

# **Лабораторная работа № 6**

**Модель хищник–жертва**

Дворкина Ева Владимировна

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>6</b>
3.1	Математическая модель . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>7</b>
4.1	Реализация модели в xcoss . . . . .	7
4.2	Реализация модели с помощью блока Modelica в xcoss . . . . .	12
4.3	Реализация модели в OpenModelica . . . . .	16
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>19</b>
	<b>Список литературы</b>	<b>20</b>

# Список иллюстраций

4.1	Задать переменные окружения в xcos . . . . .	7
4.2	Модель хищник-жертва в xcos . . . . .	8
4.3	Задать начальное значение в блоке интегрирования для $x$ . . . . .	9
4.4	Задать начальное значение в блоке интегрирования для $y$ . . . . .	9
4.5	Параметры блока CSCOPE . . . . .	10
4.6	Параметры блока CSCOPXY . . . . .	11
4.7	Задать конечное время интегрирования в xcos . . . . .	11
4.8	Решение модели хищник-жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1,$ $x(0) = 2, y(9) = 1$ . . . . .	12
4.9	Фазовый портрет модели хищник-жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3,$ $d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$ . . . . .	12
4.10	Модель хищник-жертва в xcos с применением блока Modelica . . . . .	13
4.11	Ввод значений входных параметров блока Modelica для модели . . . . .	14
4.12	Ввод функции блока Modelica для модели . . . . .	15
4.13	Решение модели хищник-жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1,$ $x(0) = 2, y(9) = 1$ . . . . .	15
4.14	Фазовый портрет модели хищник-жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3,$ $d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$ . . . . .	16
4.15	Модель в OpenModelica . . . . .	16
4.16	Параметры моделирования в OpenModelica . . . . .	17
4.17	Решение модели хищник жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1,$ $x(0) = 2, y(9) = 1$ . OpenModelica . . . . .	17
4.18	Фазовый портрет модели хищник жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3,$ $d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$ . OpenModelica . . . . .	18

# 1 Цель работы

Цель данной лабораторной работы - исследование модели хищник–жертва с помощью xcos и OpenModelica.

## 2 Задание

Реализовать классическую систему хищник–жертва - в xcos - в xcos с помощью блока Modelica - в OpenModelica

## 3 Теоретическое введение

### 3.1 Математическая модель

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

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.

Вероятность взаимодействия жертвы и хищника считается пропорциональной как количеству жертв, так и числу самих хищников. Каждый акт взаимодействия уменьшает популяцию жертв, но способствует увеличению популяции хищников (члены  $-bxy$  и  $dxy$  в правой части уравнения) [1].

## 4 Выполнение лабораторной работы

### 4.1 Реализация модели в xcos

Для работы в xcos будем использовать дополнительные материалы [2].

Зафиксируем начальные параметры в меню *Моделирование, Задать переменные окружения* (рис. 4.1).

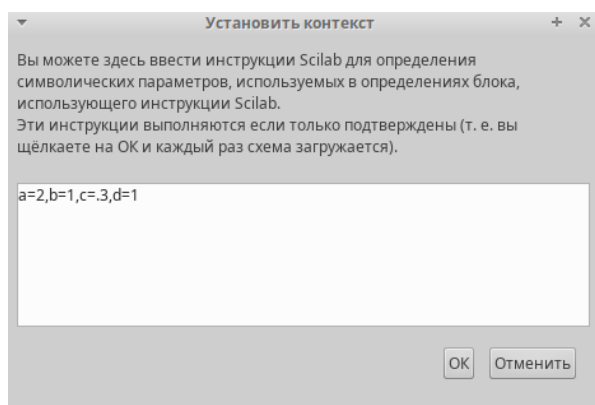


Рис. 4.1: Задать переменные окружения в xcos

Затем построим модель при помощи блоков моделирования (рис. 4.2).

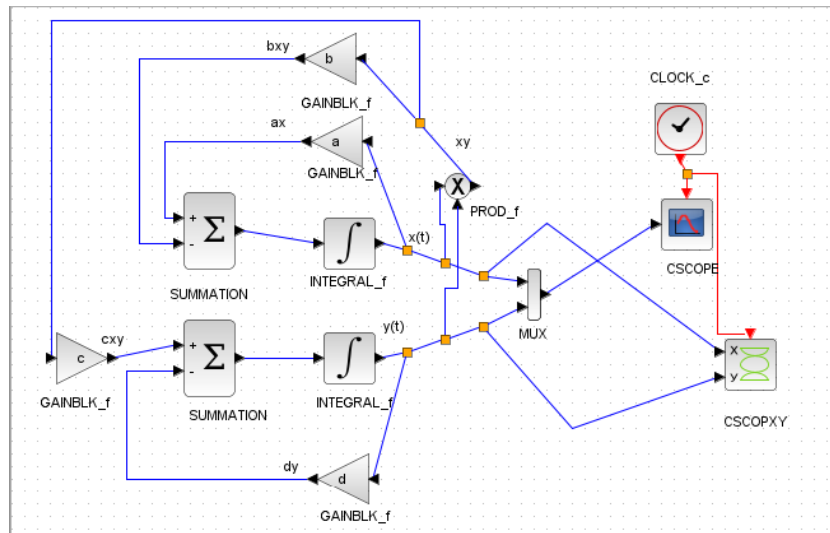


Рис. 4.2: Модель хищник-жертва в xcos

Для реализации модели (6.1) в дополнение к блокам CLOCK\_c, CSCOPE, TEXT\_f, MUX, INTEGRAL\_m, GAINBLK\_f, SUMMATION, PROD\_f потребуется блок CSCOPXY — регистрирующее устройство для построения фазового портрета.

Первое уравнение модели задано верхним блоком интегрирования, блоком произведения и блоками задания коэффициентов a и b.

Второе уравнение модели задано нижним блоком интегрирования и блоками задания коэффициентов c и d.

Для суммирования слагаемых правых частей уравнений используем блоки суммирования с соответствующими знаками перед коэффициентами. Выходы блоков суммирования соединяем с входами блоков интегрирования. Выходы блоков интегрирования соединяем с мультиплексором, который в свою очередь позволяет вывести на один график сразу обе кривые: динамику численности жертв и динамику численности хищников.

Зафиксируем начальные значения интеграторов (рис. 4.3, 4.4).



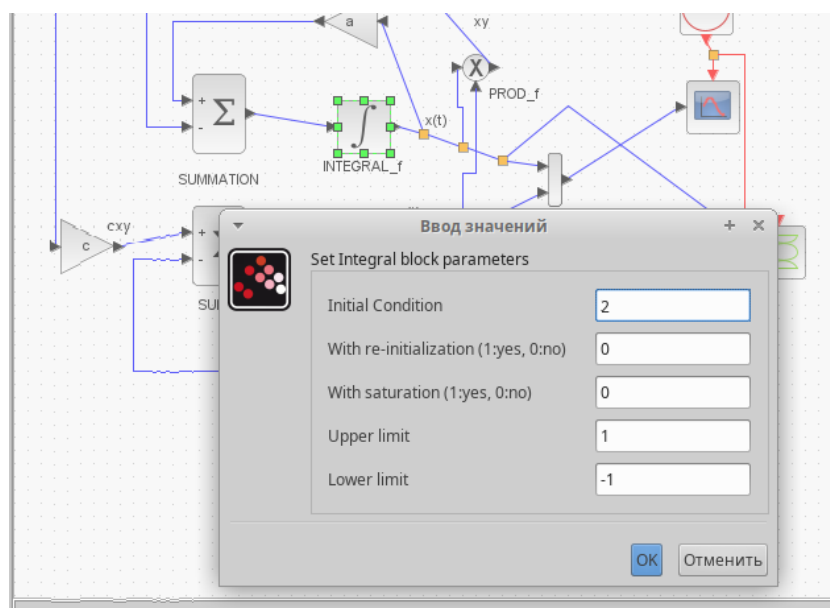


Рис. 4.3: Задать начальное значение в блоке интегрирования для  $x$

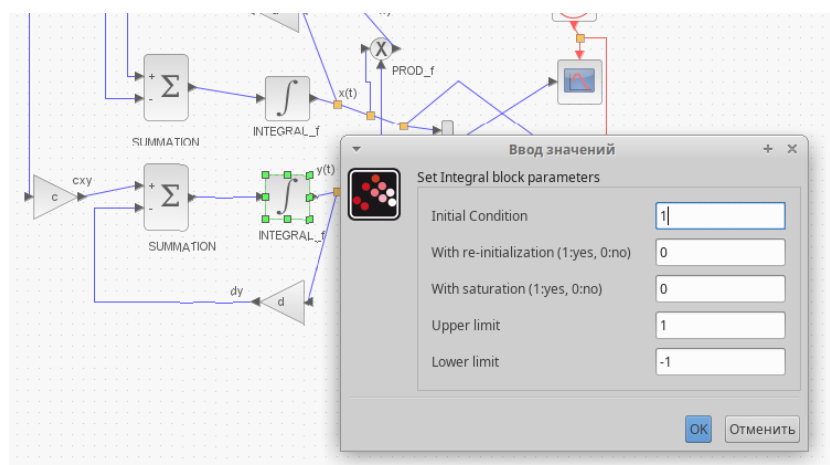


Рис. 4.4: Задать начальное значение в блоке интегрирования для  $y$

Зададим параметры в блоках регистрирующих устройств (рис. 4.5, 4.6).

Ввод значений

Set Scope parameters

Color (>0) or mark (<0) vector (8 entries) 1 3 5 7 9 11 13 15

Output window number (-1 for automatic) -1

Output window position []

Output window sizes [600;400]

Ymin -1

Ymax 10

Refresh period 30

Buffer size 20

Accept herited events 0/1 0

Name of Scope (label&Id)

OK Отменить

Рис. 4.5: Параметры блока CSCOPE

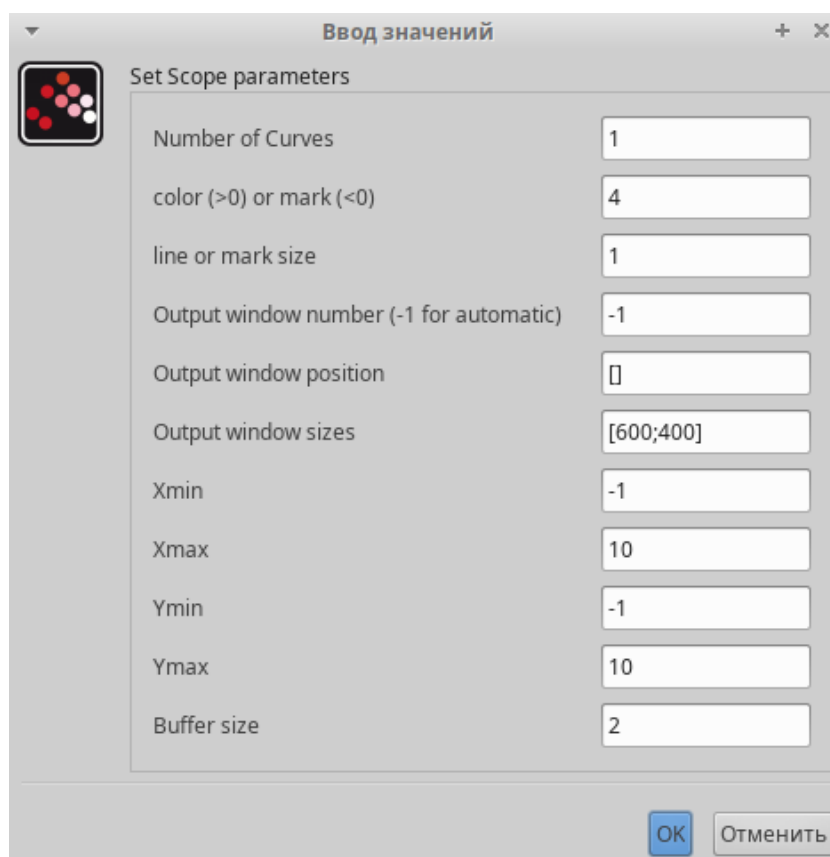


Рис. 4.6: Параметры блока CSCOPXY

Также зададим время интегрирования равное 30 единиц модельного времени (рис. 4.7).

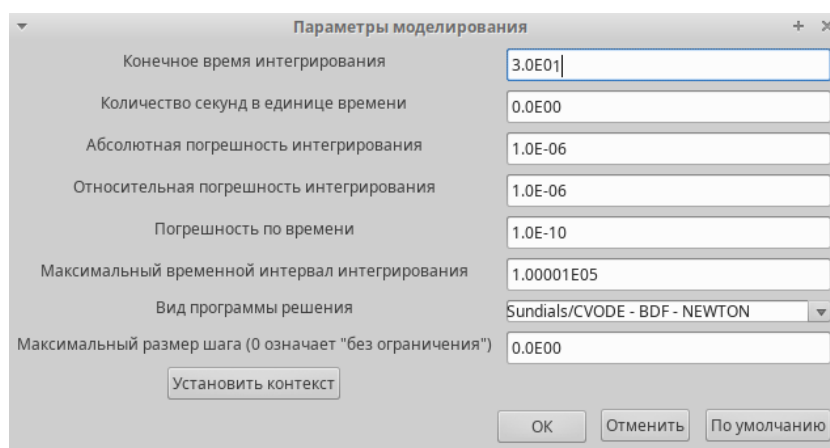


Рис. 4.7: Задать конечное время интегрирования в xcso

В результате получим решение системы хищник-жества и фазовый портрет

(рис. 4.8, 4.9).

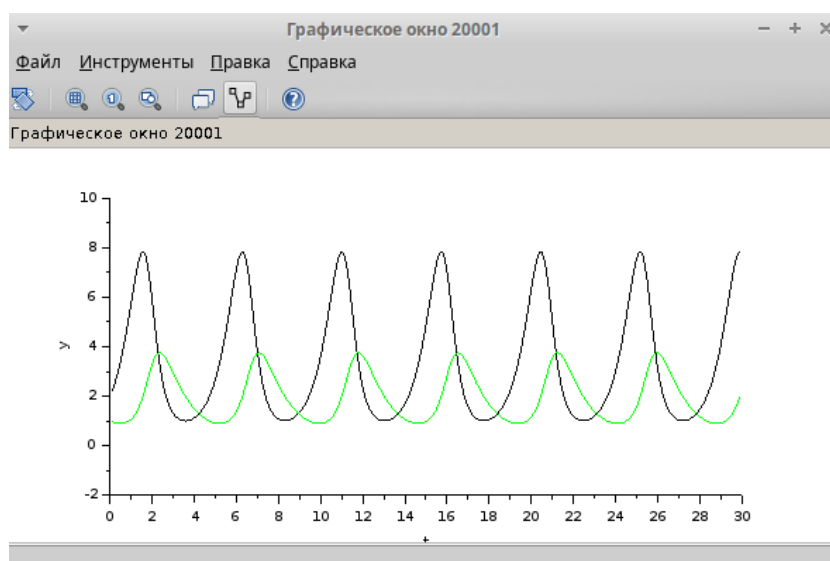


Рис. 4.8: Решение модели хищник-жертва при  $a = 2$ ,  $b = 1$ ,  $c = 0.3$ ,  $d = 1$ ,  $x(0) = 2$ ,  $y(9) = 1$

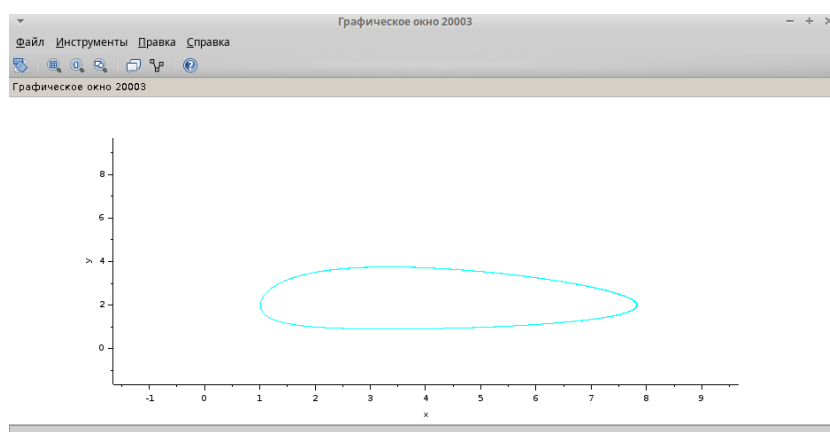


Рис. 4.9: Фазовый портрет модели хищник-жертва при  $a = 2$ ,  $b = 1$ ,  $c = 0.3$ ,  $d = 1$ ,  $x(0) = 2$ ,  $y(9) = 1$

## 4.2 Реализация модели с помощью блока Modelica в xcOS

Для реализации модели с помощью языка Modelica помимо блоков CLOCK\_c, CSCCOPE, TEXT\_f, MUX и CSCOPXY требуются блоки CONST\_m – задаёт константу;

MBLOCK(Modelica generic) – блок реализации кода на языке Modelica (рис. 4.10).

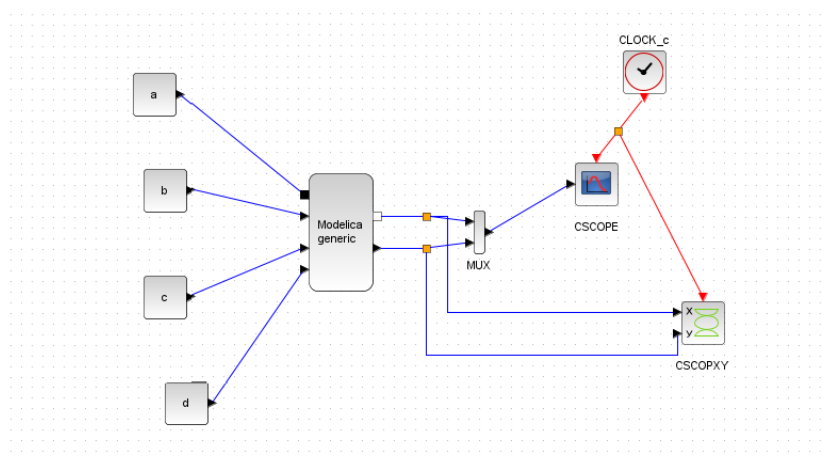


Рис. 4.10: Модель хищник-жертва в xcos с применением блока Modelica

Задаём значения переменных  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  в параметры блока Modelica как переменные на входе, а на выходе (“X”, “Y”). Все переменные блока заданы как внешние (“E”). Затем прописываем дифференциальное уравнение в следующем окне (рис. 4.11, 4.12).

Ввод значений

Set Modelica generic block parameters

Input variables: ["a";"b";"c";"d"]

Input variables types: ["E";"E";"E";"E"]

Output variables: ["x";"y"]

Output variables types: ["E";"E"]

Parameters in Modelica:

Parameters properties:

Function name: generic

OK Отменить

Рис. 4.11: Ввод значений входных параметров блока Modelica для модели

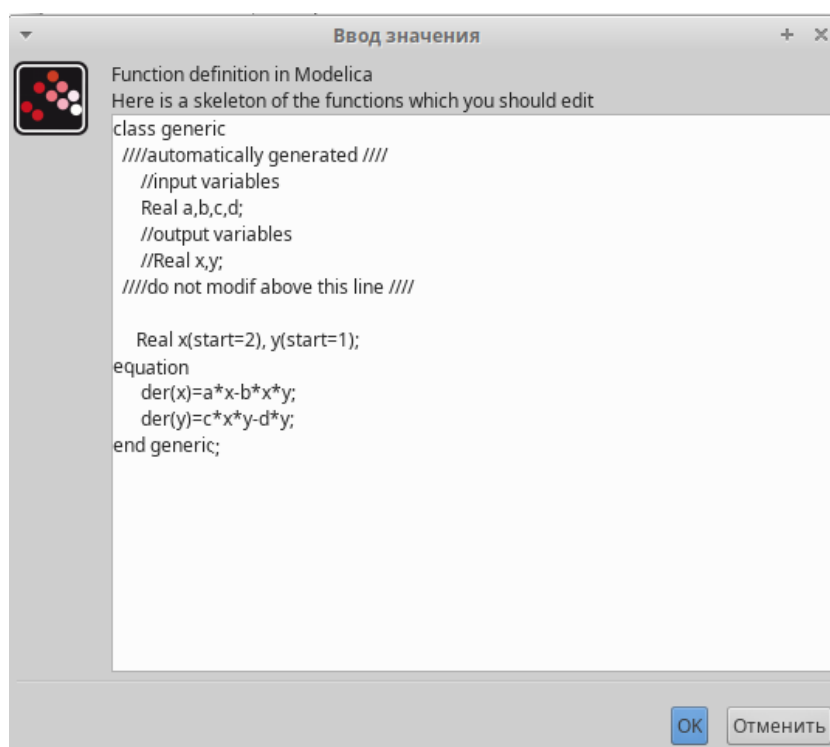


Рис. 4.12: Ввод функции блока Modelica для модели

В результате получим решение системы хищник-жертва и фазовый портрет такие же, как при моделировании без блока Modelica (рис. 4.13, 4.14).

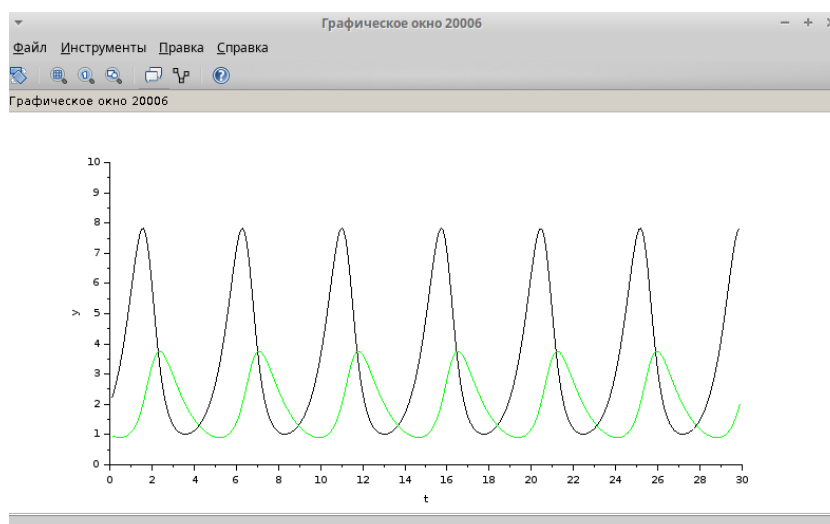


Рис. 4.13: Решение модели хищник-жертва при  $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$

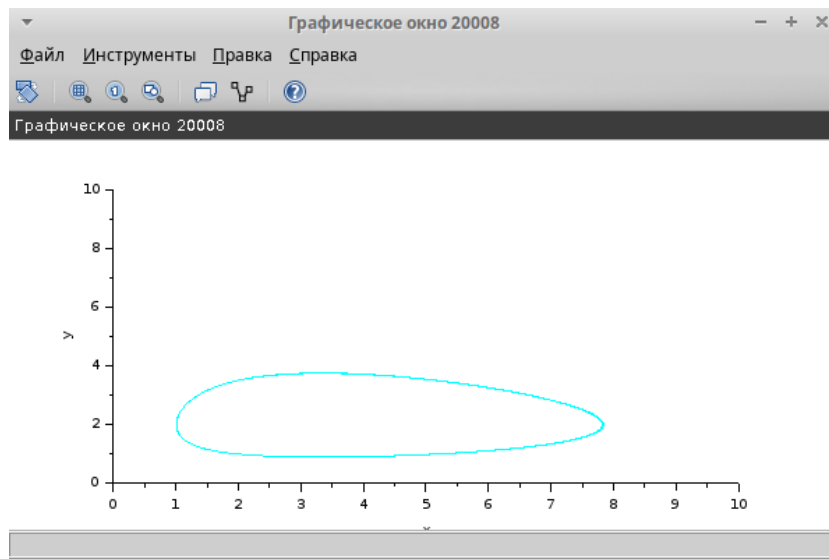


Рис. 4.14: Фазовый портрет модели хищник-жертва при  $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1$ ,  $x(0) = 2, y(0) = 1$

### 4.3 Реализация модели в OpenModelica

Реализуем модель в OpenModelica. Для этого создадим файл модели, пропишем там параметры и начальные условия, а также систему дифференциальных уравнений (рис. 4.15).

```

1  model task6
2
3      parameter Real x_0 = 2;
4      parameter Real y_0 = 1;
5      parameter Real a = 2;
6      parameter Real b = 1;
7      parameter Real c = 0.3;
8      parameter Real d = 1;
9
10     Real x(start=x_0);
11     Real y(start=y_0);
12
13     equation
14         der(x) = a*x-b*x*y;
15         der(y) = c*x*y - d*y;
16
17 end task6;

```

Рис. 4.15: Модель в OpenModelica

Затем укажем параметры моделирования, время так же как и при моделировании в xcos поставим равным 30 единиц модельного времени (рис. 4.16).



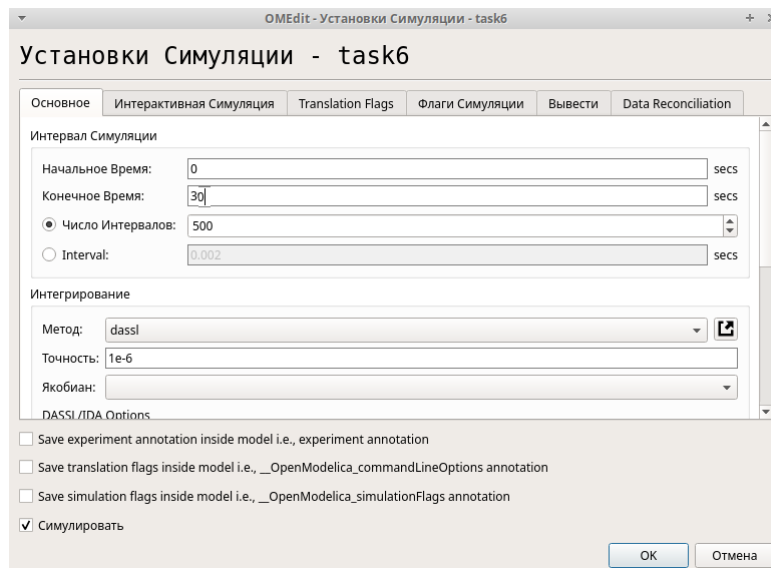


Рис. 4.16: Параметры моделирования в OpenModelica

В результате получим график, аналогичный графикам в xcos (рис. 4.17, ~ 4.18).

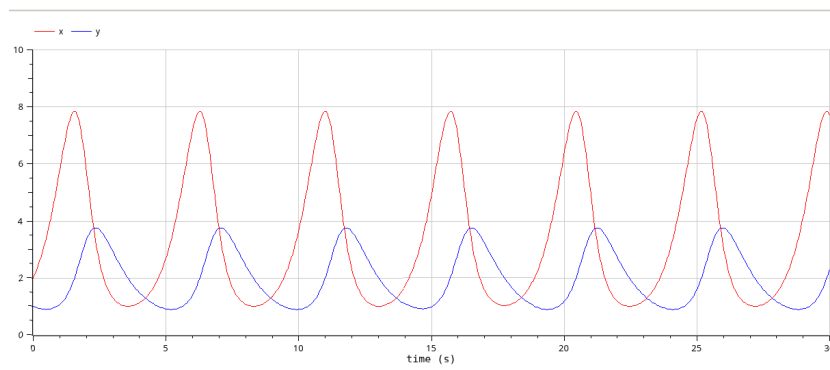


Рис. 4.17: Решение модели хищник жертва при  $a = 2$ ,  $b = 1$ ,  $c = 0.3$ ,  $d = 1$ ,  $x(0) = 2$ ,  $y(9) = 1$ . OpenModelica

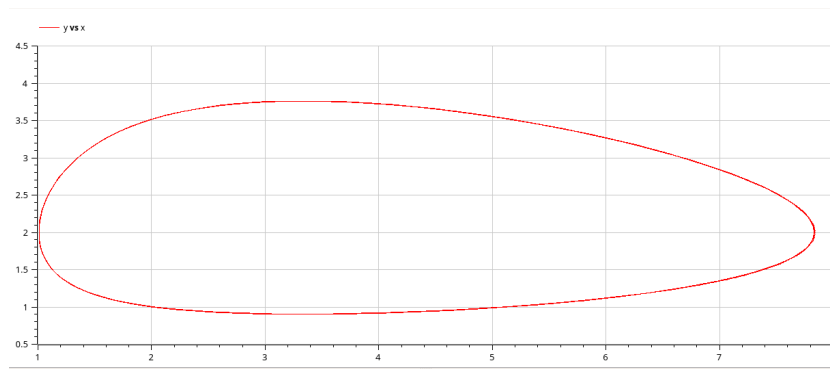


Рис. 4.18: Фазовый портрет модели хищник жертва при  $a = 2$ ,  $b = 1$ ,  $c = 0.3$ ,  $d = 1$ ,  $x(0) = 2$ ,  $y(0) = 1$ . OpenModelica

## 5 Выводы

При выполнении данной лабораторной работы я исследовала модель хищник–жертва с помощью xcos и OpenModelica.

## Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Лабораторная работа 6. Модель "Хищник-жертва" [Электронный ресурс].
2. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Компонентное моделирование. Scilab, подсистема xcos [Электронный ресурс].