

# Лабораторная работа №5

## Модель хищник-жертва

Шубнякова Дарья НКНбд-01-22

## **Содержание**

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>6</b>

## 1 Цель работы

Ознакомиться с моделью “хищник-жертва”. Реализовать данную модель на языке Julia, а так же в среде OMEdit.

## 2 Задание

Построить график и фазовый портрет модели.

## 3 Теоретическое введение

Простейшая модель взаимодействия двух видов типа «хищник — жертва» - модель Лотки-Вольтерры. Данная двухвидовая модель основывается на следующих предположениях: 1. Численность популяции жертв  $x$  и хищников  $y$  зависят только от времени (модель не учитывает пространственное распределение популяции на занимаемой территории) 2. В отсутствии взаимодействия численность видов изменяется по модели Мальтуса, при этом число жертв увеличивается, а число хищников падает 3. Естественная смертность жертвы и естественная рождаемость хищника считаются несущественными 4. Эффект насыщения численности обеих популяций не учитывается 5. Скорость роста численности жертв уменьшается пропорционально численности хищников

## 4 Выполнение лабораторной работы

Пишем код на языке Julia для реализации данной модели(рис. 1).

```
[1]: using DifferentialEquations, Plots

# Параметры модели для варианта 13
a = 0.41 # Коэффициент смертности хищников
b = 0.039 # Коэффициент взаимодействия хищников
c = 0.51 # Коэффициент прироста жертв
d = 0.019 # Коэффициент взаимодействия жертв

# Начальные условия
u0 = [7.0, 9.0] # x0 = 7 (жертвы), y0 = 9 (хищники)
tspan = (0.0, 100.0)

# Система уравнений Лотки-Вольтерры
function predator_prey!(du, u, p, t)
    x, y = u
    du[1] = -a*x + b*x*y # dx/dt = -0.41x + 0.039xy
    du[2] = c*y - d*x*y # dy/dt = 0.51y - 0.019xy
end

# Решение системы
prob = ODEProblem(predator_prey!, u0, tspan)
sol = solve(prob, Tsit5(), reltol=1e-6, abstol=1e-6)

# Построение графиков
plt1 = plot(sol, idxs=[1, 2], label=["Жертвы (x)" "Хищники (y)"],
            title="Изменение численности популяций", xlabel="Время", ylabel="Численность",
            linewidth=2, legend=:right)

# Фазовый портрет
plt2 = plot(sol[1,:], sol[2,:], label="Фазовая траектория", linewidth=2,
            title="Фазовый портрет: хищники vs жертвы", xlabel="Численность жертв",
            ylabel="Численность хищников", legend=false)
scatter!(plt2, [7], [9], label="Начальная точка", color=:red)

# Стационарное состояние
x_stationary = c/d # Стационарная численность жертв
y_stationary = a/b # Стационарная численность хищников
```

Рисунок 1

Продолжение кода и анализ данных(рис. 2).

```
scatter!(plt2, [x_stationary], [y_stationary], label="Стационарное состояние", color=:red)

# Отображение графиков
plot(plt1, plt2, layout=(2,1), size=(800, 600))

# Вывод результатов
println("Стационарное состояние системы:")
println("Численность жертв x* = ", round(x_stationary, digits=2))
println("Численность хищников y* = ", round(y_stationary, digits=2))
println("Начальные условия: x0 = 7, y0 = 9")

# Сохранение графиков
savefig("predator_prey_time.png")
savefig("predator_prey_phase.png")

println("\nГрафики сохранены в файлы:")
println("- predator_prey_time.png - временные зависимости")
println("- predator_prey_phase.png - фазовый портрет")

Стационарное состояние системы:
Численность жертв x* = 26.84
Численность хищников y* = 10.51
Начальные условия: x0 = 7, y0 = 9

Графики сохранены в файлы:
- predator_prey_time.png - временные зависимости
- predator_prey_phase.png - фазовый портрет
```

Рисунок 2

Полученные нами график и фазовый портрет модели(рис. 3).

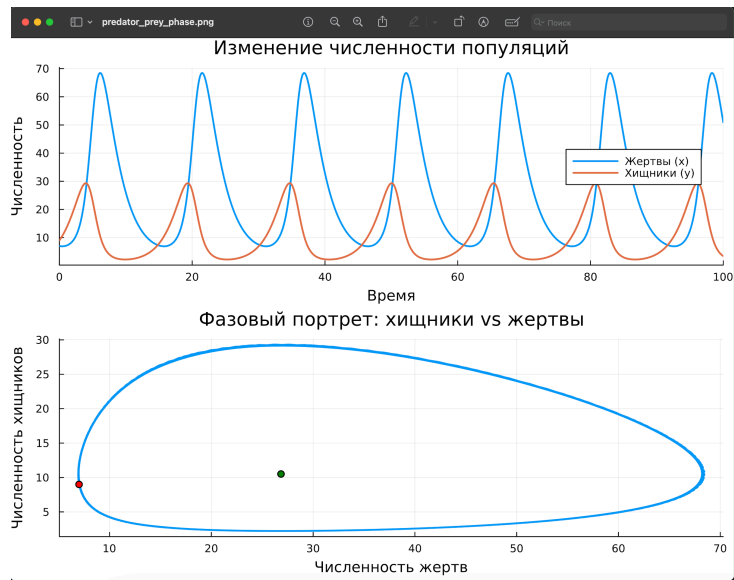


Рисунок 3

Прописываем код в OMEdit(рис. 4).

```

1 model PredatorPrey "Модель хищник-жертва для варианта 13 - ИСПРАВЛЕННАЯ"
2 parameter Real a = 0.41 "Коэффициент смертности хищников";
3 parameter Real b = 0.039 "Коэффициент взаимодействия (хищники питаются жертвами)";
4 parameter Real c = 0.51 "Коэффициент прироста жертв";
5 parameter Real d = 0.019 "Коэффициент взаимодействия (жертвы被杀)";
6
7 Real x(start = 7, fixed = true) "Численность жертв";
8 Real y(start = 9, fixed = true) "Численность хищников";
9 Real t "Время";
10

```

Рисунок 4

Продолжение кода(рис. 5).

```

11 equation
12 // ИСПРАВЛЕННЫЕ УРАВНЕНИЯ:
13 der(x) = c*x - d*x*y; // dx/dt = 0.51x - 0.019xy (жертвы размножаются, но их
14 едят)
15 der(y) = -a*y + b*x*y; // dy/dt = -0.41y + 0.039xy (хищники умирают, но
16 размножаются когда есть еда)
17 der(t) = 1;
18 annotation(experiment(StartTime=0, StopTime=100, Tolerance=1e-6, Interval=0.1));
19 end PredatorPrey;

```

Рисунок 5

Получаем аналогичный график(рис. 6).

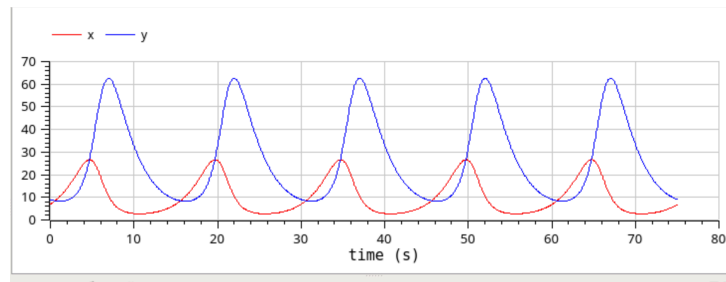


Рисунок 6

## 5 Выводы

Мы реализовали модель в OpenModelica и на языке Julia. На выходе получили две картинки: `predator_prey_phase.png` и `predators_prey_time.png`. Итоговый файл `lab5.ibybn` с кодом на языке Julia в JupiterNotebook. А также файл для симуляции в OpenModelica: `PredatorPrey.mo`