

# Лабораторная работа №5

Модель хищник-жертва

---

Голощапова Ирина Борисовна

11 февраля 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

# Информация

---

- Голощапова Ирина Борисовна
- студентка уч. группы НФИбд-01-20
- Российский университет дружбы народов
- 1032201666@pfur.ru
- <https://github.com/ibgoloshchapowa>

# **Вводная часть**

---

Модель Лóтки — Вольтéрры — модель взаимодействия двух видов типа «хищник — жертва», названная в честь её авторов, которые предложили модельные уравнения независимо друг от друга.

Такие уравнения можно использовать для моделирования систем «хищник — жертва», «паразит — хозяин», конкуренции и других видов взаимодействия между двумя видами.

- Простейшая модель взаимодействия двух видов типа «хищник — жертва» - модель Лотки-Вольтерры.
- Язык программирования Julia
- Язык моделирования OpenModelica

1. Построить график зависимости численности хищников от численности жертв.
2. Построить графики изменения численности хищников и численности жертв при заданных начальных условиях.
3. Найти стационарное состояние системы.

## Условие задачи. Вариант №7

Для модели «хищник-жертва»:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.18x(t) + 0.047x(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} = 0.38y(t) - 0.035x(t)y(t) \end{cases}$$

**Рис. 1:** Условие варианта №7

Постройте график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при следующих начальных условиях:

$$x_0 = 12,$$

$$y_0 = 17.$$



## **Выполнение работы**

---

# **Построение модели “хищник-жертва” на языке OpenModelica**

---

# Построение модели “хищник-жертва” на языке OpenModelica

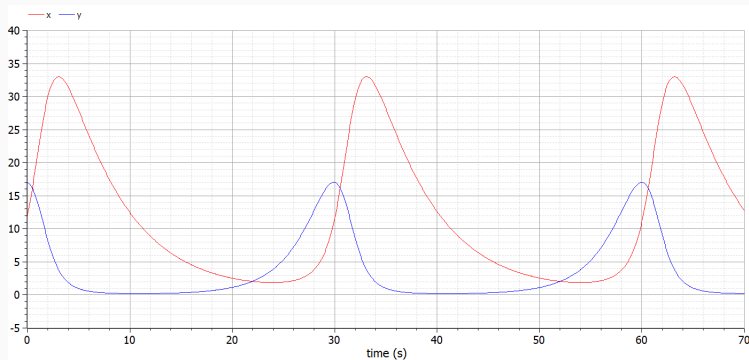
## 1. Листинг программы в OpenModelica

```
1 model lab5
2
3 parameter Real a = 0.18; // коэффициент естественной смертности хищников
4 parameter Real b = 0.38; // коэффициент естественного прироста жертв
5 parameter Real c = 0.047; // коэффициент увеличения числа хищников
6 parameter Real d = 0.035; // коэффициент смертности жертв
7
8 parameter Real x0 = 12;
9 parameter Real y0 = 17;
10
11 Real x(start=x0);
12 Real y(start=y0);
13
14 equation
15   der(x) = -a*x + c*x*y;
16   der(y) = b*y - d*x*y;
17
18 annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 70, Interval = 0.05));
19
20 end lab5;
21
```

**Рис. 2:** Листинг программы. OpenModelica

# Построение модели “хищник-жертва” на языке OpenModelica

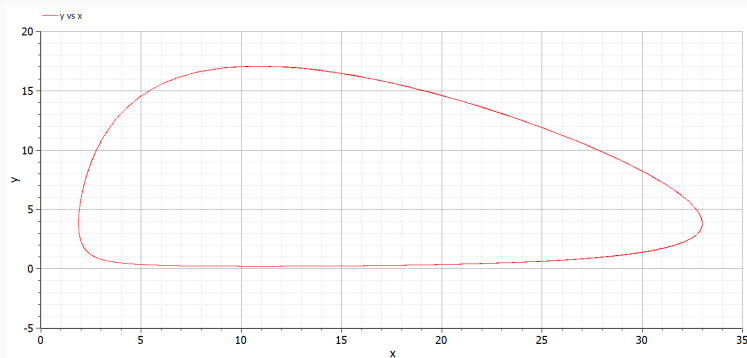
## 2. Построение модели в OpenModelica



**Рис. 3:** Решение. OpenModelica

# Фазовый портрет модели “хищник-жертва” на языке OpenModelica

3. Фазовый портрет модели в OpenModelica выглядит следующим образом



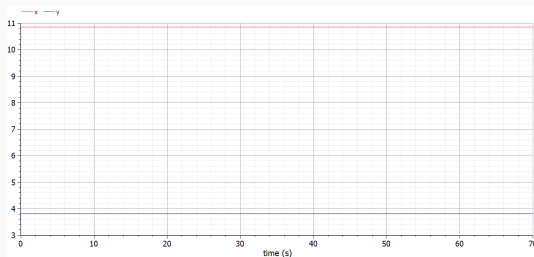
**Рис. 4:** Фазовый портрет. OpenModelica

## 4. Листинг программы в OpenModelica

```
1 model lab5_1
2 parameter Real a = 0.18; // коэффициент естественной смертности хищников
3 parameter Real b = 0.38; // коэффициент естественного прироста жертв
4 parameter Real c = 0.047; // коэффициент увеличения числа хищников
5 parameter Real d = 0.035; // коэффициент смертности жертв
6
7 parameter Real x0 = b / d;
8 parameter Real y0 = a / c;
9
10 Real x(start=x0);
11 Real y(start=y0);
12
13 equation
14   der(x) = -a*x + c*x*y;
15   der(y) = b*y - d*x*y;
16
17 annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 70, Interval = 0.05));
18 end lab5_1;
19
```

Рис. 5: Листинг программы. Стационарное состояние. OpenModelica

## 5. Стационарного состояние системы в OpenModelica



**Рис. 6:** Стационарное состояние. OpenModelica

$$x_0 = 10.8571429, y_0 = 3.82978723$$

# Построение модели “хищник-жертва” на языке Julia

---



# Построение модели “хищник-жертва” на языке Julia

## 6. Листинг программы в Julia

```
1 using DifferentialEquations
2
3 function lorenz!(du, u, p, t)
4     a, b, c, d = p
5     du[1] = -a * u[1] + c * u[1] * u[2]
6     du[2] = b * u[2] - d * u[1] * u[2]
7 end
8
9 const x = 12
10 const y = 17
11 u0 = [x, y]
12
13 p = (0.18, 0.38, 0.047, 0.035)
14 tspan = (0.0, 50.0)
15 prob = ODEProblem(lorenz!, u0, tspan, p)
16 sol = solve(prob)
17
18 using Plots; gr()
19 #решение
20 plot(sol)
21 savefig("lab5_solution.png")
22
23 #фазовый портрет
24 plot(sol, vars=(2,1))
25 savefig("lab5.png")
```

Рис. 7: Листинг программы. Julia

## 7. Построение модели в Julia

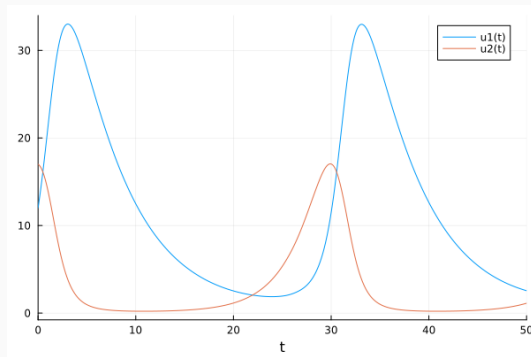
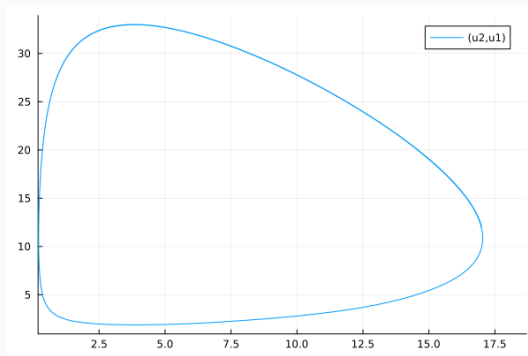


Рис. 8: Решение. Julia

# Фазовый портрет модели “хищник-жертва” на языке Julia

8. Фазовый портрет модели в Julia выглядит следующим образом



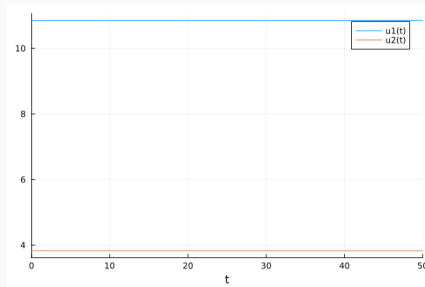
**Рис. 9:** Фазовый портрет. Julia

## 9. Листинг программы в Julia

```
1 using DifferentialEquations
2
3 function lorenz!(du, u, p, t)
4     a, b, c, d = p
5     du[1] = -a * u[1] + c * u[1] * u[2]
6     du[2] = b * u[2] - d * u[1] * u[2]
7 end
8
9 const x = 0.38/0.035
10 const y = 0.18/0.047
11 u0 = [x, y]
12
13 p = (0.18, 0.38, 0.047, 0.035)
14 tspan = (0.0, 50.0)
15 prob = ODEProblem(lorenz!, u0, tspan, p)
16 sol = solve(prob)
17
18 using Plots; gr()
19 plot(sol)
20 savefig("lab5_1.png")
```

Рис. 10: Листинг программы. Стационарное состояние. Julia

## 10. Стационарного состояние системы в Julia



**Рис. 11:** Стационарное состояние. Julia

$x_0 = 10.8571429$ ,  $y_0 = 3.82978723$

## Результаты

---

В ходе лабораторной работы нам удалось:

1. Построить график зависимости численности хищников от численности жертв.
2. Построить графики изменения численности хищников и численности жертв при заданных начальных условиях.
3. Найти стационарное состояние системы.

Мы реализовали решение данной задачи на двух языках: моделирования - OpenModelica и программирования - Julia.