

Лабораторная работа 6

Модель «хищник–жертва»

Герра Гарсия Паола Валентина

Содержание

Цель работы	1
Задание.....	1
Выполнение лабораторной работы	1
Реализация модели в xcos.....	2
Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos	4
Упражнение	7
Выводы.....	8

Цель работы

Реализовать модель “хищник-жертва” в xcos.

Задание

1. Реализовать модель “хищник-жертва” в xcos;
2. Реализовать модель “хищник-жертва” с помощью блока Modelica в xcos;
3. Реализовать модель “хищник-жертва” в OpenModelica

Выполнение лабораторной работы

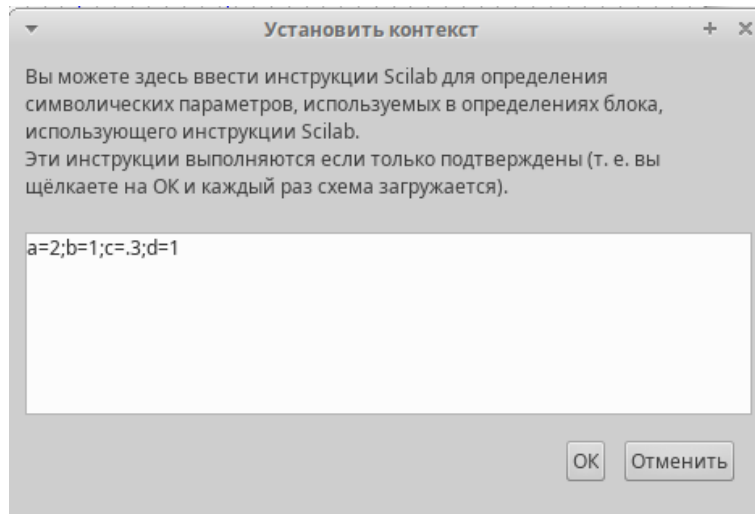
Модель «хищник–жертва» (модель Лотки — Вольтерры) представляет собой модель межвидовой конкуренции. В математической форме модель имеет вид:

$$\begin{cases} \dot{x} = ax - bxy \\ \dot{y} = cxy - dy, \end{cases}$$

где x — количество жертв; y — количество хищников; a, b, c, d — коэффициенты, отражающие взаимодействия между видами: a — коэффициент рождаемости жертв; b — коэффициент убыли жертв; c — коэффициент рождения хищников; d — коэффициент убыли хищников.

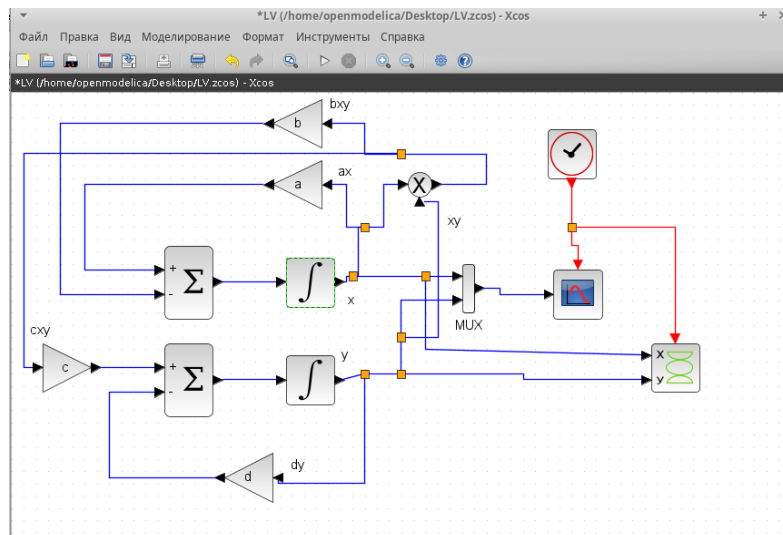
Реализация модели в xcos

Зафиксируем начальные данные: $a = 2$, $b = 1$, $c = 0.3$, $d = 1$, $x(0) = 2$, $y(0) = 1$. В меню Моделирование, Задать переменные окружения зададим значения коэффициентов a , b , c , d (рис. [-@fig:001]).



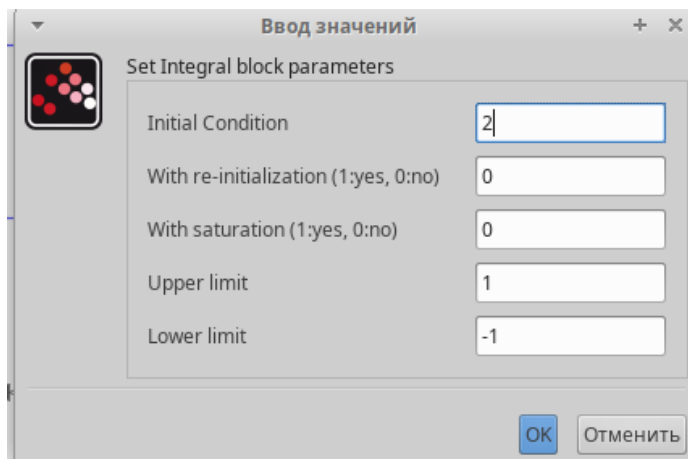
Задание переменных окружения в xcos для модели

Для реализации модели «хищник-жертва» в дополнение к блокам CLOCK_c, CSCOPPE, TEXT_f, MUX, INTEGRAL_m, GAINBLK_f, SUMMATION, PROD_f потребуется блок CSCOPXY – регистрирующее устройство для построения фазового портрета. Готовая модель «хищник-жертва» представлена на рис. [-@fig:002].

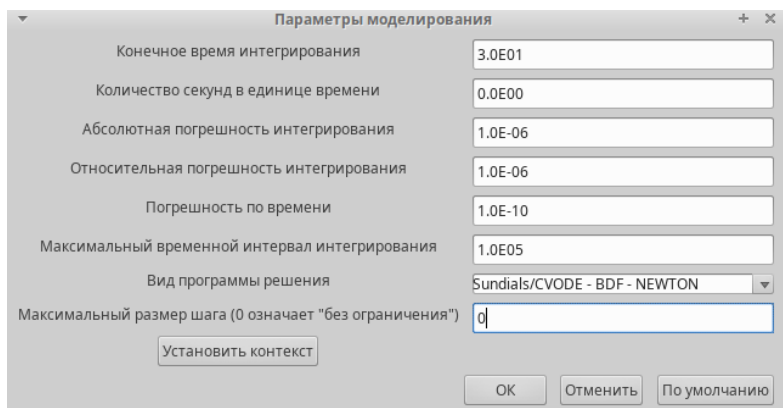


Модель «хищник-жертва» в xcos

В параметрах блоков интегрирования необходимо задать начальные значения $x(0) = 2$, $y(0) = 1$ (рис. [-@fig:003], [-@fig:004]).



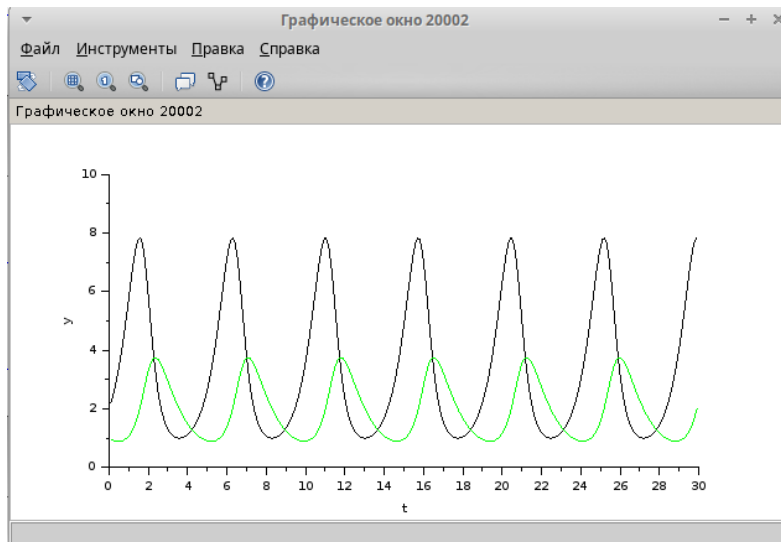
Задание начальных значений в блоках интегрирования



Задание параметров моделирования

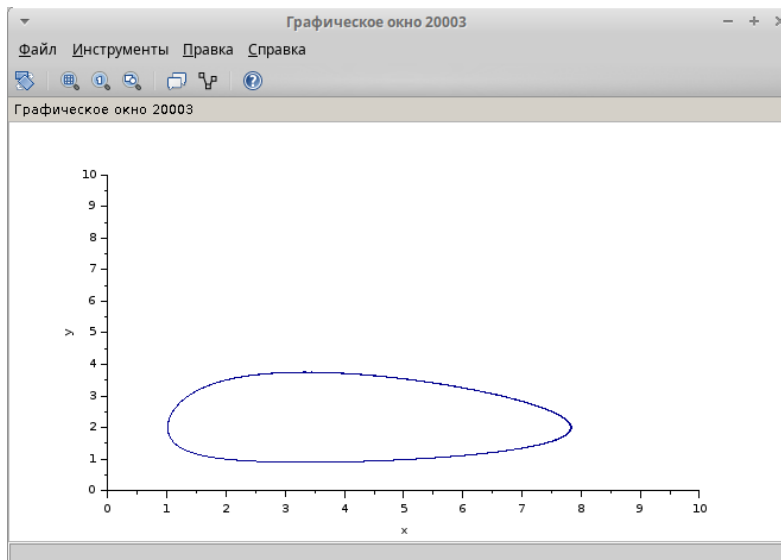
В меню Моделирование, Установка необходимо задать конечное время интегрирования, равным времени моделирования: 30.

Результат моделирования представлен на рис. [-@fig:005]. Черной линией обозначен график $x(t)$ (динамика численности жертв), зеленая линия определяет $y(t)$ — динамику численности хищников



Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки-Вольтерры при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(0) = 1$

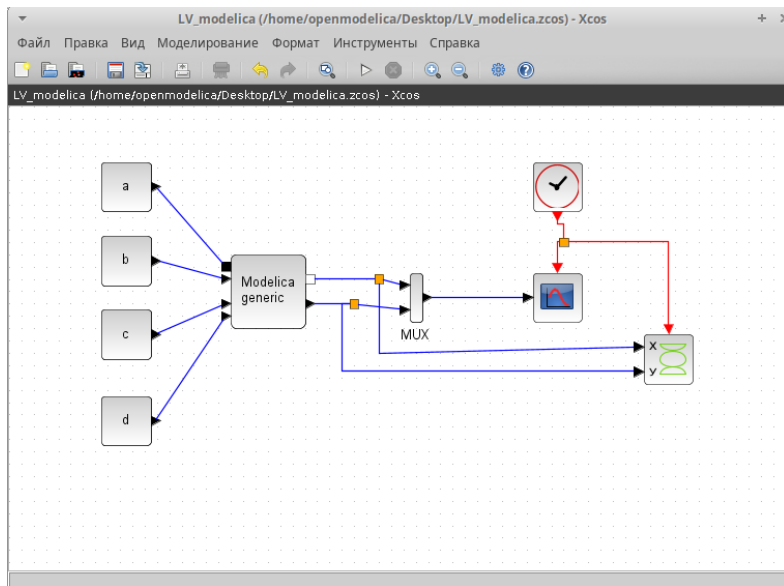
На рис. [-@fig:006] приведён фазовый портрет модели Лотки-Вольтерры.



Фазовый портрет модели Лотки-Вольтерры при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(0) = 1$

Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos

Для реализации модели с помощью языка Modelica потребуются следующие блоки xcos: CLOCK_c, CSCOPC, CSCOPXY, TEXT_f, MUX, CONST_m и MBLOCK (Modelica generic). Как и ранее, задаём значения коэффициентов a, b, c, d (см. рис. [-@fig:001]). Готовая модель «хищник–жертва» представлена на рис. [-@fig:007]. Параметры блока Modelica представлены на рис. [-@fig:008], [-@fig:009] Переменные на входе (“a”, “b”, “c”, “d”) и выходе (“x”, “y”) блока заданы как внешние (“E”).



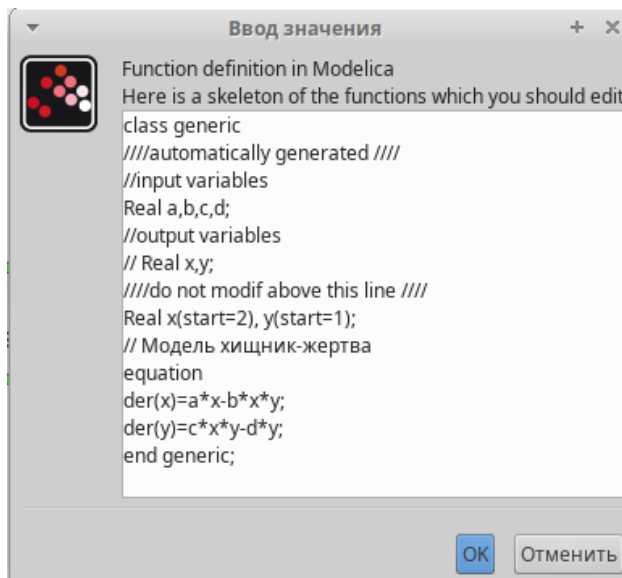
Модель «хищник–жертва» в xcos с применением блока Modelica

The dialog box titled 'Ввод значений' (Enter values) is used to set parameters for the 'Modelica generic' block. It contains the following fields:

- 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: (empty field)
- Parameters properties: (empty field)
- Function name: generic

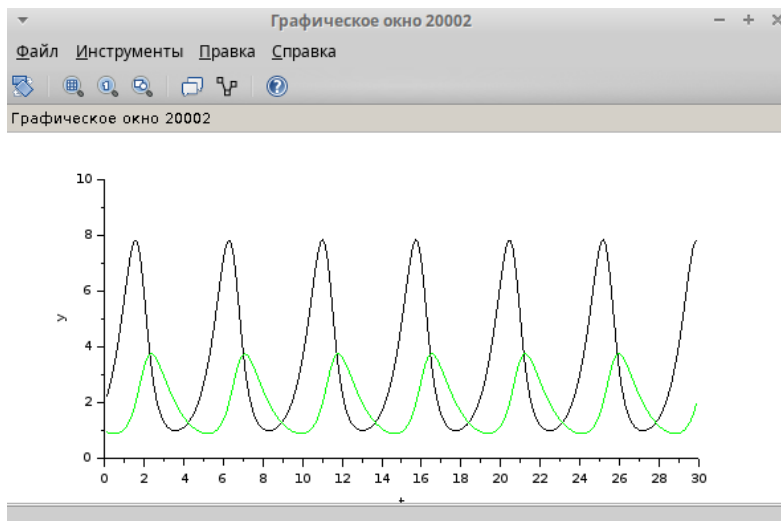
Buttons 'OK' and 'Отменить' (Cancel) are at the bottom.

Параметры блока Modelica для модели “хищник–жертва”

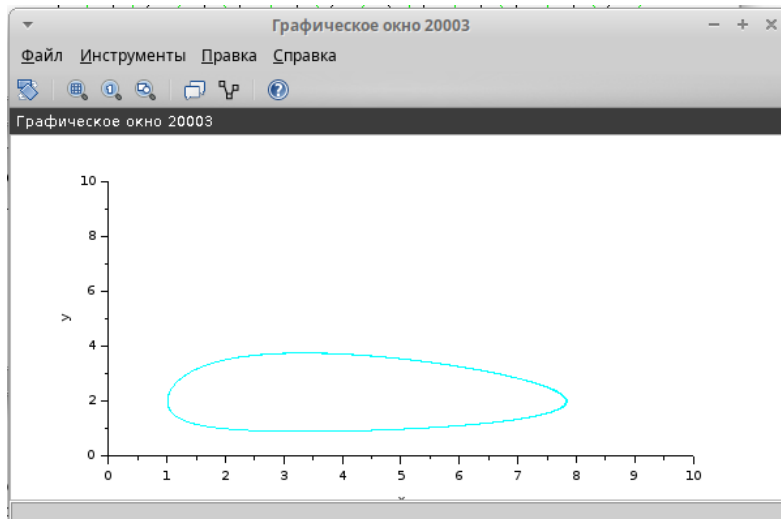


Параметры блока Modelica для модели “хищник–жертва”

В результате моделирования получаем следующие графики (рис. [-@fig:010], [-@fig:011]). Они идентичны построенным без блока Modelica.



Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки-Вольтерры при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(0) = 1$



Фазовый портрет модели Лотки-Вольтерры при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(0) = 1$

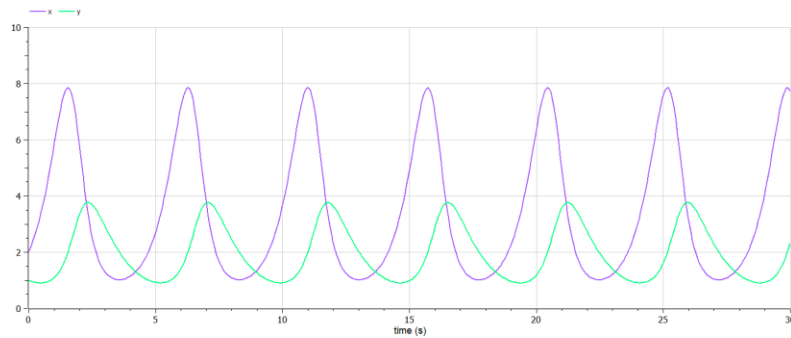
Упражнение

Реализуем модель «хищник – жертва» в OpenModelica. Построим графики изменения численности популяций и фазовый портрет.

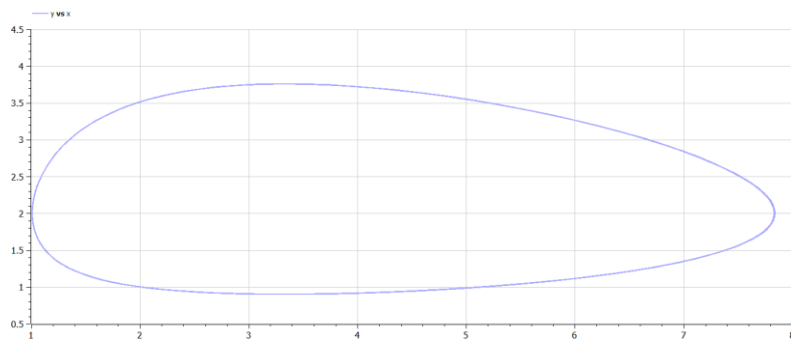
```
parameter Real a = 2;
parameter Real b = 1;
parameter Real c = 0.3;
parameter Real d = 1;
parameter Real x0 = 2;
parameter Real y0 = 1;

Real x(start=x0);
Real y(start=y0);
equation
  der(x) = a*x - b*x*y;
  der(y) = c*x*y - d*y;
```

Выполним симуляцию, поставим конечное время 30с. Получим график изменения численности хищников и жертв (рис. [-@fig:012]), а также фазовый портрет (рис. [-@fig:013]).



Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки-Вольтерры при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(0) = 1$



Фазовый портрет модели Лотки-Вольтерры при $a = 2, b = 1, c = 0.3, d = 1, x(0) = 2, y(0) = 1$

Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной реализована модель “хищник-жертва” в *xcos*.