

Отчёт по лабораторной работе №5

Модель хищник-жертва

Кондрашина Мария Сергеевна

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание. Вариант 34	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	9
5	Выводы	13
6	Список литературы	14

List of Figures

4.1	Код программы для модели «хищник-жертва»	9
4.2	График зависимости численности хищников от численности жертв	10
4.3	График изменения численности хищников	10
4.4	График изменения численности жертв	11
4.5	График изменения численности хищников и численности жертв .	11
4.6	Код программы, когда начальные данные задаются в стационарном состоянии	12
4.7	График, когда начальные данные задаются в стационарном состоянии	12

List of Tables

1 Цель работы

- Научиться строить модель хищник-жертва.
- Выполнить лабораторную работу №5 согласно своему варианту(34) и сделать по ней отчет.

2 Задание. Вариант 34

Для модели «хищник-жертва»:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.26x(t) + 0.027x(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} = 0.28y(t) - 0.031x(t)y(t) \end{cases}$$

Постройте график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при следующих начальных условиях: $x_0 = 6$, $y_0 = 12$. Найдите стационарное состояние системы.

3 Теоретическое введение

Часто представители одного вида (популяции) питаются представителями другого вида. Модель Лотки – Вольтерры – модель взаимного существования двух популяций типа «хищник – жертва». [2] То есть, система «хищник — жертва» — это сложная экосистема, для которой реализованы долговременные отношения между видами хищника и жертвы, типичный пример коэволюции. Отношения между хищниками и их жертвами развиваются циклически, являясь иллюстрацией нейтрального равновесия. [3] Модель Лотки – Вольтерры 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

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = ax(t) - bx(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} = -cy(t) + dx(t)y(t) \end{cases}$$

В этой модели x – число жертв, y – число хищников. Коэффициент a описывает скорость естественного прироста числа жертв в отсутствие хищников, d – 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 $-bxy$ и dx в правой части уравнения). [1]

4 Выполнение лабораторной работы

1. Написание кода (fig. 4.1)

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = ax(t) - bx(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} = -cy(t) + dx(t)y(t) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.26x(t) + 0.027x(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} = 0.28y(t) - 0.031x(t)y(t) \end{cases}$$

Коэффициенты в моей программе примут значение: a=-0.26, b=-0.027, c=-0.28, d=-0.031

```
1 model lab05
2   parameter Real a=-0.26; // коэффициент, описывающий скорость естественного
   прироста числа жертв в отсутствие хищников
3   parameter Real b=-0.027; // уменьшение популяции жертв в каждом акте
4   parameter Real c=-0.28; // естественное вымирание хищников, лишенных пищи в виде
   жертв
5   parameter Real d=-0.031; // увеличению популяции хищников в каждом акте
6   parameter Real x0=6;
7   parameter Real y0=12;
8   Real x(start=x0); // число жертв
9   Real y(start=y0); // число хищников
10 equation
11   der(x) = a*x - b*x*y;
12   der(y) = -c*y + d*x*y;
13 end lab05;
```

Figure 4.1: Код программы для модели «хищник-жертва»

2. График зависимости численности хищников от численности жертв (fig. 4.2)

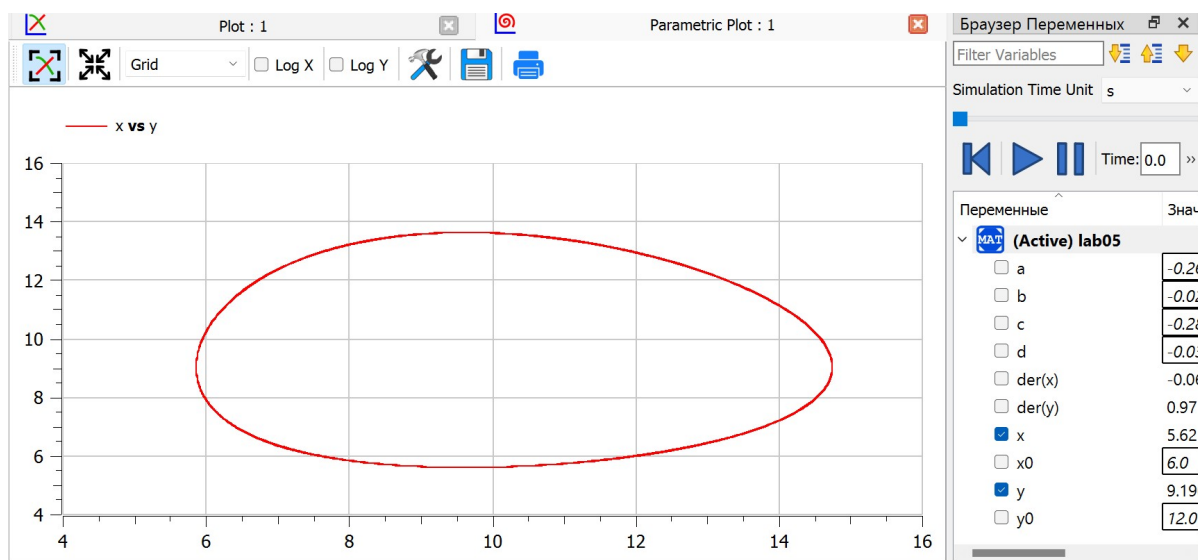


Figure 4.2: График зависимости численности хищников от численности жертв

3. Графики изменения численности хищников и численности жертв (fig. 4.3) (fig. 4.4) (fig. 4.5)

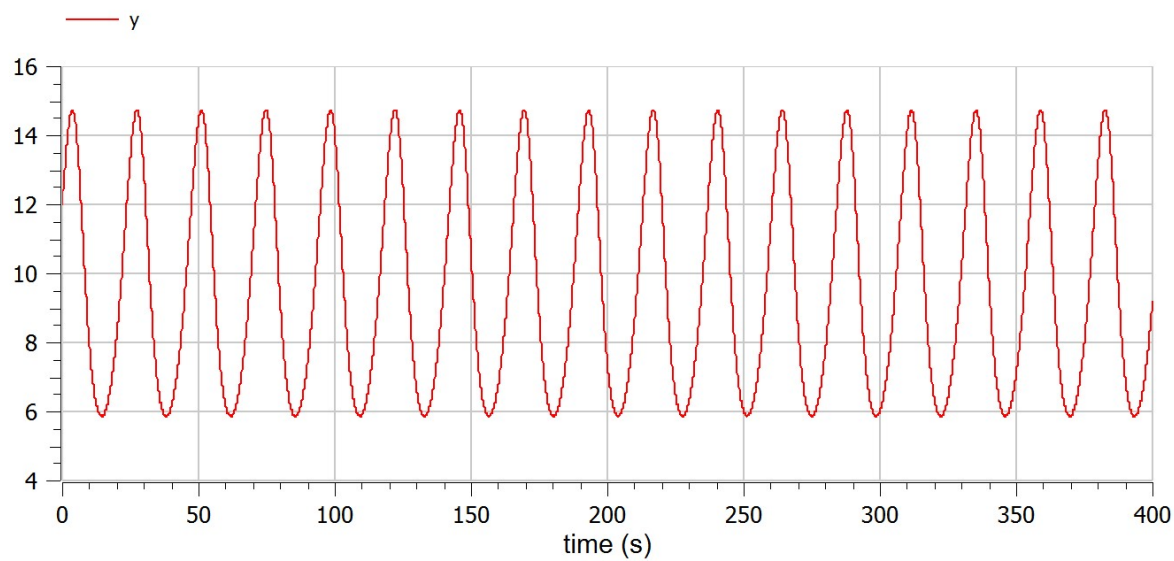


Figure 4.3: График изменения численности хищников

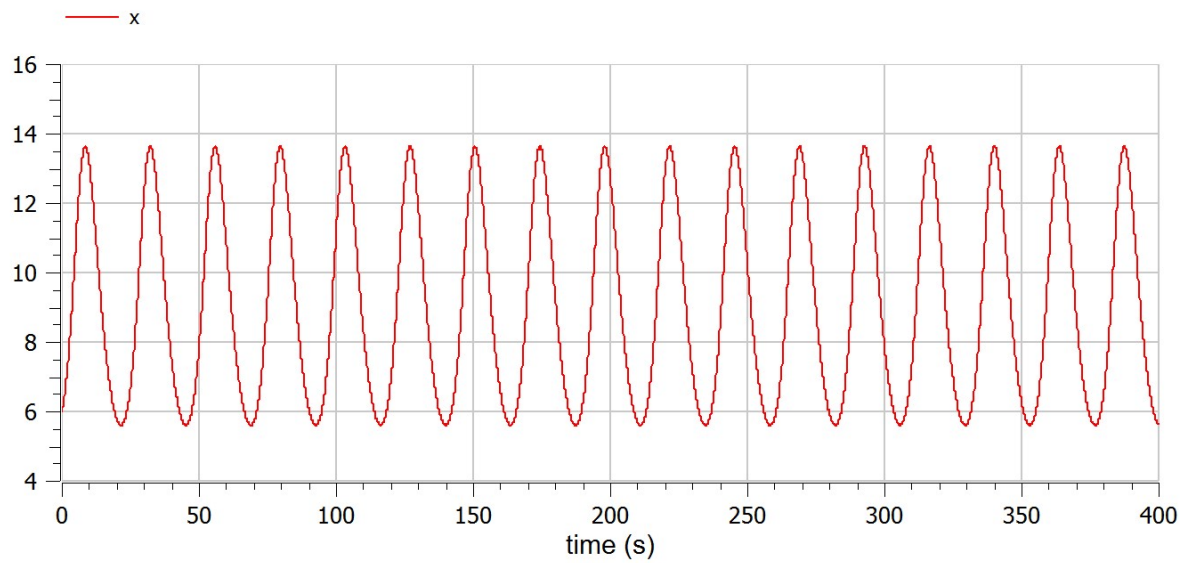


Figure 4.4: График изменения численности жертв

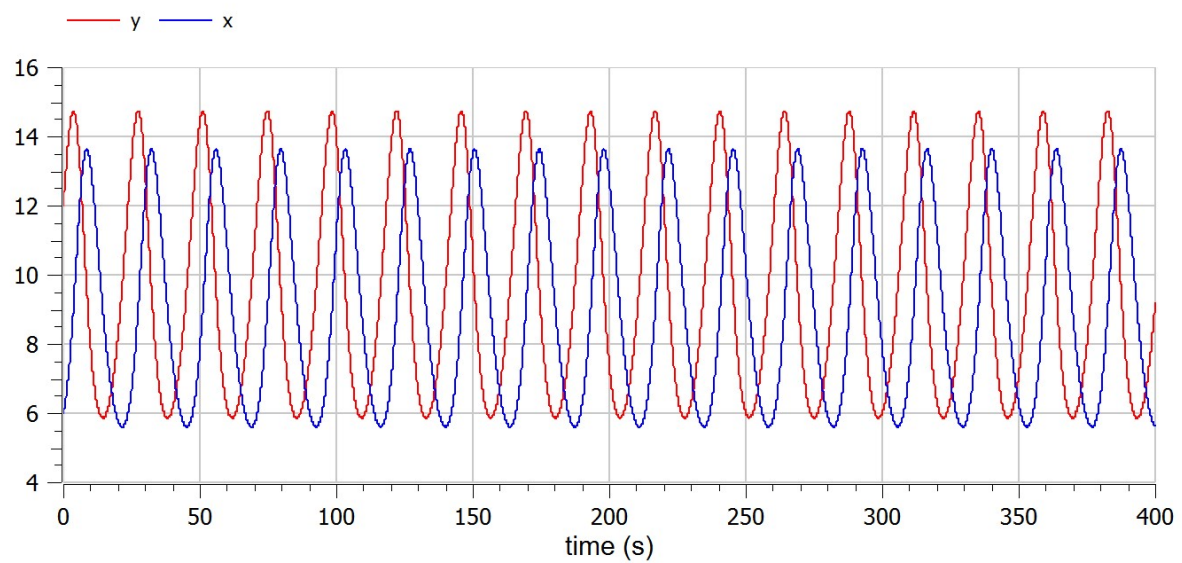


Figure 4.5: График изменения численности хищников и численности жертв

4. Стационарное состояние системы

Стационарное состояние системы (положение равновесия, не зависящее от времени решение) будет в точке: $x_0 = \frac{c}{d}$, $y_0 = \frac{a}{b}$. Если начальные значения

задать в стационарном состоянии, то в любой момент времени численность популяций изменяться не будет.

Стационарное состояние системы для задания: Коэффициенты: $a=-0.26$, $b=-0.027$, $c=-0.28$, $d=-0.031$ $x_0 = \frac{-0.28}{-0.031} \approx 9.032$ $y_0 = \frac{-0.26}{-0.027} \approx 9.63$

Проверка в программе. (fig. 4.6) (fig. 4.7)

```

1 model lab05sta
2   parameter Real a=-0.26; // коэффициент, описывающий скорость естественного
   прироста числа жертв в отсутствие хищников
3   parameter Real b=-0.027; // уменьшение популяции жертв в каждом акте
4   parameter Real c=-0.28; // естественное вымирание хищников, лишенных пищи в виде
   жертв
5   parameter Real d=-0.031; // увеличению популяции хищников в каждом акте
6   Real x(start=c/d); // число жертв, Стационарное состояние системы
7   Real y(start=a/b); // число хищников, Стационарное состояние системы
8 equation
9   der(x) = a*x - b*x*y;
10  der(y) = -c*y + d*x*y;
11 end lab05sta;

```

Figure 4.6: Код программы, когда начальные данные задаются в стационарном состоянии

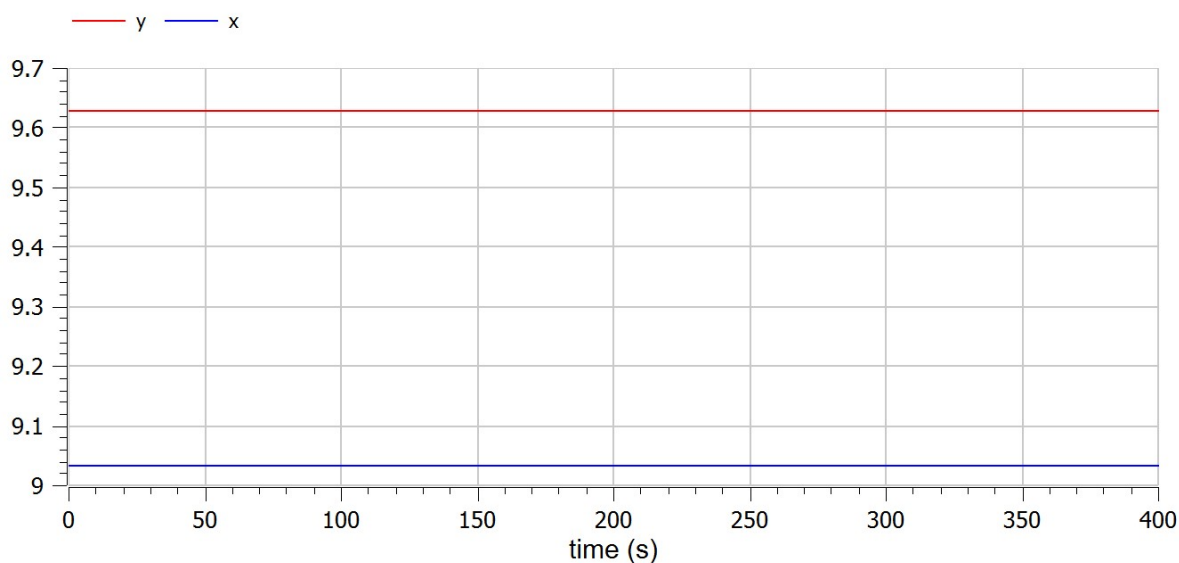


Figure 4.7: График, когда начальные данные задаются в стационарном состоянии

5 Выводы

- Выполнила лабораторную работу №5.
- Познакомилась с написанием модели хищник-жертва.
- Познакомилась с написанием математических моделей при использовании openmodelica.

6 Список литературы

1. Методические материалы курса.
2. https://spravochnick.ru/informacionnye_tehnologii/informacionnye_modeli_i_modelirovanie_zhertva/
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_«хищник_—_жертва»