

# **Отчёт по лабораторной работе 5**

**дисциплина: Математическое моделирование**

Фогилева Ксения Михайловна, НПИбд-02-18

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>11</b>

## List of Tables

# List of Figures

3.1	Колебания изменения числа популяции хищников и жертв . . . .	10
3.2	Зависимость изменения численности хищников от изменения численности жертв . . . . .	10

# 1 Цель работы

С помощью Python построить модель Лотки-Вольтерры типа “хищник – жертва”.

## 2 Задание

### Вариант 43

Для модели «хищник-жертва»:

$$\begin{cases} \frac{\partial x}{\partial t} = -0.19x(t) + 0.026x(t)y(t) \\ \frac{\partial y}{\partial t} = 0.18y(t) - 0.032x(t)y(t) \end{cases}$$

Постройте график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при следующих начальных условиях:  $x_0 = 3$ ,  $y_0 = 8$ . Найдите стационарное состояние системы.

### 3 Выполнение лабораторной работы

1. Для этой модели считаем, что  $x$  – число жертв, а  $y$  – число хищников. Коэффициент 0,19 описывает скорость естественного прироста числа жертв в отсутствие хищников, 0,18 – естественное вымирание хищников, лишенных пищи в виде жертв. Вероятность взаимодействия жертвы и хищника считается пропорциональной как количеству жертв, так и числу самих хищников ( $xy$ ). Каждый акт взаимодействия уменьшает популяцию жертв, однако способствует увеличению популяции хищников (коэффициенты 0,026 и 0,032). Стационарное состояние в точке:  $x_0 = 3, y_0 = 8$ .

2. Начальные условия оформили в виде кода на Python:

```
x0 = [3, 8]
a = 0.19
b = 0.026
c = 0.18
d = 0.032
```

3. Для колебаний изменения числа популяции хищников и жертв ищем на интервале  $t \in [0; 100]$  (шаг 0,1), значит,  $t_0 = 0$  – начальный момент времени,  $t_{max} = 37$  – предельный момент времени,  $dt = 0,05$  – шаг изменения времени.

4. Добавили условия, которые описывают время:

```
t0 = 0
```

```
tmax = 100
dt = 0.1
t = np.arange(t0, tmax, dt)
```

5. Написали заданную систему уравнений на Python:

```
def S(x, t):
    dx0 = -a*x[0] + b*x[0]*x[1]
    dx1 = c*x[1] - d*x[0]*x[1]
    return dx0, dx1
```

6. Написали решение системы уравнений на Python:

```
y = odeint(S, x0, t)
```

7. Переписали отдельно  $x$  (жертв) в  $y_1$ , а  $y$  (хищников) в  $y_2$ :

```
y1 = y[:,0]
y2 = y[:,1]
```

8. Описали построение графика колебаний изменения числа популяции хищников и жертв:

```
plt.plot(t, y1, label='Хищники')
plt.plot(t, y2, label='Жертвы')
plt.legend()
plt.grid(axis = 'both')
```

9. Описали построение графика зависимости изменения численности хищников от изменения численности жертв:

```
plt.plot(y1, y2)
plt.grid(axis = 'both')
```

10. На второй график добавили обозначение стационарного состояния:



```
plt.plot(x0[0], x0[1], 'ro')
```

11. Полный код:

```
import math
import numpy as np
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt
x0 = [3, 8]
a = 0.19
b = 0.026
c = 0.18
d = 0.032
t0 = 0
tmax = 100
dt = 0.1
t = np.arange(t0, tmax, dt)
def S(x, t):
    dx0 = -a*x[0] + b*x[0]*x[1]
    dx1 = c*x[1] - d*x[0]*x[1]
    return dx0, dx1
y = odeint(S, x0, t)
y1 = y[:,0]
y2 = y[:,1]
plt.plot(t, y1, label='Хищники')
plt.plot(t, y2, label='Жертвы')
plt.legend()
plt.grid(axis = 'both')
plt.plot(y1, y2)
plt.plot(x0[0], x0[1], 'ro')
plt.grid(axis = 'both')
```

12. Получились графики колебаний изменения числа популяции хищников и жертв (см. рис. 3.1), ещё также график зависимости изменения численности хищников от изменения численности жертв (см. рис. 3.2):

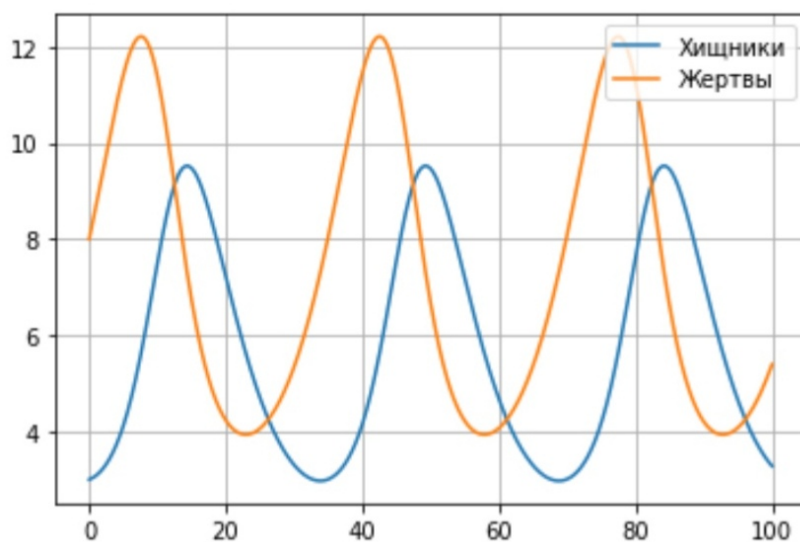


Figure 3.1: Колебания изменения числа популяции хищников и жертв

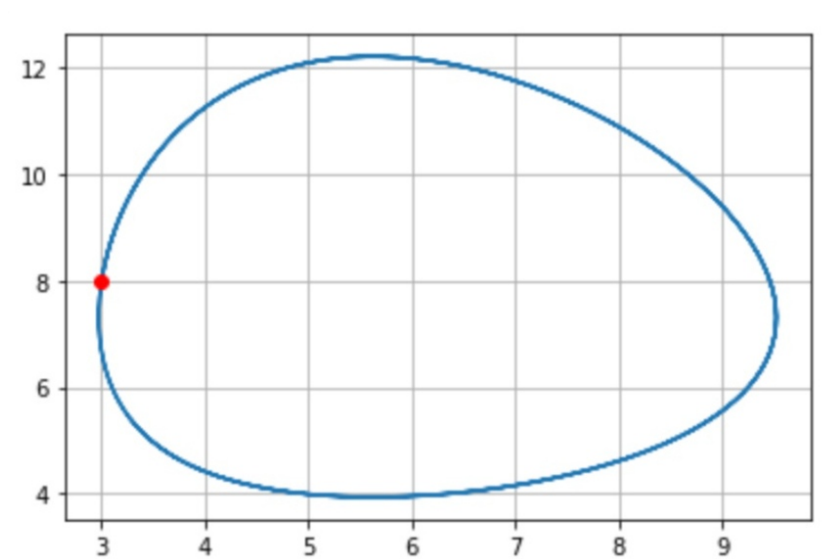


Figure 3.2: Зависимость изменения численности хищников от изменения численности жертв

## 4 Выводы

С помощью Python построили модель Лотки-Вольтерры типа “хищник – жертва”.