



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
**(ДВФУ)**

---

## **ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Кафедра информатики, математического и компьютерного  
моделирования**

### **ОТЧЕТ**

к лабораторной работе №3 по дисциплине  
**«Математическое моделирование»**

Направление подготовки  
01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Выполнил студент  
гр. Б9120-01.03.02  
Агличеев А.О.  
\_\_\_\_\_  
(ФИО) \_\_\_\_\_  
(подпись)  
« 7 » декабря 2022 г.

**г. Владивосток  
2022**

# Содержание

1	Определение цели	3
2	Создание математической модели	3
3	Анализ модели	5
4	Реализация модели	6
5	Вывод	12

# 1 Определение цели

В данной лабораторной необходимо создать модель Лотки-Вольтерра - модель взаимодействия двух видов типа - «хищник - жертва». Проанализировать полученную модуль.

# 2 Создание математической модели

Рассматривается закрытый ареал, в котором обитают два вида: травоядные ("жертвы") и хищники.



Рис. 1: Хищник и жертва

Предполагается, что животные не иммигрируют и не эмигрируют, и что еды для травоядных имеется с избытком. Тогда уравнение изменения количества жертв принимает вид:

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x,$$

где  $\alpha$  - коэффициент рождаемости жертв,  $x$  - величина популяции жертв,  $\frac{dx}{dt}$  - скорость прироста популяции жертв

Пока хищники не охотятся, они вымирают, следовательно, уравнение для численности хищников(без учета численности жертв) принимает вид:

$$\frac{dy}{dt} = -\gamma y,$$

где  $\gamma$  - коэффициент убыли хищников,  $x$  - величина популяции хищников,  $\frac{dx}{dt}$  - скорость прироста популяции хищников

При встречах хищников и жертв(частота которых прямо пропорциональна величине  $xy$ ) происходит убийство с коэффициентом  $\beta$ , сытые хищники способны к воспроизведству с коэффициентом  $\delta$ . С учетом этого, система уравнений модели такова:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy = (\alpha - \beta y)x, \\ \frac{dy}{dt} = -\gamma y + \delta xy = (\delta x - \gamma)y. \end{cases}$$

### 3 Анализ модели

Найдём особые точки системы:

$$\begin{cases} (\alpha - \beta y)x = 0, \\ (\delta x - \gamma)y = 0; \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha x = \beta xy, \\ \delta xy = \gamma; \end{cases}$$

$$\begin{cases} y(0) = \frac{\alpha}{\beta}, \\ x(0) = \frac{\gamma}{\delta}; \end{cases}$$

## 4 Реализация модели

Модель была реализована в MathCad.

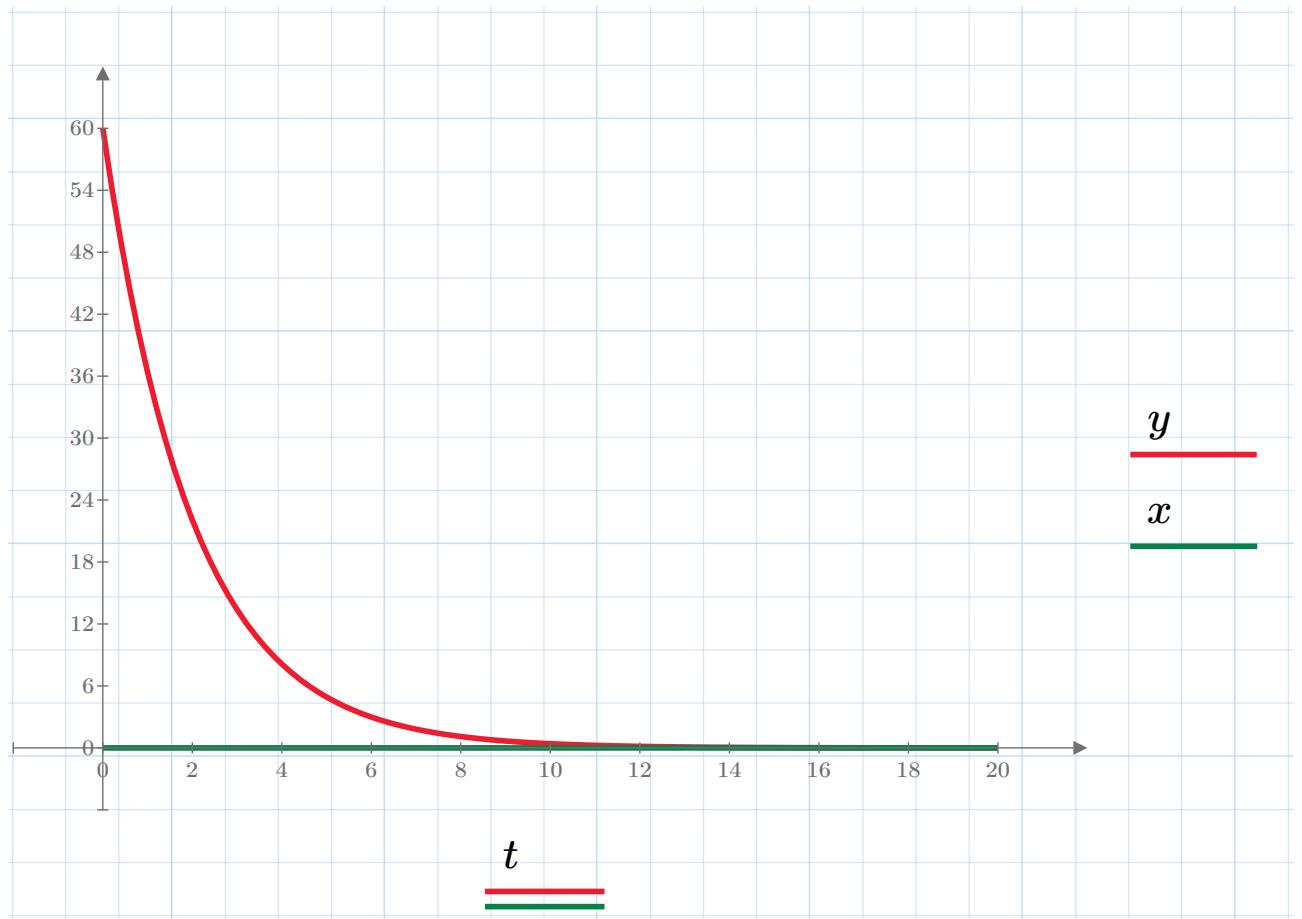


Рис. 2

Если жертв(х) нет, то хищники(у) вымирают экспоненциально.

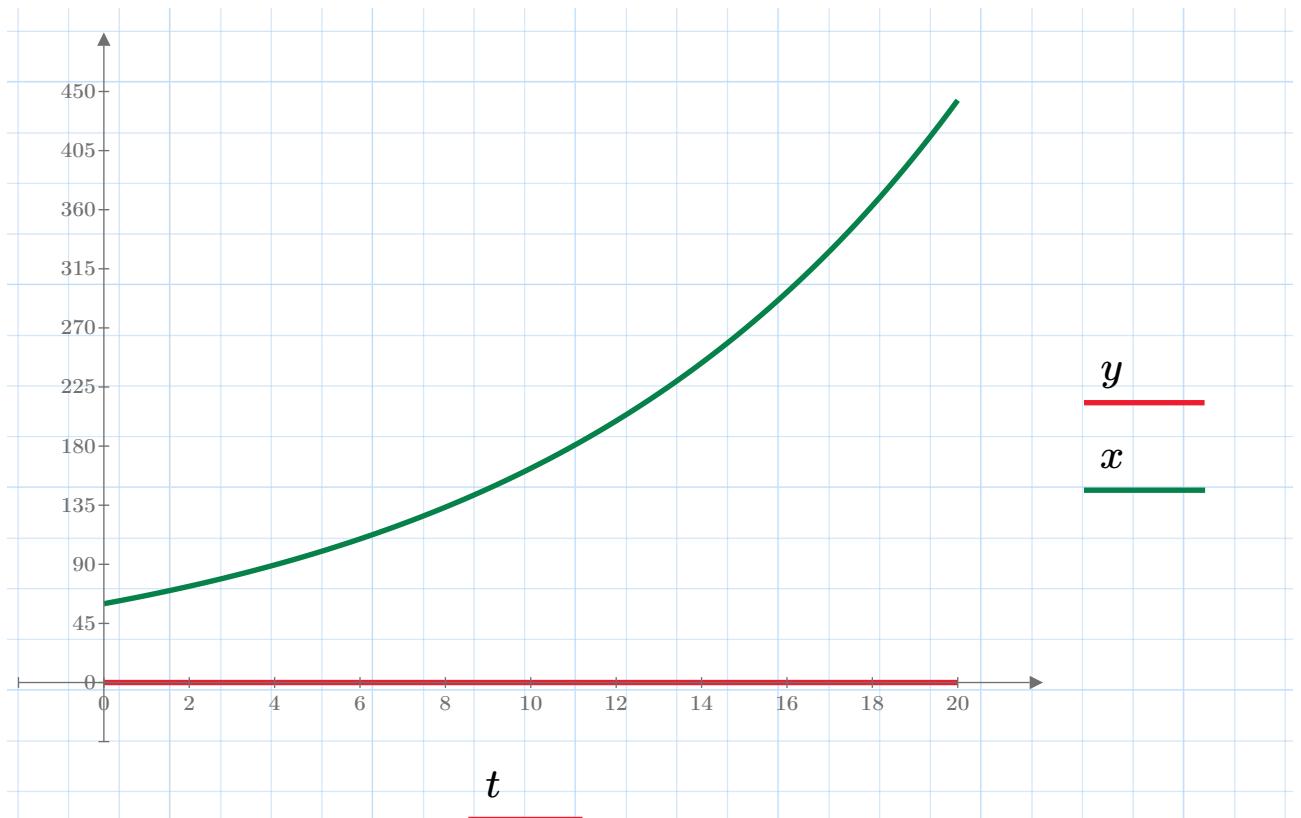


Рис. 3

Если хищников( $y$ ) нет, то популяция жертв растет экспоненциально.

$$x = \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \end{bmatrix}$$

$$\alpha = 2, \beta = 1, \gamma = 2, \delta = 1$$

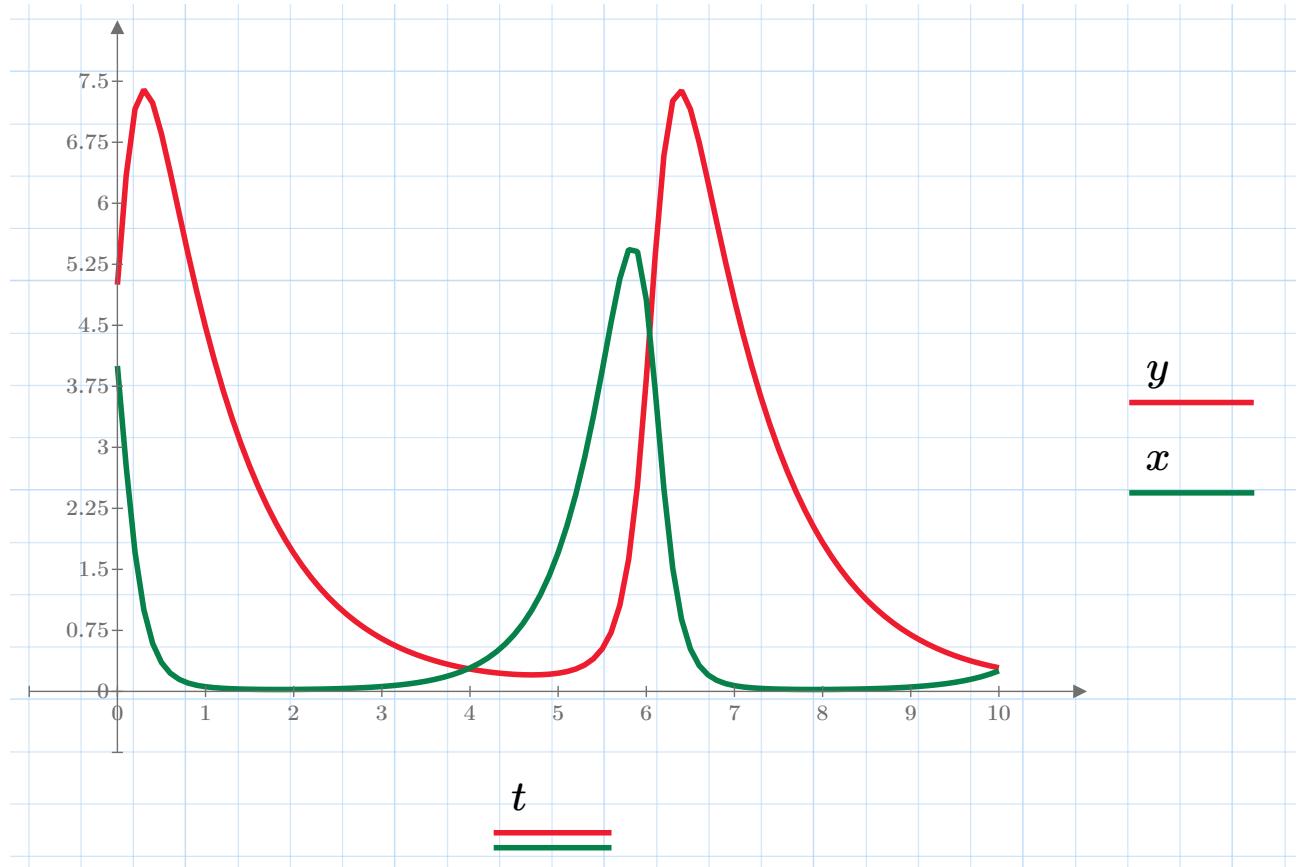


Рис. 4

В начале периода количество жертв возрастает. Вместе с ними растет и количество хищников из-за обилия пищевых ресурсов. Активное поедание жертв приводит к снижению их количества. В следствии уменьшении пищи для хищников, они начинают вымирать. Цикл переодически повторяется.

$$x = \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \end{bmatrix}$$

$$\alpha = 2, \beta = 1, \gamma = 1, \delta = 1$$

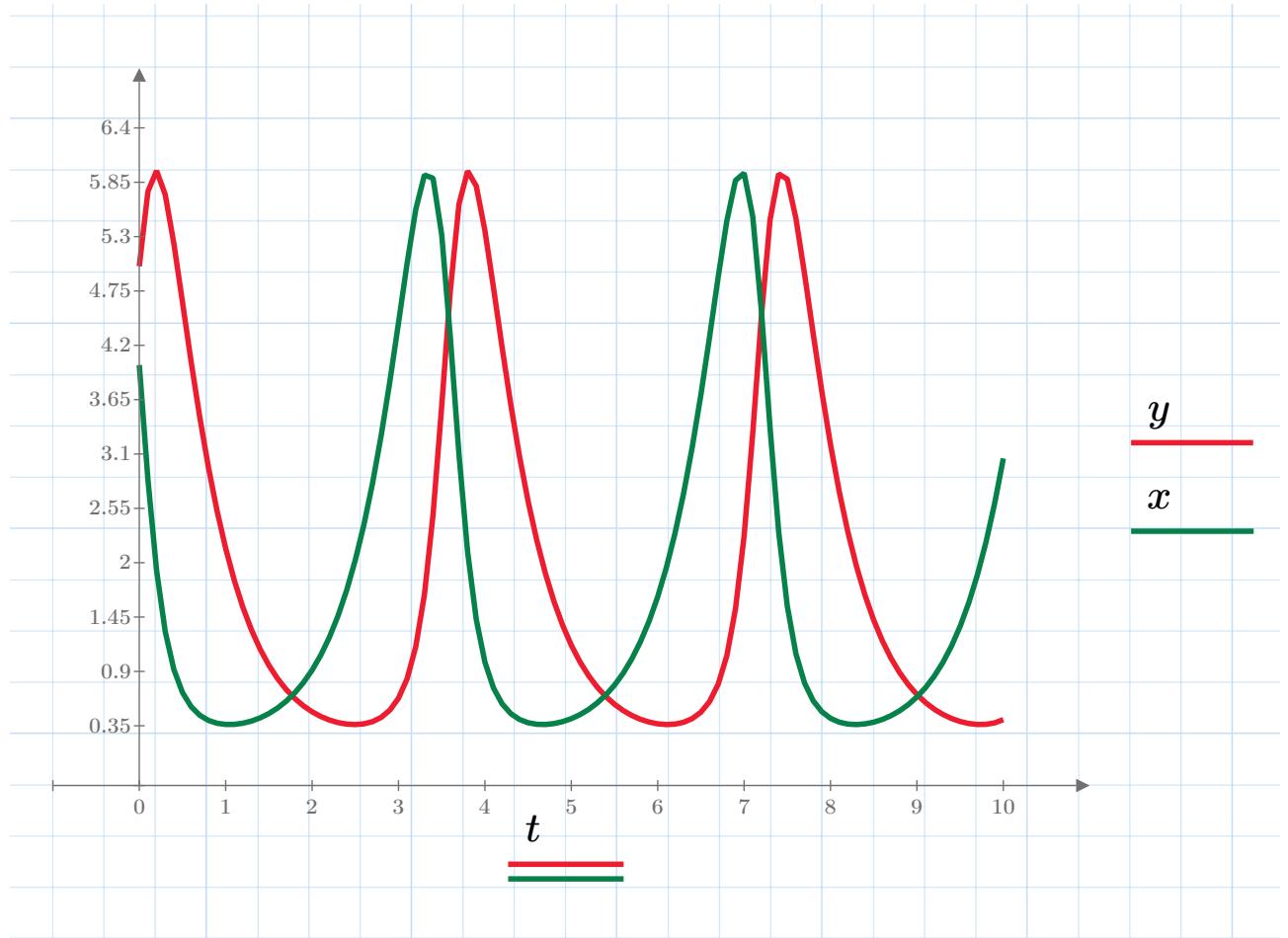


Рис. 5

Увеличение естественной смертности хищников привело к тому, что период и максимальный размер популяции хищников уменьшились.

$$x = \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \end{bmatrix}$$

$$\alpha = 7, \beta = 1, \gamma = 1, \delta = 1$$

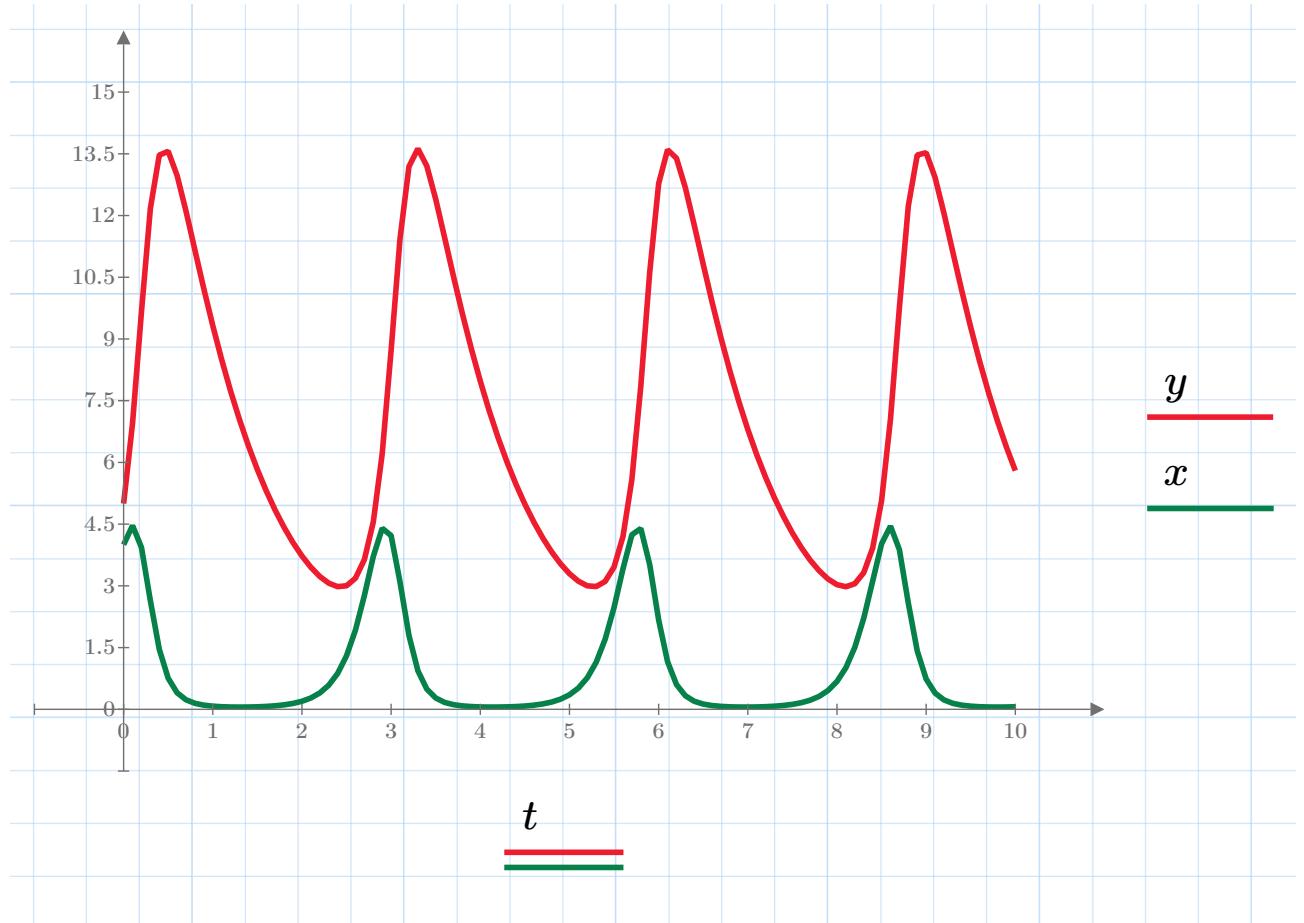


Рис. 6

Увеличение рождаемости жертв приводит к уменьшению длительности периода и увеличению популяции хищников.

$$x = \begin{bmatrix} 4 \\ 5 \end{bmatrix}$$

$$\alpha = 5, \beta = 1, \gamma = 4, \delta = 1$$

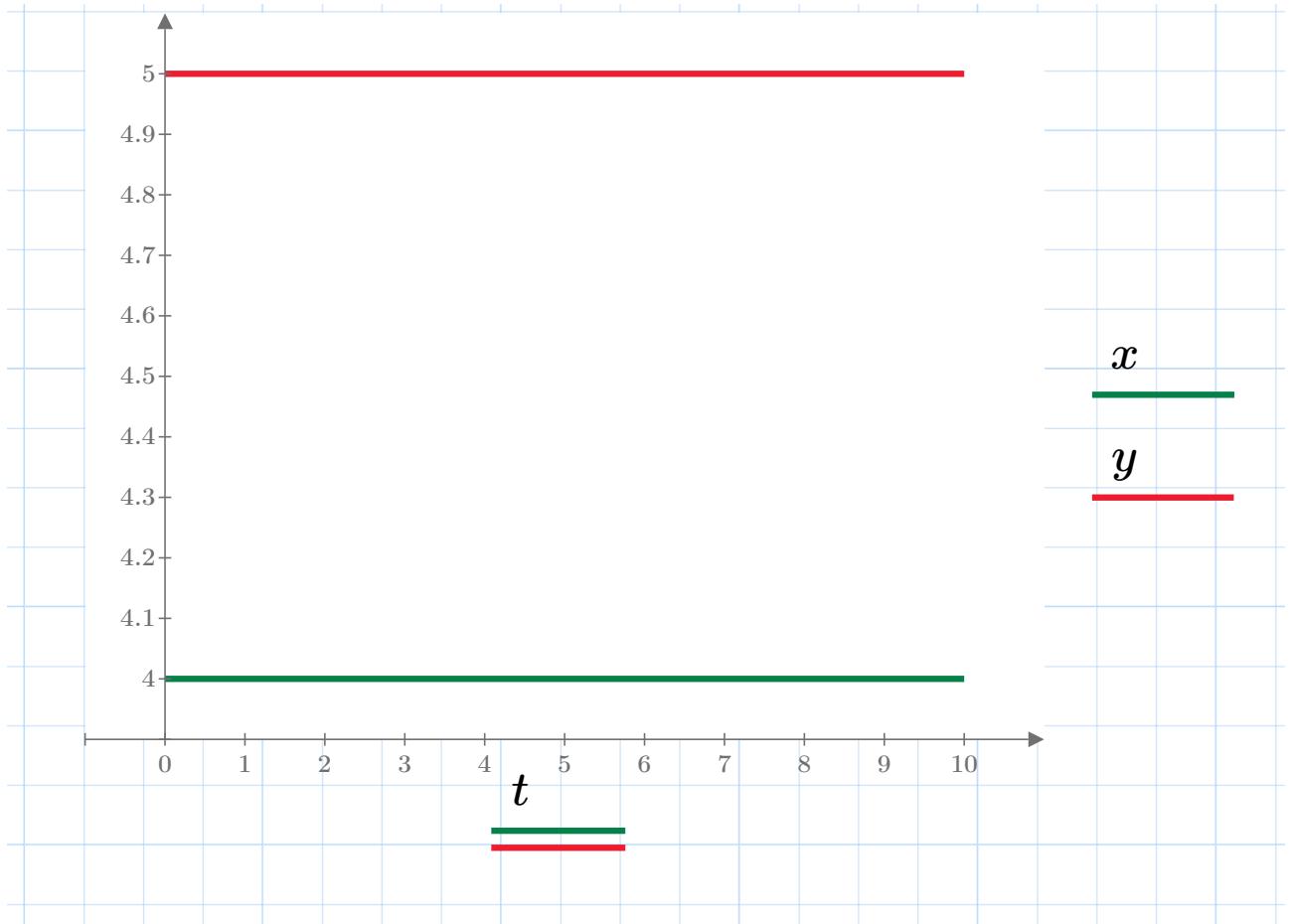


Рис. 7

При данных параметрах система находится в равновесии: обе популяции неизменны и сбалансированы.

Фазовый портрет при:

$$x_0 = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \end{bmatrix}, x_1 = \begin{bmatrix} 2 \\ 6 \end{bmatrix}, x_2 = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \end{bmatrix}, x_3 = \begin{bmatrix} 5 \\ 3 \end{bmatrix}$$

$$\alpha = 2, \beta = 0.5, \gamma = 1, \delta = 0.5$$

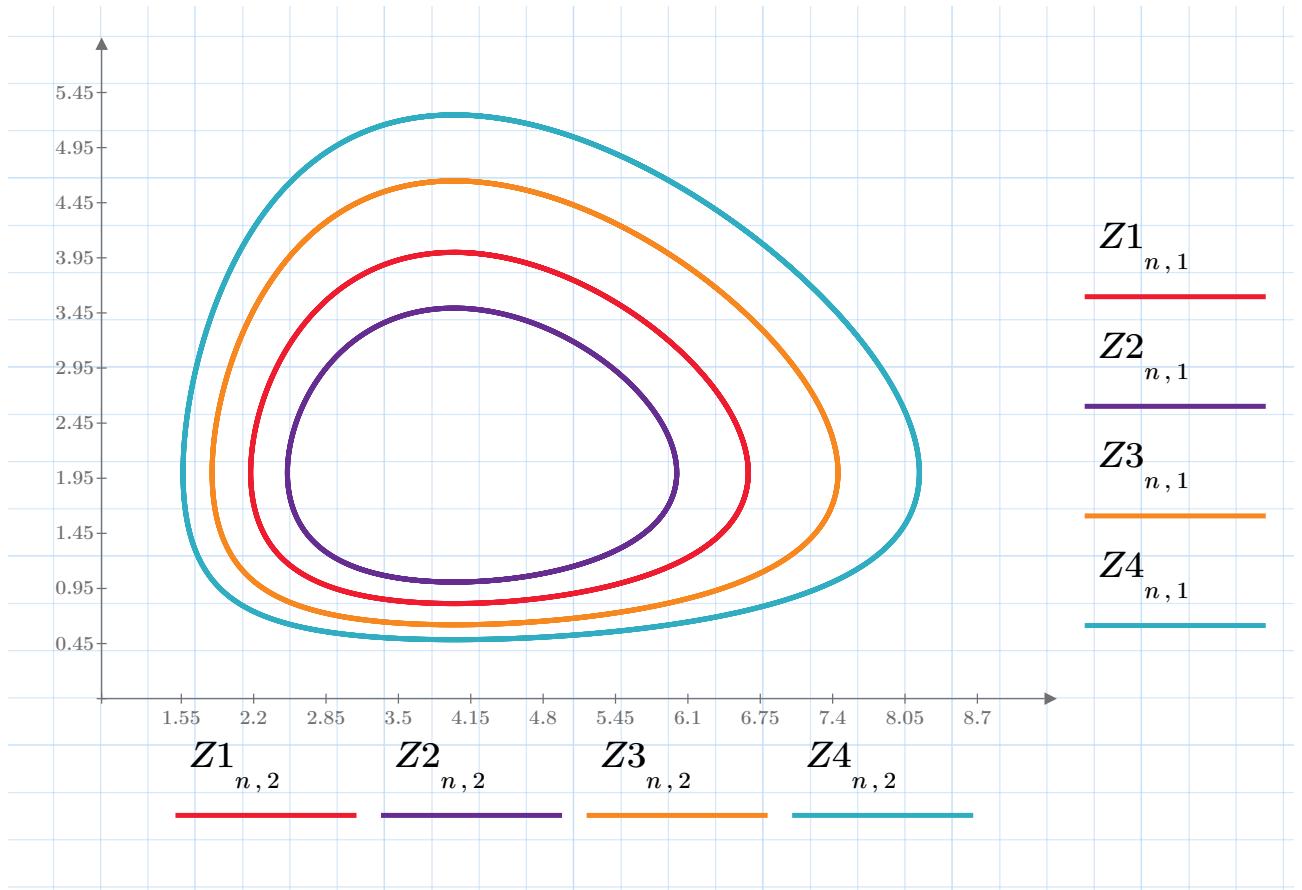


Рис. 8

## 5 Вывод

В ходе лабораторной работы была изучена модель Лотки-Вольтерры и реализована с помощью программы Mathcad при разных параметрах.