Отчёт по лабораторной работе 5

дисциплина: Математическое моделирование

Никитаева А. С., НПИбд-02-18

Содержание

List of Tables

List of Figures

1 Цель работы

Построить модель Лотки-Вольтерры типа “хищник – жертва” с помощью Python.

2 Задание

Вариант 18

Для модели «хищник-жертва»:

$$\begin{cases} \frac{\partial x}{\partial t} = -0.37x(t) + 0.038x(t)y(t) \\ \frac{\partial y}{\partial t} = 0.36y(t) - 0.037x(t)y(t) \end{cases}$$

Постройте график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при следующих начальных условиях: $x_0 = 9, y_0 = 20$. Найдите стационарное состояние системы.

3 Выполнение лабораторной работы

1. Полагаем для этой модели, что x – число жертв, а y – число хищников. Изучила начальные условия. Коэффициент 0,37 описывает скорость естественного прироста числа жертв в отсутствие хищников, 0,36 – 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, но способствует увеличению популяции хищников (коэффициенты 0,038 и 0,037 соответственно). Стационарное состояние будет в точке: $x_0 = 9, y_0 = 20$.

2. Оформила начальные условия в код на Python:

```
x0 = [9, 20]


a = 0.37
b = 0.038
c = 0.36
d = 0.037
```

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

4. Добавила в программу условия, описывающие время:

```
t0 = 0
tmax = 100
dt = 0.1
t = np.arange(t0, tmax, dt)
```

5. Запрограммировала заданную систему уравнений:

```
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. Запрограммировала решение системы уравнений:

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

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

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

8. Описала 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. Описала построение графика зависимости изменения численности хищников от изменения численности жертв:

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

10. Добавила на второй график обозначение стационарного состояния:

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

11. Собрала код программы воедино и получила следующее:

```
import math
import numpy as np
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt

x0 = [9, 20]

a = 0.37
b = 0.038
c = 0.36
d = 0.037

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

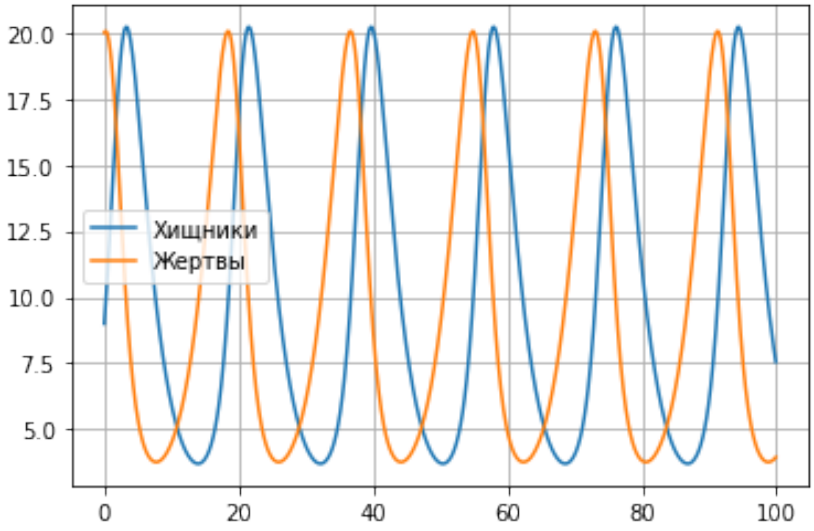

Figure 3.1: Колебания изменения числа популяции хищников и жертв

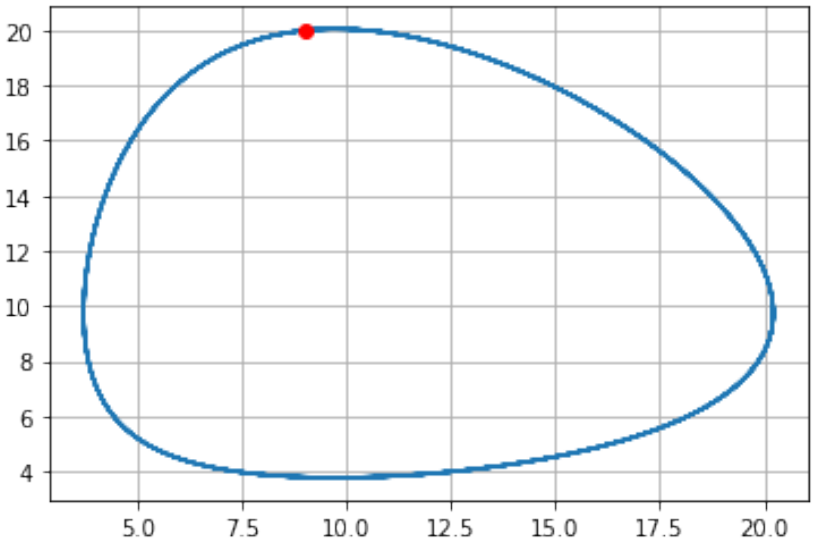

Figure 3.2: Зависимость изменения численности хищников от изменения численности жертв

4 Выводы

Построила модель Лотки-Вольтерры типа “хищник – жертва” с помощью Python.