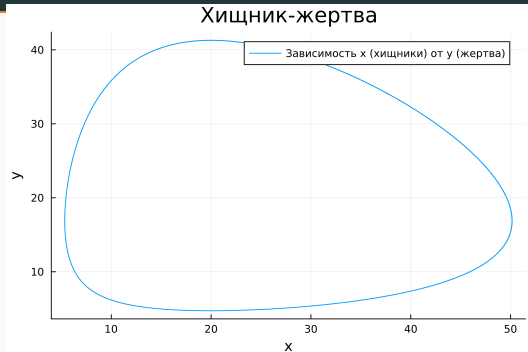
    println("Success!")
end
```

Success!

# Julia. Модель (1)

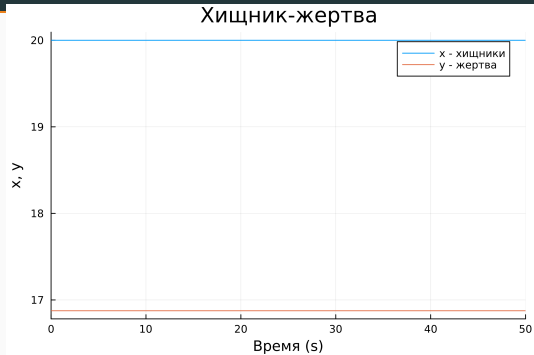


**Рис. 4:** Julia. Модель. Графики функций изменения численности хищников и изменения численности жертв (при начальных условиях  $x = 7, y = 29$ )

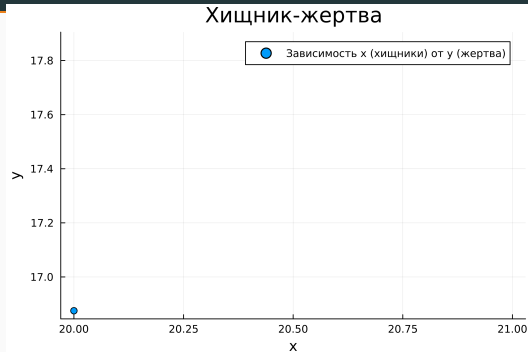


**Рис. 5:** Julia. Модель. График зависимости изменения численности хищников от изменения численности жертв (при начальных условиях  $x = 7, y = 29$ )

## Julia. Модель (2)



**Рис. 6:** Julia. Модель. Графики функций изменения численности хищников и изменения численности жертв (стационарное состояние)



**Рис. 7:** Julia. Модель. График зависимости изменения численности хищников от изменения численности жертв (стационарное состояние)

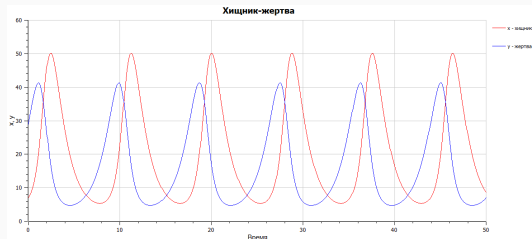
## Modelica. Скрипт

```
1  model lab05_02
2    constant Real a = 0.810;
3    constant Real b = 0.048;
4    constant Real c = 0.760;
5    constant Real d = 0.038;
6    Real t = time;
7    Real x(t);
8    Real y(t);
9    initial equation
10     x = c / d;
11     y = a / b;
12    equation
13     der(x) = -a * x + b * x * y;
14     der(y) = c * y - d * x * y;
15     annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 50, Interval = 0.05));
16 end lab05_02;
17 |
```

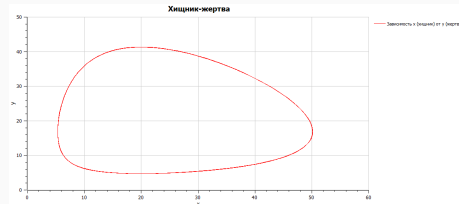
**Рис. 8:** Modelica. Скрипт. Модель “Хищник-жертва” (стационарное состояние)



# Modelica. Модель (1)

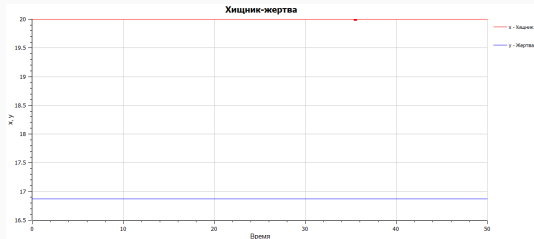


**Рис. 9:** Modelica. Модель. Графики функций изменения численности хищников и изменения численности жертв (при начальных условиях  $x = 7$ ,  $y = 29$ )

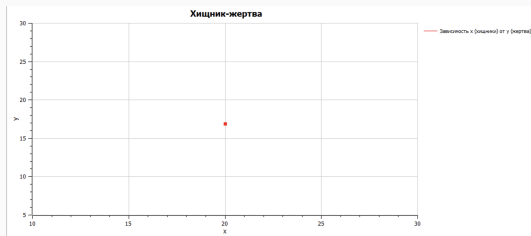


**Рис. 10:** Modelica. Модель. График зависимости изменения численности хищников от изменения численности жертв (при начальных условиях  $x = 7$ ,  $y = 29$ )

## Modellica. Модель (2)



**Рис. 11:** Modelica. Модель. Графики функций изменения численности хищников и изменения численности жертв (стационарное состояние)



**Рис. 12:** Modelica. Модель. График зависимости изменения численности хищников от изменения численности жертв (стационарное состояние)

## Результаты

---

Мы улучшили практические навыки в области дифференциальных уравнений, улучшили навыки моделирования на Julia, также екехібkb навыки моделирования на OpenModelica. Изучили модель взаимодействия двух видов типа «хищник — жертва», а именно модель Лотки-Вольтерры.

**Спасибо за внимание!**