

# **Лабораторная работа № 6**

**Модель хищник–жертва**

Демидова Екатерина Алексеевна

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>6</b>
3.1	Математическая модель . . . . .	6
3.2	Реализация модели в xcoss . . . . .	6
3.3	Реализация модели с помощью блока Modelica в xcoss . . . . .	11
3.4	Реализация модели в OpenModelica . . . . .	13
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>16</b>

## Список иллюстраций

3.1	Задать переменные окружения в xcos . . . . .	7
3.2	Модель хищник-жертва в xcos . . . . .	7
3.3	Задать начальное значение в блоке интегрирования для $x$ . . . .	8
3.4	Задать начальное значение в блоке интегрирования для $y$ . . . .	9
3.5	Задать конечное время интегрирования в xcos . . . . .	9
3.6	Решение модели хищник жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1,$ $x(0) = 2, y(9) = 1$ . . . . .	10
3.7	Фазовый портрет модели хищник жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3,$ $d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$ . . . . .	10
3.8	Модель хищник-жертва в xcos с применением блока Modelica . . .	11
3.9	Ввод значений входных параметров блока Modelica для модели .	12
3.10	Ввод функции блока Modelica для модели . . . . .	13
3.11	Модель в OpenModelica . . . . .	14
3.12	Параметры моделирования в OpenModelica . . . . .	14
3.13	Решение модели хищник жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1,$ $x(0) = 2, y(9) = 1$ . OpenModelica . . . . .	15
3.14	Фазовый портрет модели хищник жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3,$ $d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$ . OpenModelica . . . . .	15

# 1 Цель работы

Исследование модели хищник–жертва с помощью xcos и OpenModelica.

## 2 Задание

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

## 3 Выполнение лабораторной работы

### 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  $dx y$  в правой части уравнения).

### 3.2 Реализация модели в xcos

Зафиксируем начальные параметры в меню *Моделирование, Задать переменные окружения*, а затем построим модель при помощи блоков моделирования (рис. [3.1], [3.2]).

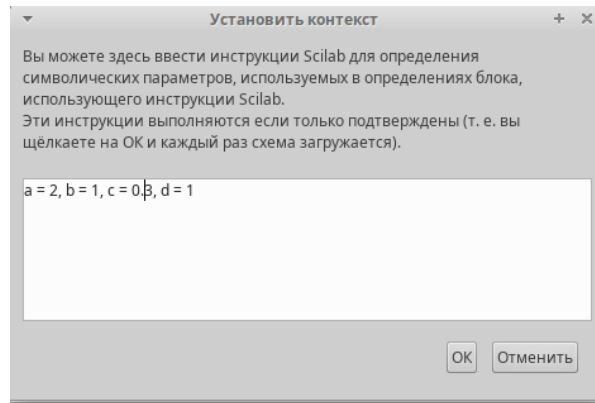


Рис. 3.1: Задать переменные окружения в xcos

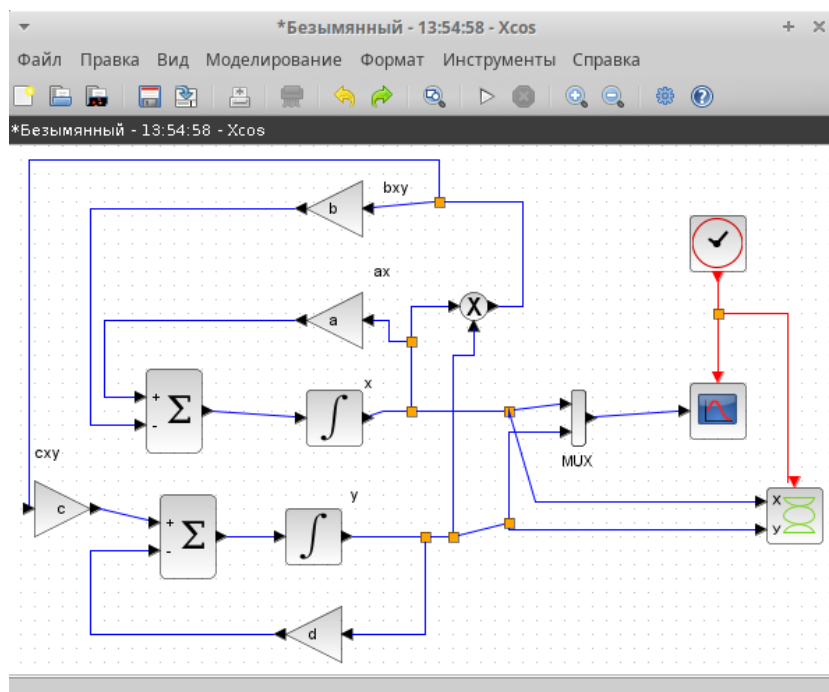


Рис. 3.2: Модель хищник-жертва в xcos

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(рис. [3.3], [3.4]).

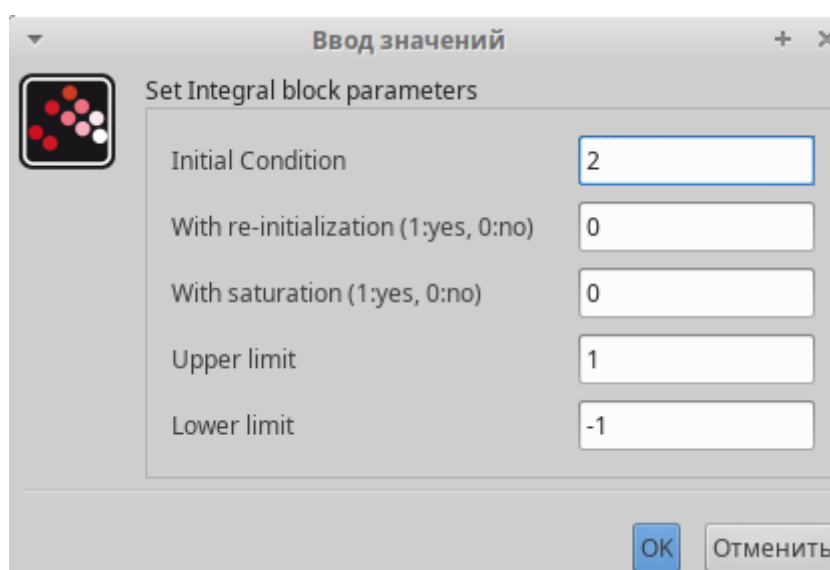


Рис. 3.3: Задать начальное значение в блоке интегрирования для  $x$



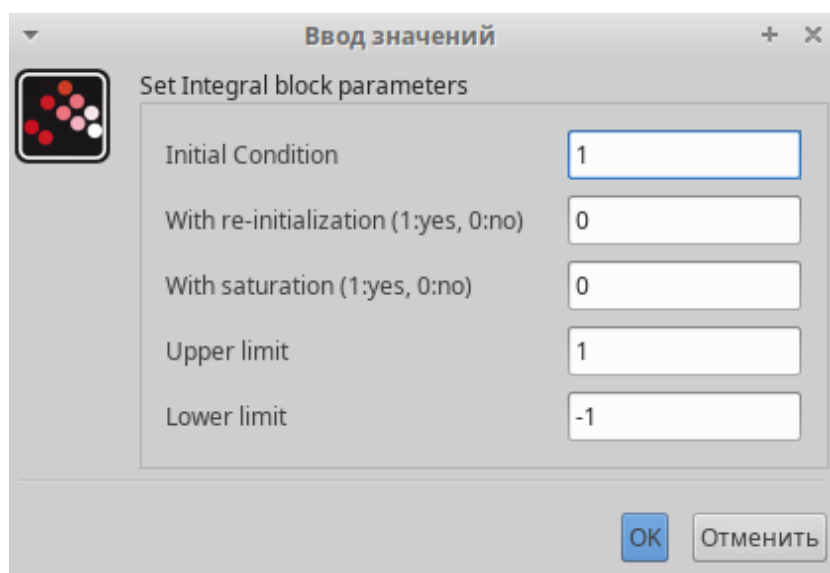


Рис. 3.4: Задать начальное значение в блоке интегрирования для  $u$

Также зададим время интегрирования равное 30 (рис. [3.5]).

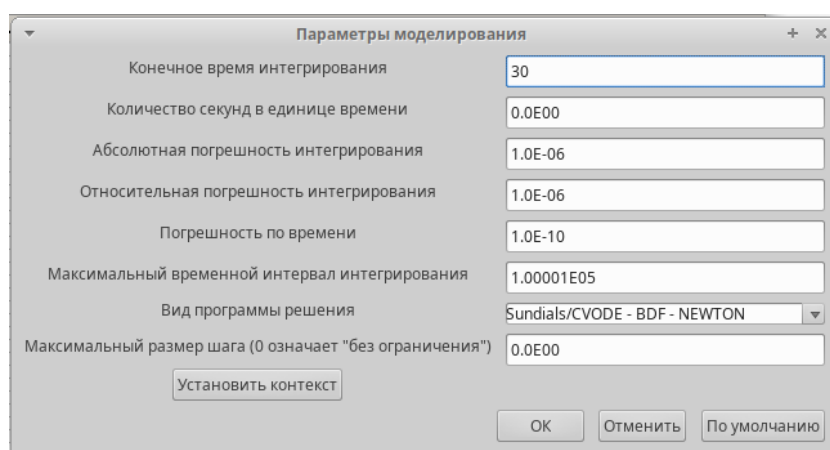


Рис. 3.5: Задать конечное время интегрирования в хcos

В результате получим решение системы хищник-жертва и фазовый портрет (рис. [3.6], [3.7]).

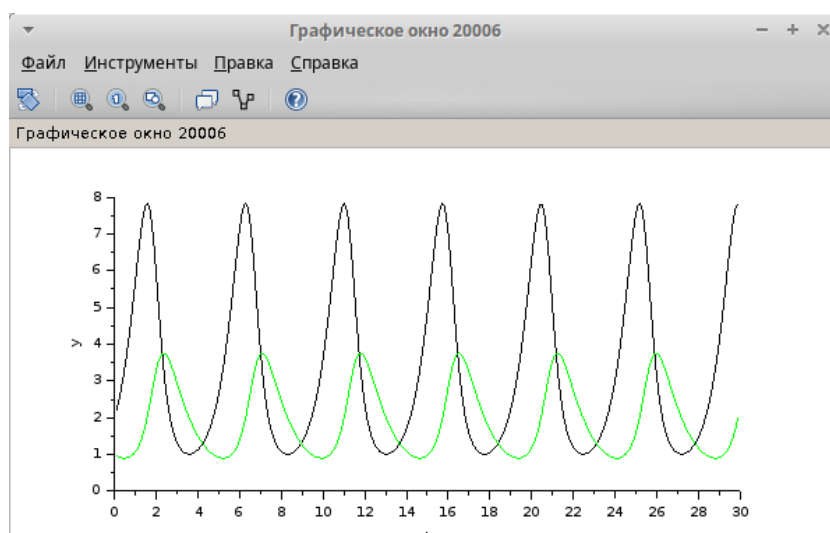


Рис. 3.6: Решение модели хищник жертва при  $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1$ ,  
 $x(0) = 2, y(9) = 1$

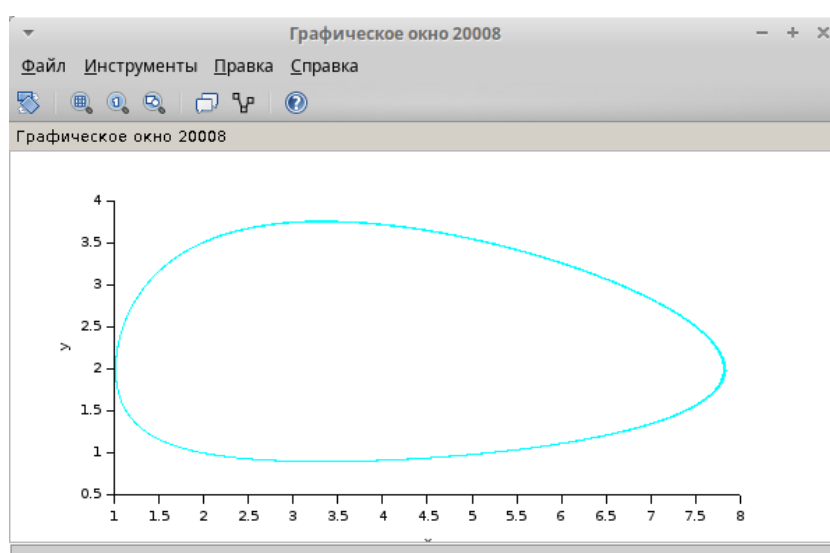


Рис. 3.7: Фазовый портрет модели хищник жертва при  $a = 2, b = 1, c = 0.3$ ,  
 $d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$

### 3.3 Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos

Для реализации модели с помощью языка Modelica помимо блоков CLOCK\_c, CSCOPPE, TEXT\_f, MUX и CSCOPXY требуются блоки CONST\_m – задаёт константу; MBLOCK(Modelica generic) – блок реализации кода на языке Modelica(рис. [3.8]).

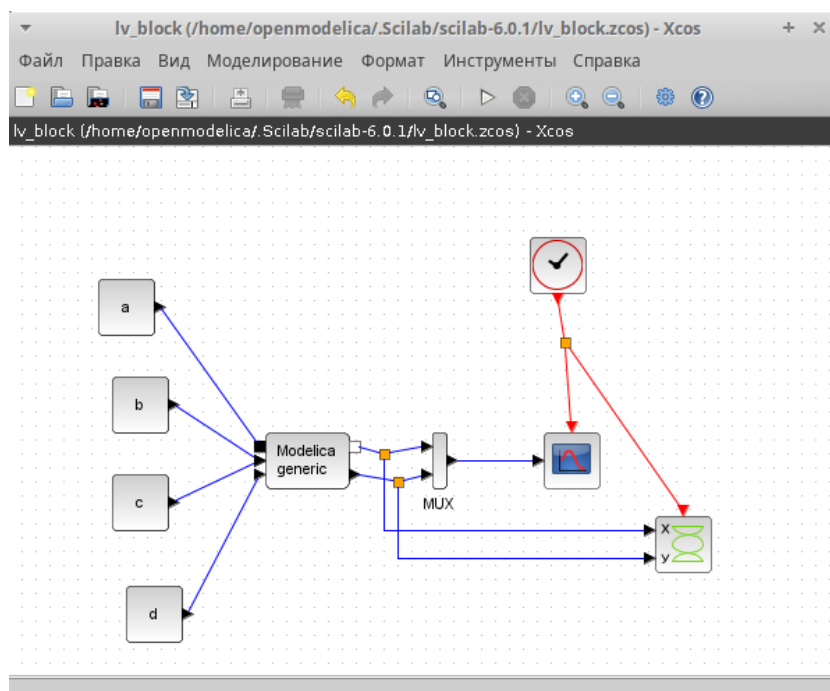


Рис. 3.8: Модель хищник-жертва в xcos с применением блока Modelica

Задаём значения переменных  $\beta$  и  $\nu$ . Параметры блока Modelica переменные на входе (“beta”, “nu”) и выходе (“s”, “i”, “r”) блока заданы как внешние (“E”). Затем прописываем дифференциальное уравнение(рис. [3.9], [3.10]).

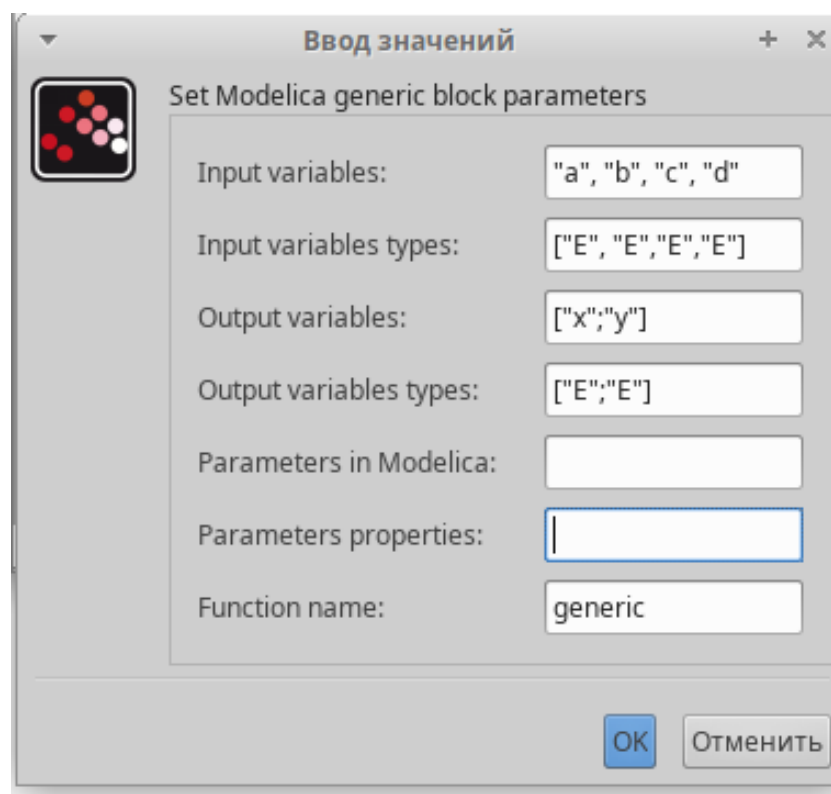


Рис. 3.9: Ввод значений входных параметров блока Modelica для модели

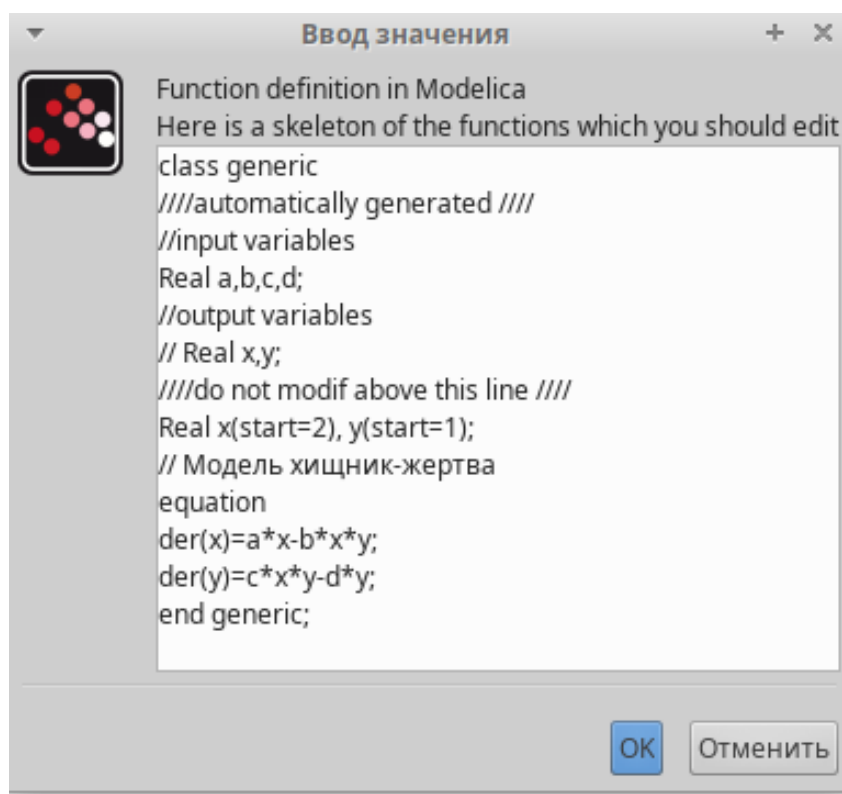
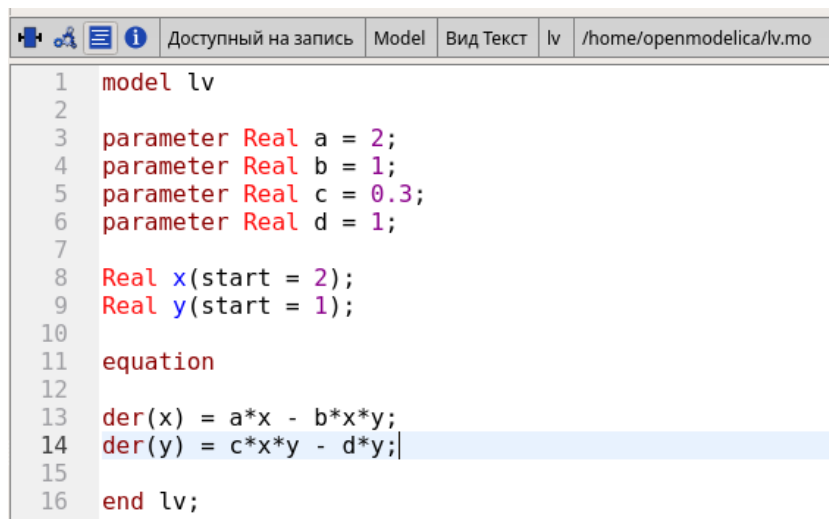


Рис. 3.10: Ввод функции блока Modelica для модели

Результаты моделирования совпадают с рис. [~ 3.6] и рис. [~ 3.7].

### 3.4 Реализация модели в OpenModelica

Реализуем модель в OpenModelica. Для этого создадим файл модели, пропишем там параметры и начальные условие, а также дифференциальное уравнение(рис. [3.11]).



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

Рис. 3.11: Модель в OpenModelica

Затем укажем параметры моделирование, время также поставим равным 30(рис. [3.12]).

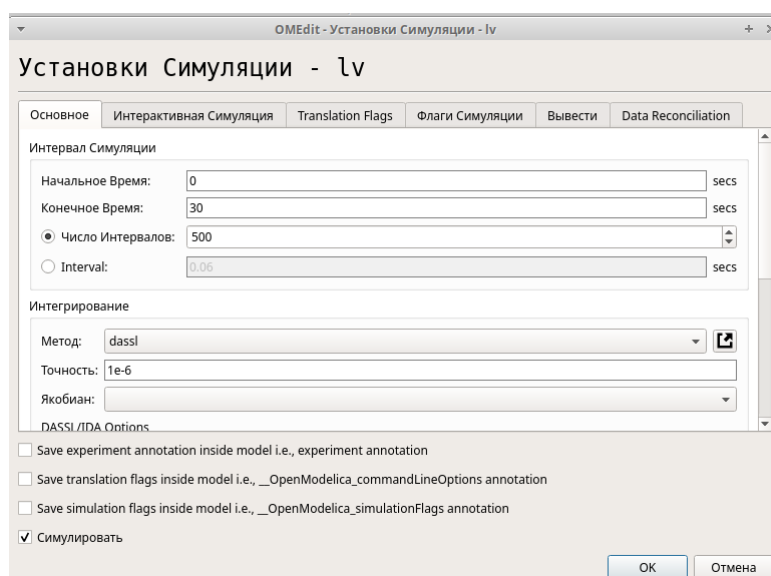


Рис. 3.12: Параметры моделирования в OpenModelica

В результате получим график аналогичный графикам в xcos(рис. [3.13], [~ 3.14]).

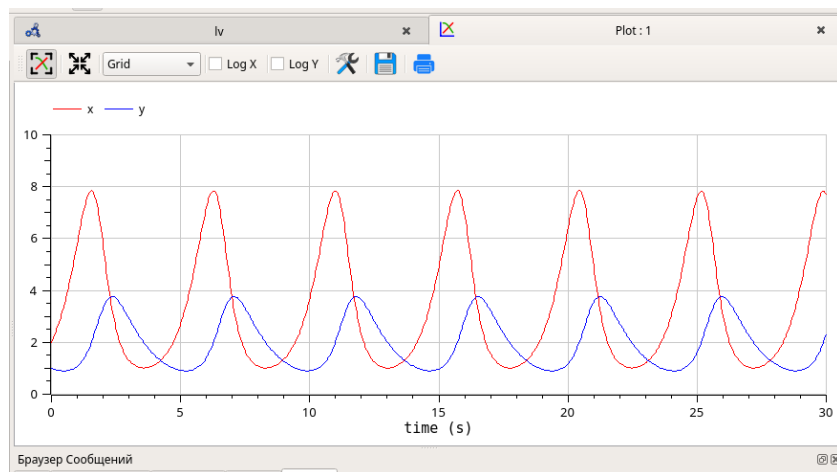


Рис. 3.13: Решение модели хищник жертва при  $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1$ ,  $x(0) = 2, y(9) = 1$ . OpenModelica

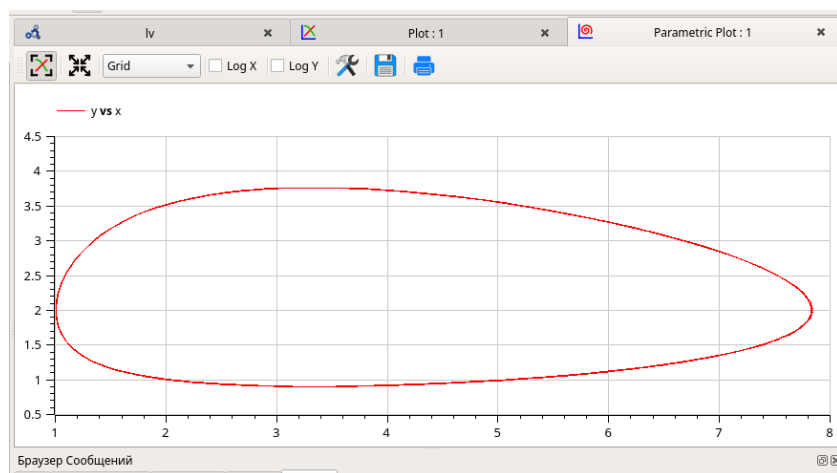


Рис. 3.14: Фазовый портрет модели хищник жертва при  $a = 2, b = 1, c = 0.3$ ,  $d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$ . OpenModelica

## 4 Выводы

В результате выполнения работы была исследована модель хищник-жертва при помощи xcos и OpenModelica.