

Лабораторная работа № 6

Модель хищник–жертва

Городянский Федор Николаевич

Содержание

Цель работы	4
Задание	5
Выполнение лабораторной работы	6
Математическая модель	6
Реализация модели в xcoss	6
Реализация модели с помощью блока Modelica в xcoss	11
Реализация модели в OpenModelica	14
Выводы	18

Список иллюстраций

0.1	Задать переменные окружения в xcos	7
0.2	Модель хищник-жертва в xcos	7
0.3	Задать начальное значение в блоке интегрирования для x	8
0.4	Задать начальное значение в блоке интегрирования для y	9
0.5	Задать конечное время интегрирования в xcos	9
0.6	Решение модели хищник жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$	10
0.7	Фазовый портрет модели хищник жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$	11
0.8	Модель хищник-жертва в xcos с применением блока Modelica	12
0.9	Ввод значений входных параметров блока Modelica для модели	13
0.10	Ввод функции блока Modelica для модели	14
0.11	Модель в OpenModelica	15
0.12	Параметры моделирования в OpenModelica	16
0.13	Решение модели хищник жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$. OpenModelica	16
0.14	Фазовый портрет модели хищник жертва при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(9) = 1$. OpenModelica	17

Цель работы

Исследование модели хищник–жертва с помощью xcos и OpenModelica.

Задание

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

Выполнение лабораторной работы

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).

Реализация модели в xcos

Зафиксируем начальные параметры в меню *Моделирование, Задать переменные окружения*, а затем построим модель при помощи блоков моделирования(рис. [-@fig:001], [-@fig:002]).

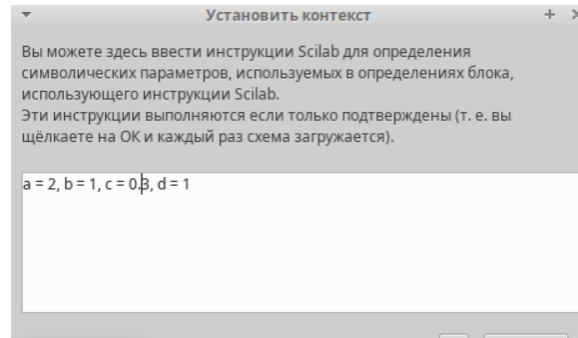


Рис. 0.1: Задать переменные окружения в xcos

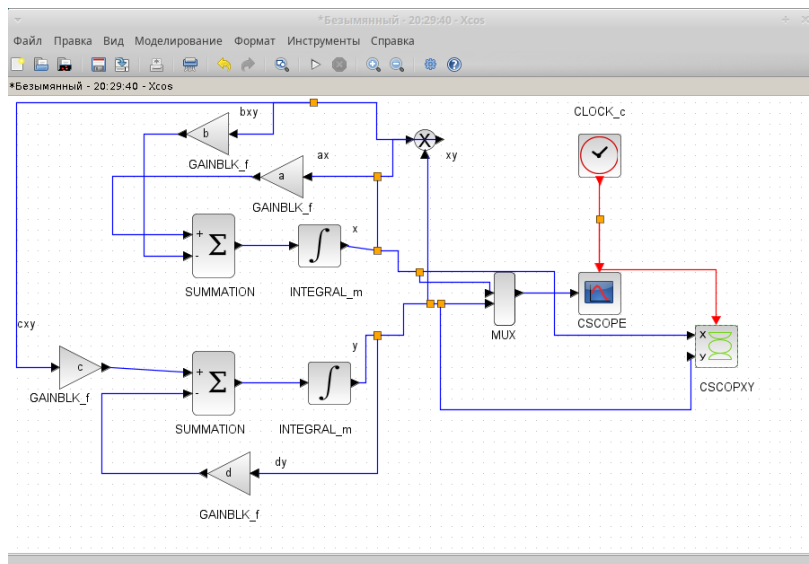


Рис. 0.2: Модель хищник-жертва в xcos

Для реализации модели (6.1) в дополнение к блокам $CLOCK_c$, $CSCOPE$, $TEXT_f$, MUX , $INTEGRAL_m$, $GAINBLK_f$, $PROD_f$ 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. [-@fig:003], [-@fig:004]).

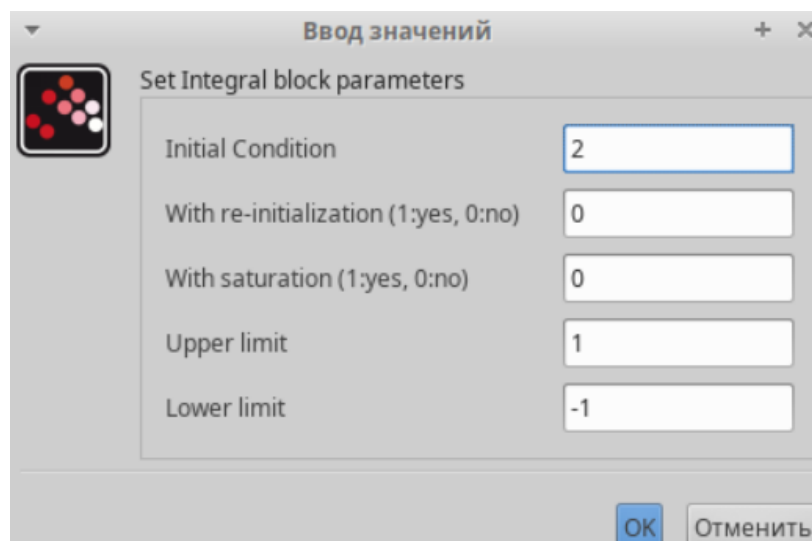


Рис. 0.3: Задать начальное значение в блоке интегрирования для x

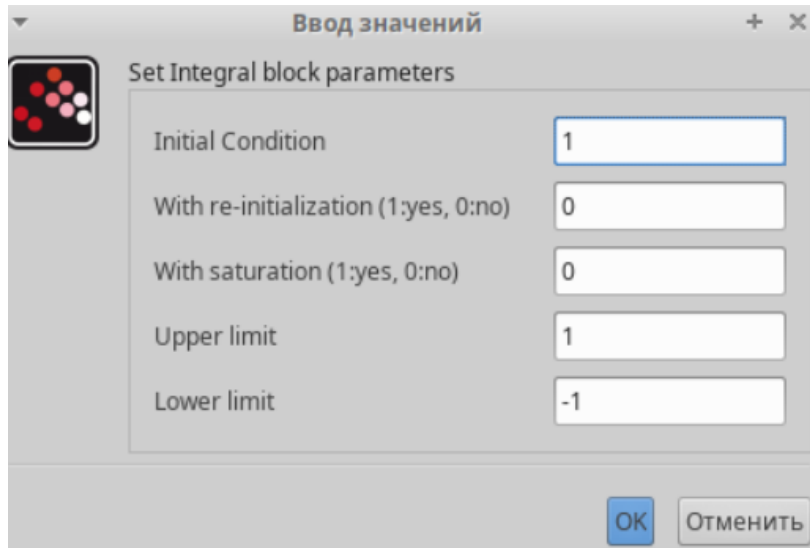


Рис. 0.4: Задать начальное значение в блоке интегрирования для y

Также зададим время интегрирования равное 30 (рис. [-@fig:005]).

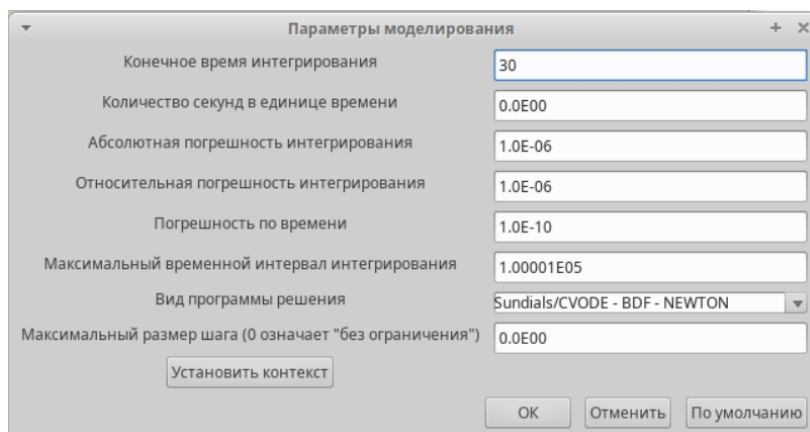


Рис. 0.5: Задать конечное время интегрирования в x_{cos}

В результате получим решение системы хищник-жертва и фазовый

портрет(рис. [-@fig:006], [-@fig:007]).

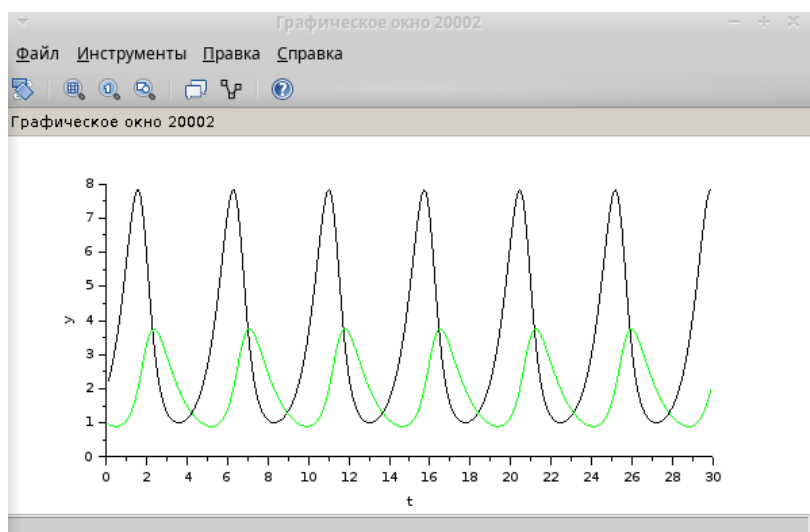


Рис. 0.6: Решение модели хищник жертва при $a = 2$, $b = 1$, $c = 0.3$,
 $d = 1$, $x(0) = 2$, $y(9) = 1$

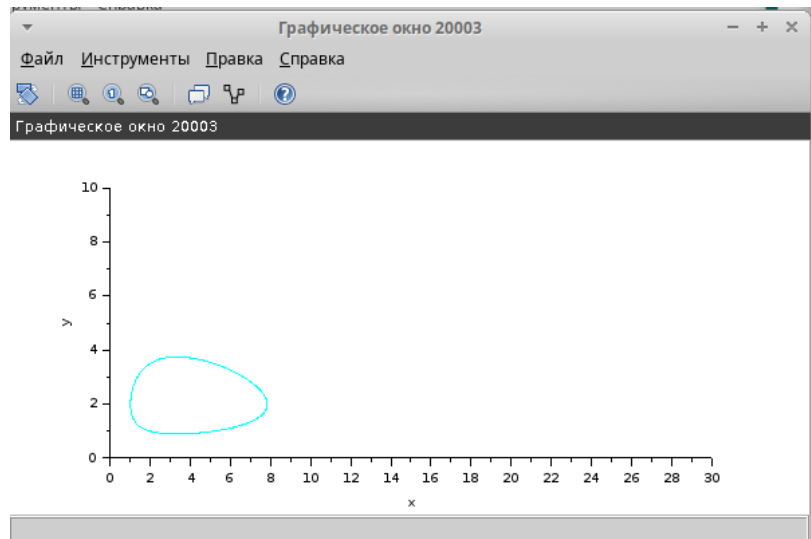


Рис. 0.7: Фазовый портрет модели хищник жертва при $a = 2$, $b = 1$, $c = 0.3$, $d = 1$, $x(0) = 2$, $y(9) = 1$

Реализация модели с помощью блока Modelica в xcoss

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. [-@fig:008]).

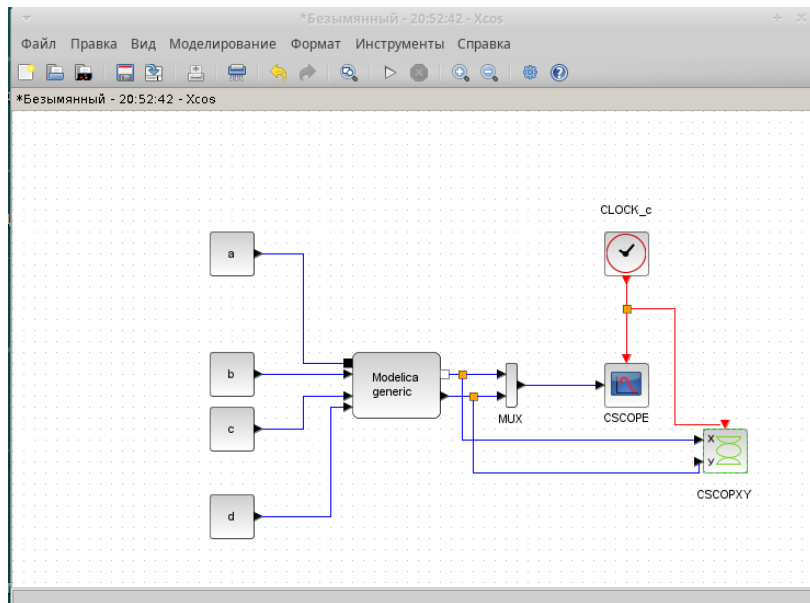


Рис. 0.8: Модель хищник-жертва в xcos с применением блока Modelica

Задаём значения переменных β и ν . Параметры блока Modelica переменные на входе (“a”, “b”, “c”, “d”) и выходе (“x”, “y”) блока заданы как внешние (“E”). Затем прописываем дифференциальное уравнение (рис. [-@fig:009], [-@fig:010]).

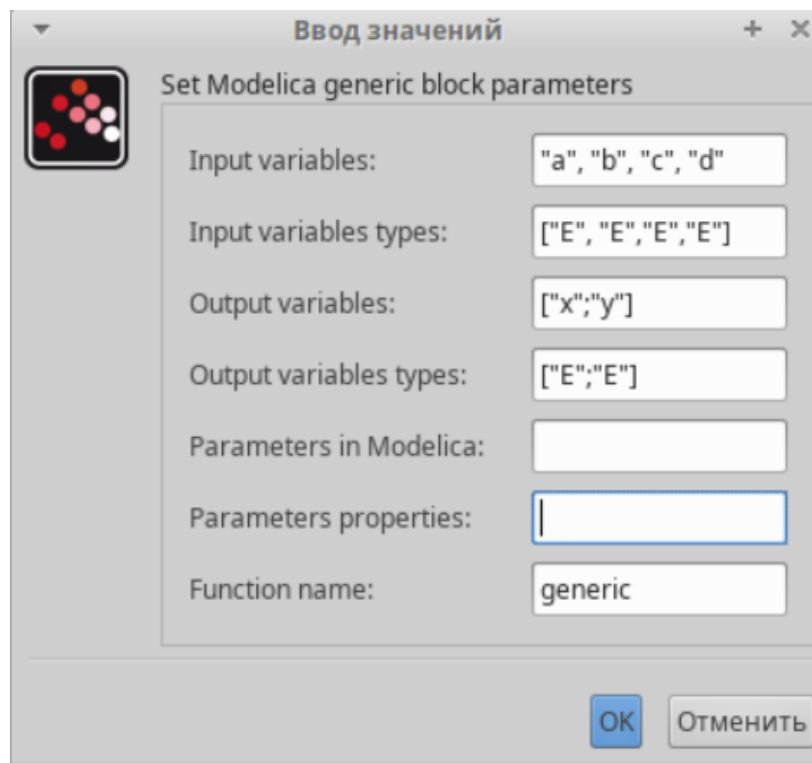


Рис. 0.9: Ввод значений входных параметров блока Modelica для модели

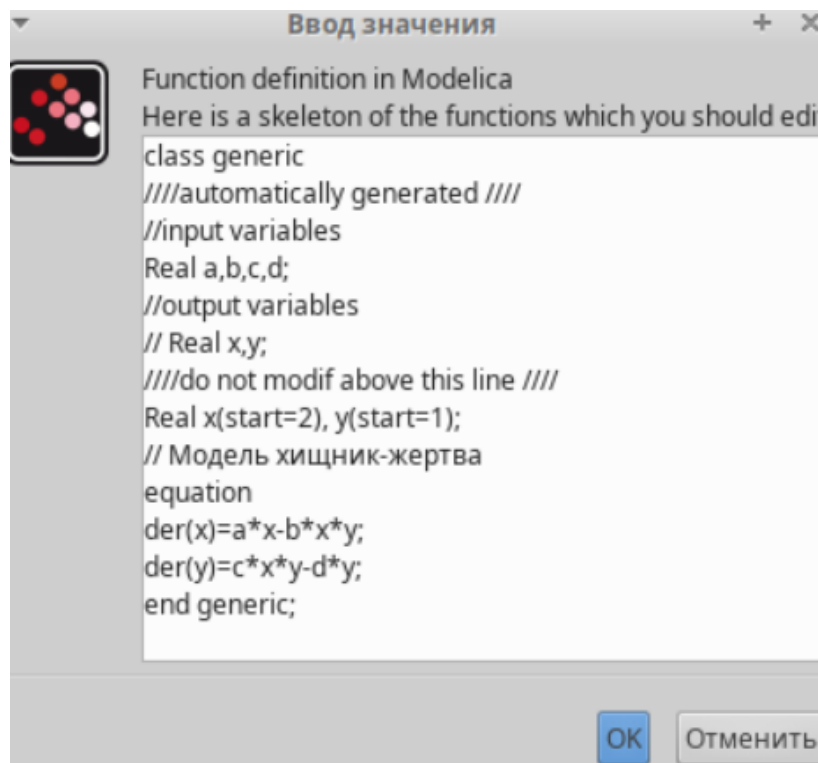
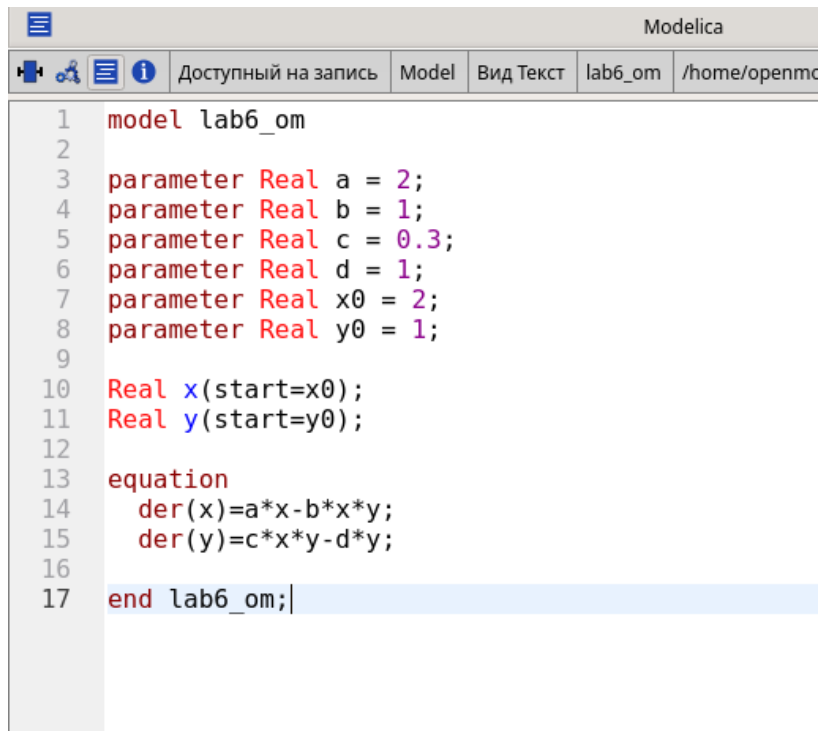


Рис. 0.10: Ввод функции блока Modelica для модели

Результаты моделирования совпадают с рис. [~@fig:006] и рис. [~@fig:007].

Реализация модели в OpenModelica

Реализуем модель в OpenModelica. Для этого создадим файл модели, пропишем там параметры и начальные условия, а также дифференциальное уравнение(рис. [-@fig:011]).

The image shows a screenshot of the OpenModelica software interface. The title bar at the top reads 'Modelica'. Below it is a menu bar with icons for file operations and a menu labeled 'Доступный на запись' (Available for writing). The main window displays a text editor with the following code:

```
1 model lab6_om
2
3 parameter Real a = 2;
4 parameter Real b = 1;
5 parameter Real c = 0.3;
6 parameter Real d = 1;
7 parameter Real x0 = 2;
8 parameter Real y0 = 1;
9
10 Real x(start=x0);
11 Real y(start=y0);
12
13 equation
14   der(x)=a*x-b*x*y;
15   der(y)=c*x*y-d*y;
16
17 end lab6_om;
```

Рис. 0.11: Модель в OpenModelica

Затем укажем параметры моделирование, время также поставим равным 30(рис. [-@fig:012]).

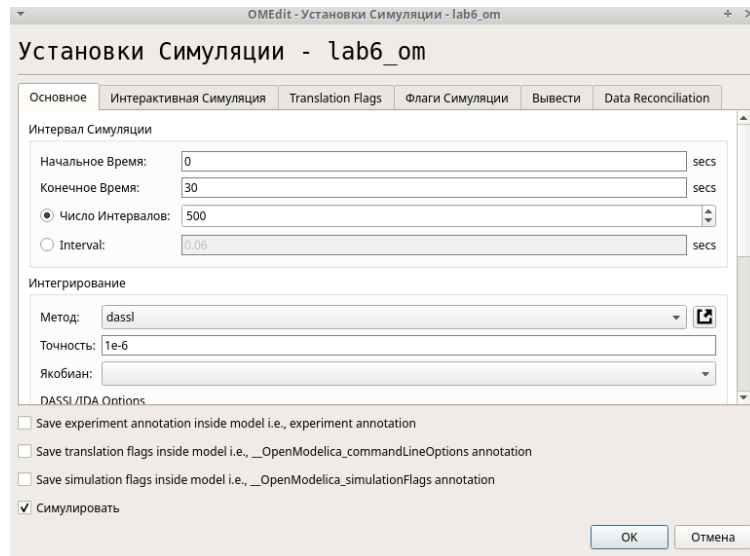


Рис. 0.12: Параметры моделирования в OpenModelica

В результате получим график аналогичный графикам в xcos(рис. [-@fig:013], [-@fig:014]).

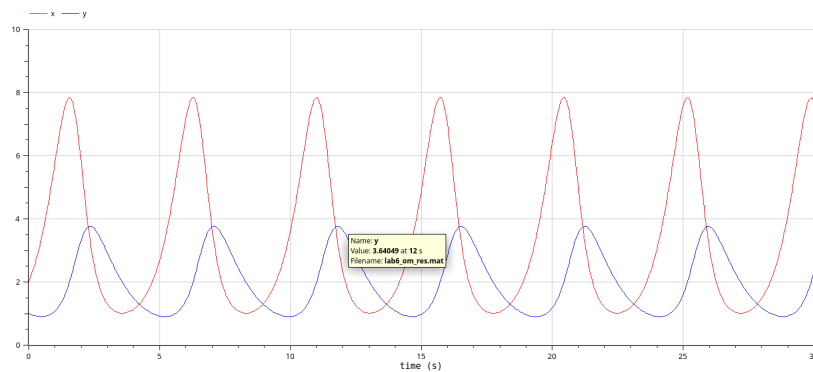


Рис. 0.13: Решение модели хищник жертва при $a = 2$, $b = 1$, $c = 0.3$, $d = 1$, $x(0) = 2$, $y(9) = 1$. OpenModelica

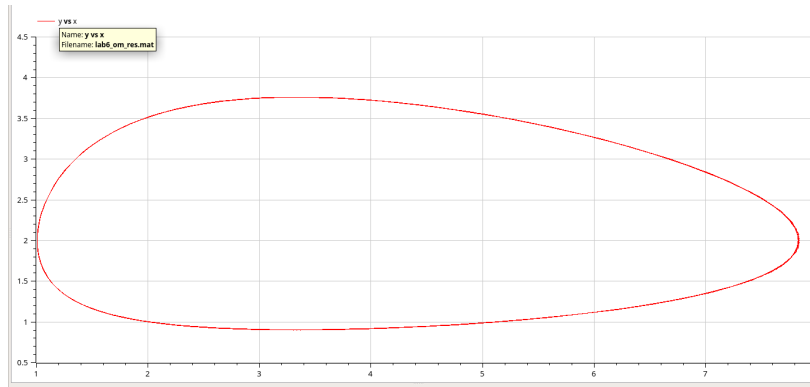


Рис. 0.14: Фазовый портрет модели хищник жертва при $a = 2$, $b = 1$, $c = 0.3$, $d = 1$, $x(0) = 2$, $y(9) = 1$. OpenModelica

Выводы

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