

# Лабораторная работа №5

Модель хищник-жертва

---

Демидова Е. А.

28 февраля 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Демидова Екатерина Алексеевна
- студентка группы НКНбд-01-21
- Российский университет дружбы народов
- <https://github.com/eademidova>



## Вводная часть

---

Исследовать математическую модель хищник-жертва.

Для модели «хищник-жертва»:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.45x(t) + 0.046x(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} = 0.47y(t) - 0.048x(t)y(t) \end{cases}$$

Постройте график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при следующих начальных условиях:  $x_0 = 7$ ,  $y_0 = 12$ . Найдите стационарное состояние системы.

- Язык программирования `Julia`
- Библиотеки
  - `OrdinaryDiffEq`
  - `Plots`
- Язык программирования `OpenModelica`

## Выполнение лабораторной работы

---



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = ax(t) - bx(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} = -cy(t) + dx(t)y(t) \end{array} \right.$$

$x$  – число жертв,  $y$  - число хищников  $a, d$  - коэффициенты прироста популяции,  $b, c$  - коэффициенты смертностик.

$$\begin{cases} -0.45x(t) + 0.046x(t)y(t) = 0 \\ 0.47y(t) - 0.048x(t)y(t) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_0 = 0.47/0.048 = 9.79167 \\ y_0 = 0.45/0.046 = 9.78261 \end{cases}$$

```
function lotka_volterra(u, p, t)
    # Model parameters.
    a, b, c, d = p
    # Current state.
    x, y = u

    # Evaluate differential equations.
    dx = (a - b * y) * x
    dy = (c * x - d) * y

    return [dx, dy]
end

# initial-value problem.
```

```
u0 = [7.0, 12.0]  
p = [0.45, 0.046, 0.47, 0.048]  
tspan = (0.0, 16.0)
```

Для отрисовки стационарного состояния задаём:

```
u0 = [0.47/0.048, 0.45/0.046]
```

```
prob = ODEProblem(lotka_volterra, u0, tspan, p)
dt = 0.01
solution = solve(prob, Tsit5(); saveat = dt)
```

```
parameter Real a=0.45;  
parameter Real b=0.046;  
parameter Real c=0.47;  
parameter Real d=0.048;
```

```
parameter Real x0=7;  
parameter Real y0=12;
```

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

equation

$\text{der}(x) = -a*x + b*x*y;$

$\text{der}(y) = c*y - d*x*y;$

Для отрисовки стационарного состояния задаём:

parameter Real x0=0.47/0.048;

parameter Real y0=0.45/0.046;

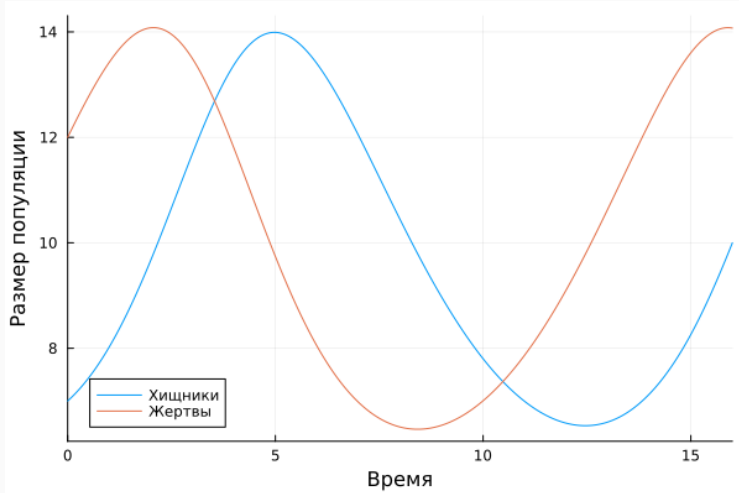


Рис. 1: Решение модели при  $x_0 = 7$ ,  $y_0 = 12$ . Julia



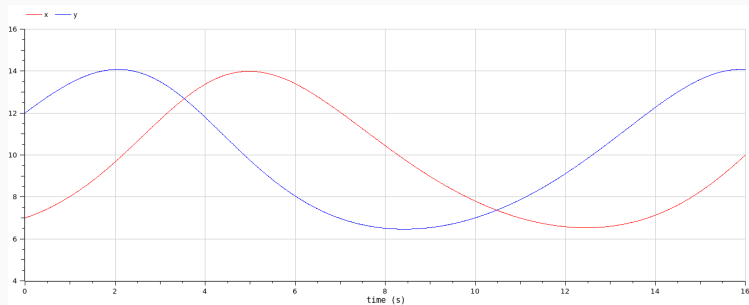


Рис. 2: Решение модели при  $x_0 = 7$ ,  $y_0 = 12$ . OpenModelica

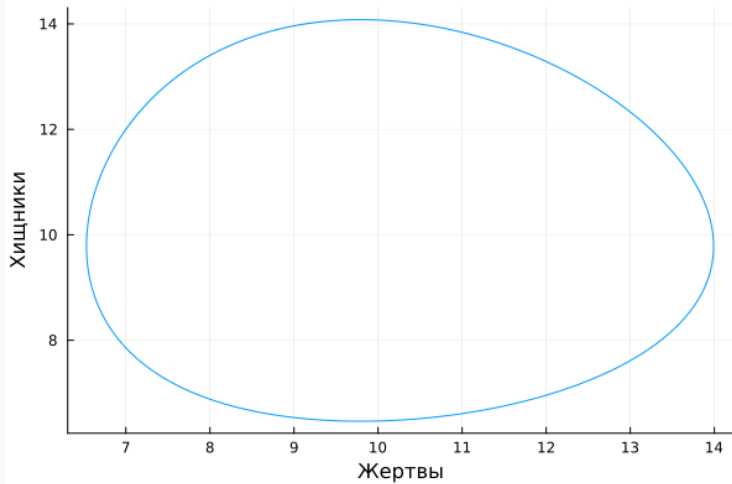


Рис. 3: Фазовый портрет модели при  $x_0 = 7$ ,  $y_0 = 12$ . Julia

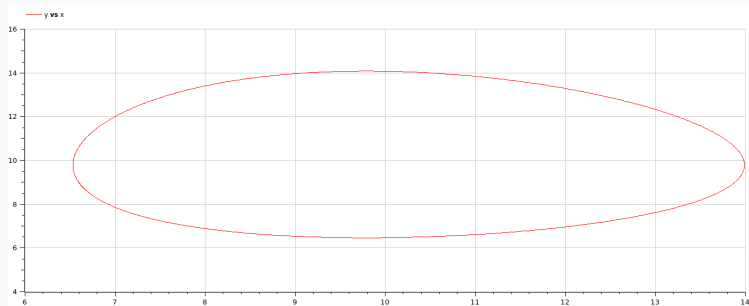


Рис. 4: Фазовый портрет модели при  $x_0 = 7$ ,  $y_0 = 12$ . OpenModelica

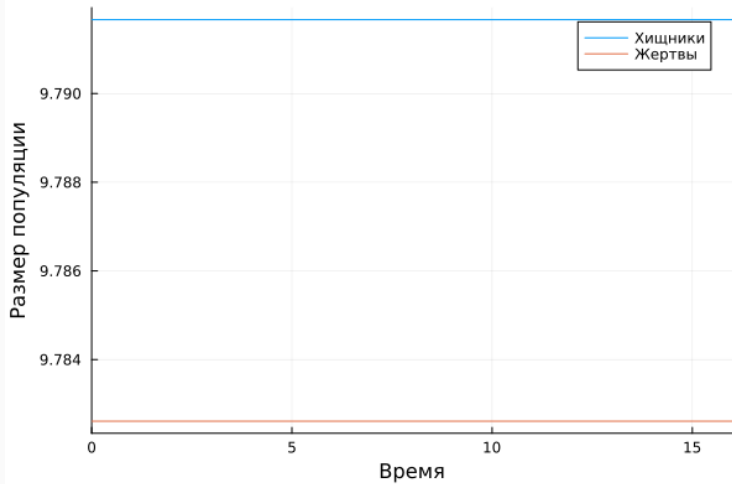


Рис. 5: Решение модели при  $x_0 = 9.79167$ ,  $y_0 = 9.78261$ . Julia

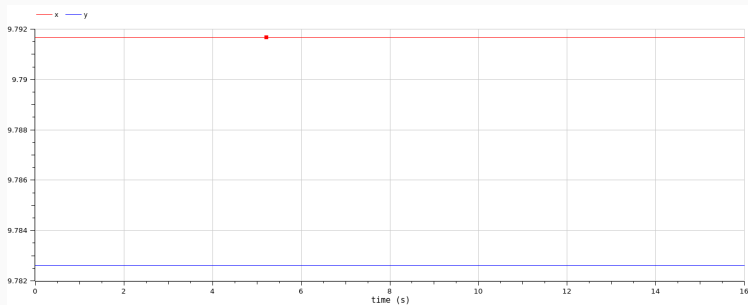


Рис. 6: Решение модели при  $x_0 = 9.79167$ ,  $y_0 = 9.78261$ . OpenModelica

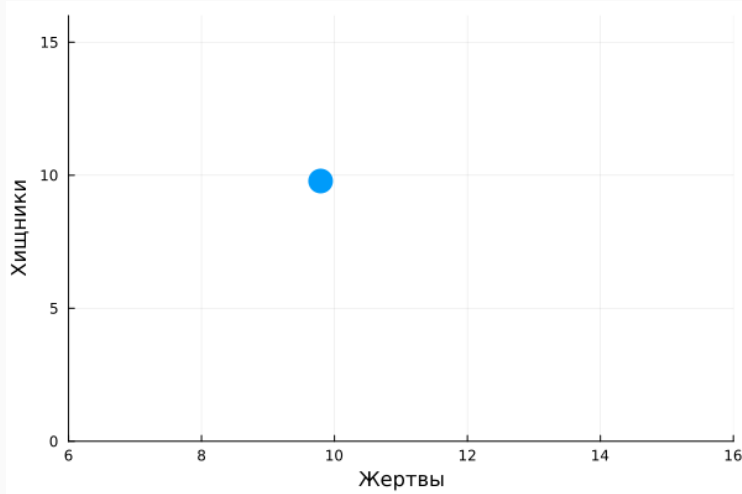


Рис. 7: Фазовый портрет модели при  $x_0 = 9.79167$ ,  $y_0 = 9.78261$ . Julia

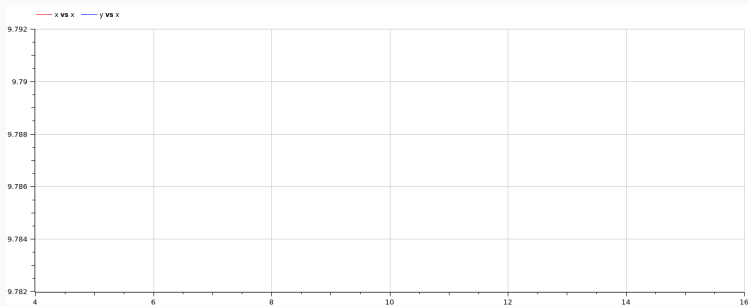


Рис. 8: Фазовый портрет модели при  $x_0 = 9.79167$ ,  $y_0 = 9.78261$ . OpenModelica

## Выводы

---



Построили математическую модель хищник жертва и провели анализ.

## Список литературы

---

1. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. Наука, 1976. 354 с.