

Лабораторная работа № 5

Ли Тимофей Александрович, НФИбд-01-18

Цель работы

- Изучить модель “хищник-жертва”, построить график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при начальных условиях 32 варианта. Найти стационарное состояние системы.

Задачи

- изучить теорию о модели “хищник-жертва”
- реализовать программный код для 32 варианта

Ход работы

Модель Лотки-Вольтерры имеет следующий вид (рис. @fig:001):

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= ax(t) - cx(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} &= -by(t) + dx(t)y(t)\end{aligned}$$

Рис. 0.1: Модель хищник-жертва

В этой модели x – число жертв, y – число хищников. Коэффициент a описывает скорость естественного прироста числа жертв в отсутствие хищников, b – 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 (члены $-cx(t)y(t)$ и $dx(t)y(t)$ в правой части уравнения).

Стационарное состояние системы (положение равновесия, не зависящее от времени решение) будет в точке: $x_0 = b/d, y_0 = a/c$. Если начальные значения задать в стационарном состоянии $x(0) = x_0, y(0) = y_0$, то в любой момент времени численность популяций изменяться не будет.

Начальные условия и решение системы уравнений

```
In [21]: from numpy import *  
from scipy.integrate import odeint  
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
In [22]: a=0.25  
b=0.45  
c=0.025  
d=0.045  
x0=[8,11]  
t=arange(0,400,0.1)  
def syst(x,t):  
    dx1=-a*x[0]+c*x[0]*x[1]  
    dx2=b*x[1]-d*x[0]*x[1]  
    return([dx1,dx2])  
y=odeint(syst,x0,t)  
y1=y[:,0]  
y2=y[:,1]
```

Рис. 2: код1

Построение графика зависимости численности хищников от численности жертв

```
In [25]: plt.title('Зависимость популяции хищников от жертв')  
plt.plot(y1,y2)
```

```
Out[25]: [matplotlib.lines.Line2D at 0x6457970<]
```

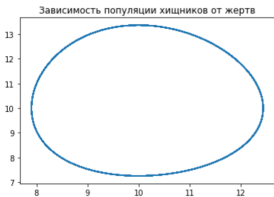


Рис. 3: код2

Построение графика численности хищников

```
In [23]: plt.title('Популяция хищников')  
plt.plot(t,y1)
```

```
Out[23]: [<matplotlib.lines.Line2D at 0x62ed3d0>]
```

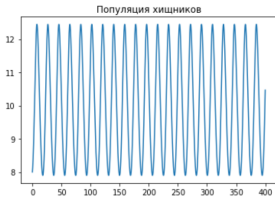


Рис. 4: код3

Построение графика численности жертв

```
In [24]: plt.title('Популяция жертв')  
plt.plot(t,y2)
```

```
Out[24]: [<matplotlib.lines.Line2D at 0x6378040>]
```

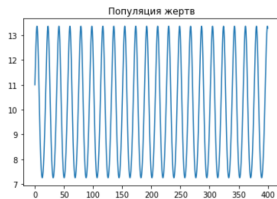


Рис. 5: код4

Нахождение стационарного состояния системы

```
In [38]: xst=[b/d, a/c]
yst=odeint(syst,xst,t)
y1st=yst[:,0]
y2st=yst[:,1]
plt.title('Стационарное состояние системы (хищники):')
plt.plot(t,y1st)
```

```
Out[38]: [<matplotlib.lines.Line2D at 0x65a5058>]
```



Рис. 6: Стационарное состояние системы (для хищников)

Нахождение стационарного состояния системы

```
In [39]: plt.title('Стационарное состояние системы (жертвы):')  
plt.plot(t,y2st)
```

```
Out[39]: [<matplotlib.lines.Line2D at 0x61eea90>]
```



Рис. 7: Стационарное состояние системы (для жертв)

Выводы

- Изучил модель “хищник-жертва”
- Реализовал программный код для поставленной задачи