

Отчёт по лабораторной работе

Лабораторная работа №5

Серегин Денис Алексеевич

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Теоретическое введение	7
4	Выполнение лабораторной работы	8
4.1	Выполнение в Julia	8
4.1.1	Описание системы уравнений	8
4.1.2	Полученные графики	8
4.2	Выполнение в Openmodelica	10
4.2.1	Описание модели	10
4.2.2	Полученные графики	11
5	Выводы	13
	Список литературы	14

Список иллюстраций

4.1	Описание системы уравнений на языке Julia	8
4.2	Начальные условия	8
4.3	Графики численности хищников и численности жертв	9
4.4	Стационарная точка	9
4.5	Листинг программы	10
4.6	Настройки симуляции	11
4.7	Графики численности	11
4.8	Стационарная точка	12

Список таблиц

1 Цель работы

При помощи Julia и Openmodelica построить фазовый портрет гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора для следующих случаев.

2 Задание

Вариант 6

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.17x(t) + 0.046x(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} = 0.37y(t) - 0.034x(t)y(t) \end{cases}$$

Постройте график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при следующих начальных условиях: $x_0 = 11$, $y_0 = 16$. Найдите стационарное состояние системы.

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

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

В этой модели x – число жертв, y – число хищников. Коэффициент a описывает скорость естественного прироста числа жертв в отсутствие хищников, c – естественное вымирание хищников, лишенных пищи в виде жертв.

Подробнее в [1]

4 Выполнение лабораторной работы

4.1 Выполнение в Julia

4.1.1 Описание системы уравнений

На языке Julia я описал систему дифференциальных уравнений, по которой затем построил график численности хищников и жертв. (рис. 4.1) (рис. 4.2)

```
- """Правая часть нашей системы, p, t не используются
- u[1] -- x, u[2] -- y
- """
- function F!(du, u, p, t)
-     du[1] = -0.17u[1] + 0.046u[1]u[2]
-     du[2] = 0.37u[2] - 0.034u[1]u[2]
- end
```

Рис. 4.1: Описание системы уравнений на языке Julia

```
- begin
-     u0 = [11, 16]# [0.37/0.034, 0.17/0.046]
-     T = (0.0, 37)
-     prob = ODEProblem(F!, u0, T)
- end
```

Рис. 4.2: Начальные условия

4.1.2 Полученные графики

В результате работы программы получились следующие графики.
(рис. 4.3) (рис. 4.4)

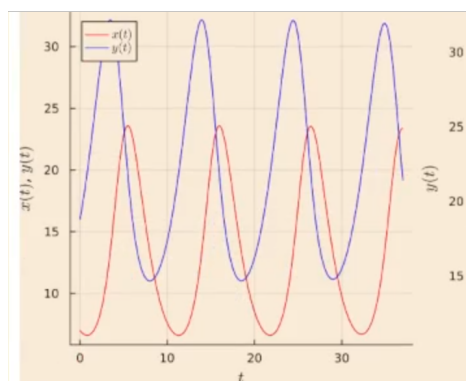


Рис. 4.3: Графики численности хищников и численности жертв

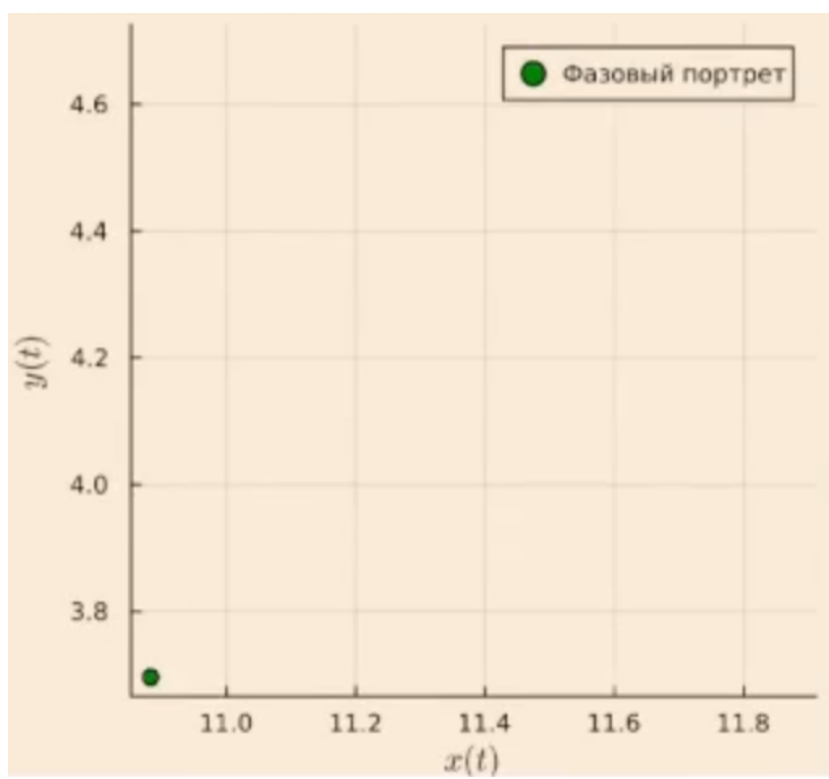


Рис. 4.4: Стационарная точка

4.2 Выполнение в Openmodelica

4.2.1 Описание модели

Написал код для моделей в программе OMEdit. (рис. 4.6)

```
1  model d
2
3  Real x;
4  Real y;
5  Real t = time;
6  initial equation
7  x = 11;
8  y = 16;
9  equation
10 der(x) = -0.17*x + 0.046*x*y;
11 der(y) = 0.37*y - 0.034*x*y;
12
13 end d;
```

Рис. 4.5: Листинг программы

Далее запустил симуляцию со следующими настройками. (рис. 4.6)

Основное Интерактивная Симуляция Translation Flags Флаги Симуляции Вывести

Интервал Симуляции

Начальное Время: 0 SECS

Конечное Время: 40 SECS

☒ Число Интервалов: 500

☐ Interval: 0.06 SECS

Интегрирование

Метод: `dassl`

Точность: $1e-6$

Якобиан:

DASSL/IDA Options

☒ Нахождение Корня

☒ Перезапустить После События

Размер Начального Шага:

Рис. 4.6: Настройки симуляции

4.2.2 Полученные графики

После симуляции получаем два графика. (рис. 4.7) (рис. 4.8)

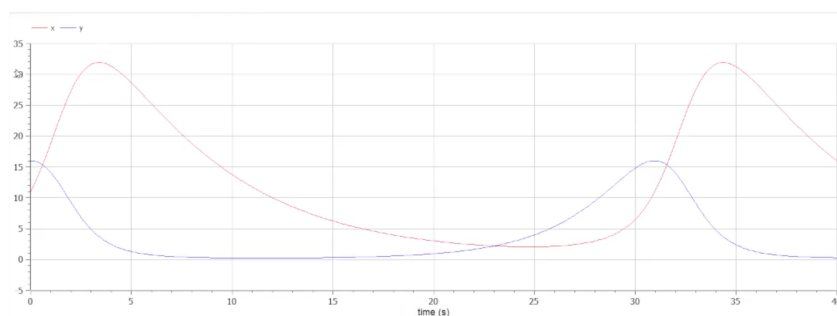


Рис. 4.7: Графики численности

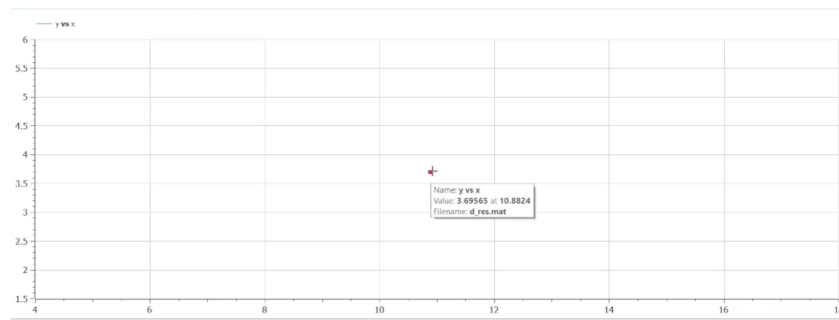


Рис. 4.8: Стационарная точка

5 Выводы

В результате работы мне удалось изучить модель Лотки-Вольтеры, построить графики численности жертв и хищников, а также найти стационарное состояние системы.

Список литературы

1. Кулябов Д.С. Модель хищник-жертва [Электронный ресурс]. RUDN, 2022.
URL: https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971660/mod_resource/content/2/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%E2%84%96%204.pdf.