Лабораторная работа №6

Модель «хищник–жертва»

Ибатулина Дарья Эдуардовна, НФИбд-01-22

Содержание

# 1 Цель работы

Реализовать модель “хищник-жертва” в *xcos*, в *xcos* с использованием блока Modelica, и в *OpenModelica*.

# 2 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.

# 3 Теоретическое введение

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

где — количество жертв; — количество хищников; — коэффициенты, отражающие взаимодействия между видами: — коэффициент рождаемости жертв; — коэффициент убыли жертв; — коэффициент рождения хищников; — коэффициент убыли хищников.

# 4 Выполнение лабораторной работы

## 4.1 Реализация модели в xcos

Зафиксируем начальные данные: . В меню *Моделирование* -> *Задать переменные окружения* зададим значения коэффициентов (рис. [[1](#fig:001)]).

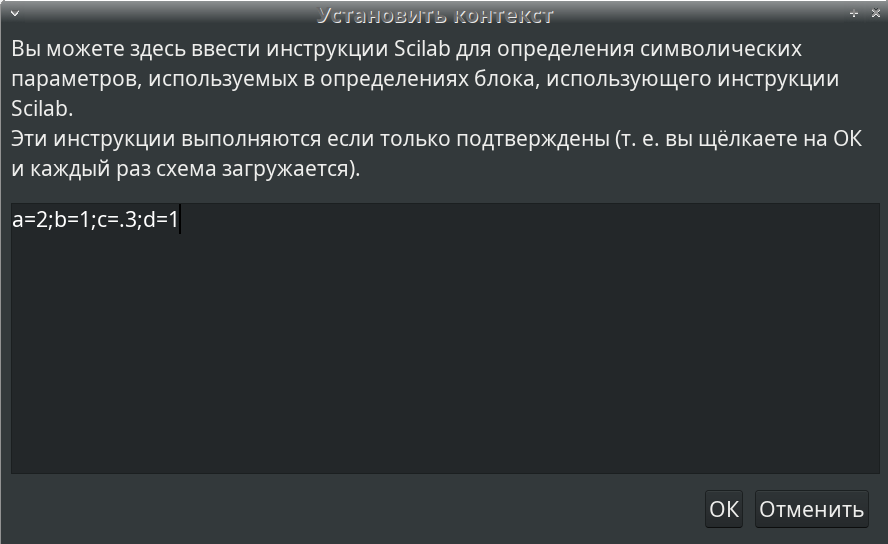


Figure 1: Задание переменных окружения в xcos для модели

Для реализации модели “хищник-жертва” 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. Готовая модель «хищник–жертва» представлена на рис. [[2](#fig:002)].

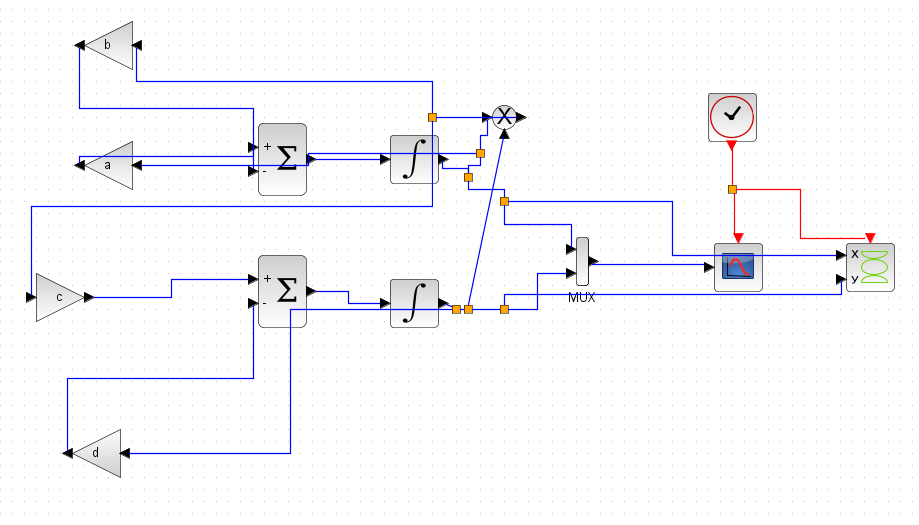


Figure 2: Модель «хищник–жертва» в xcos

В параметрах блоков интегрирования необходимо задать начальные значения (рис. [[3](#fig:003)], [[4](#fig:004)]). В меню *Моделирование* -> *Установка* необходимо задать конечное время интегрирования, равным времени моделирования: 30 (рис. [[5](#fig:005)]).

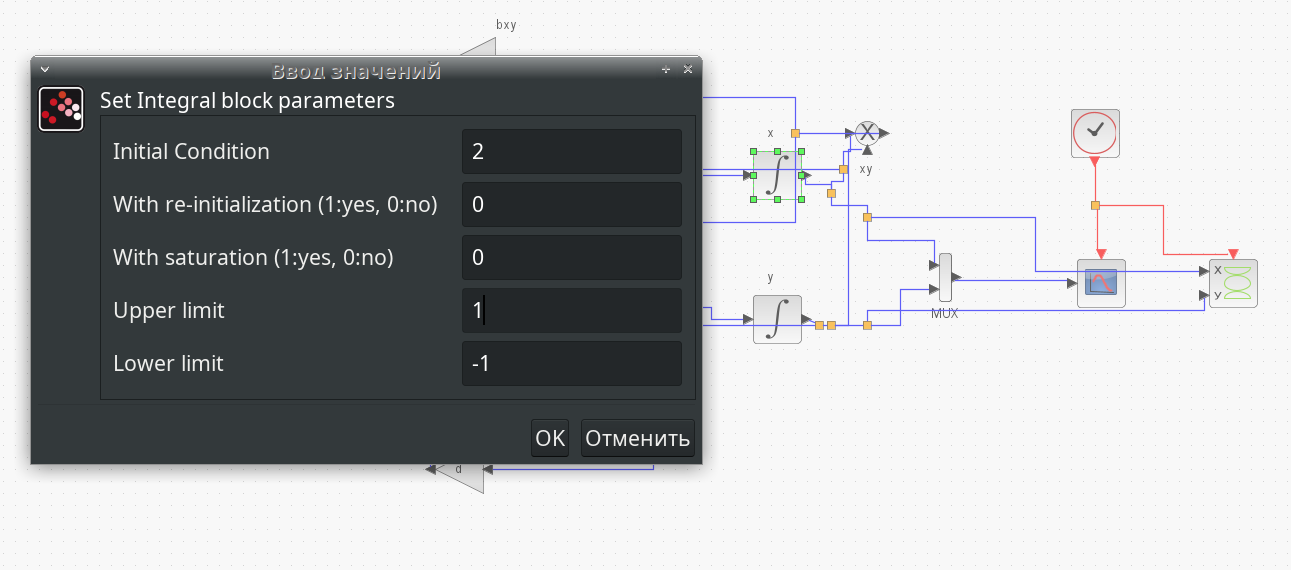


Figure 3: Задание начальных значений в верхнем блоке интегрирования

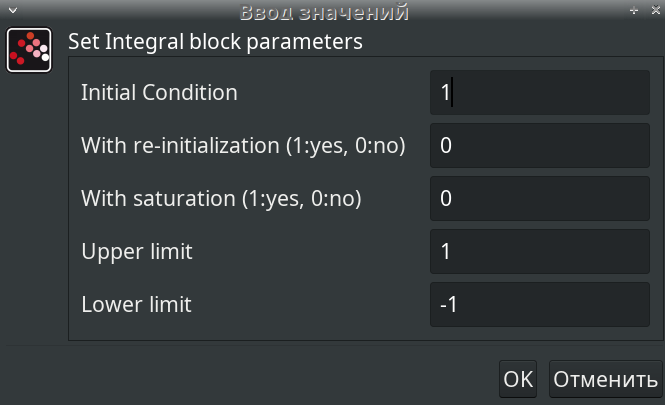


Figure 4: Задание начальных значений в нижнем блоке интегрирования

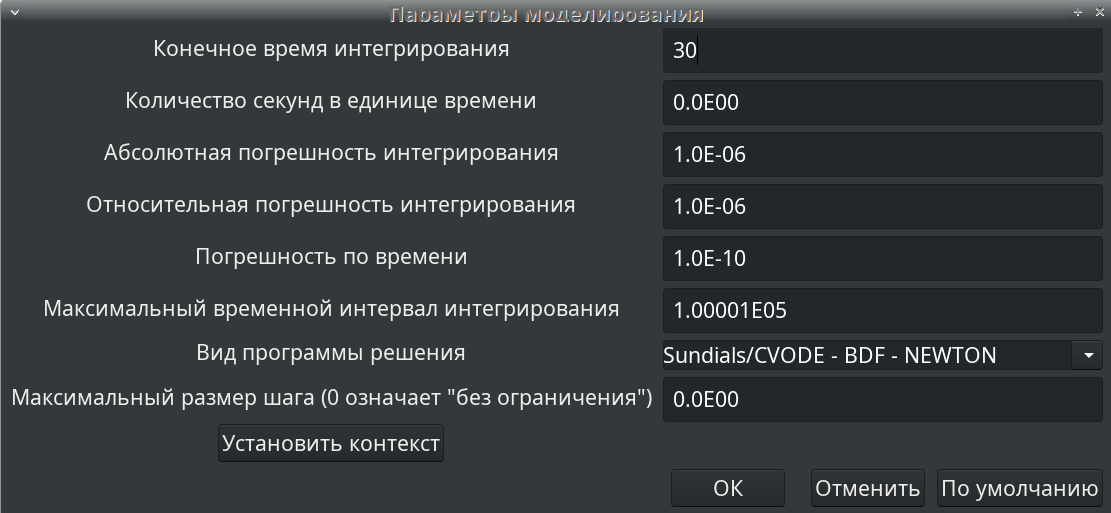


Figure 5: Задание параметров моделирования

Результат моделирования представлен на рис. [[6](#fig:006)]. Черной линией обозначен график (динамика численности жертв), зеленая линия определяет — динамику численности хищников.

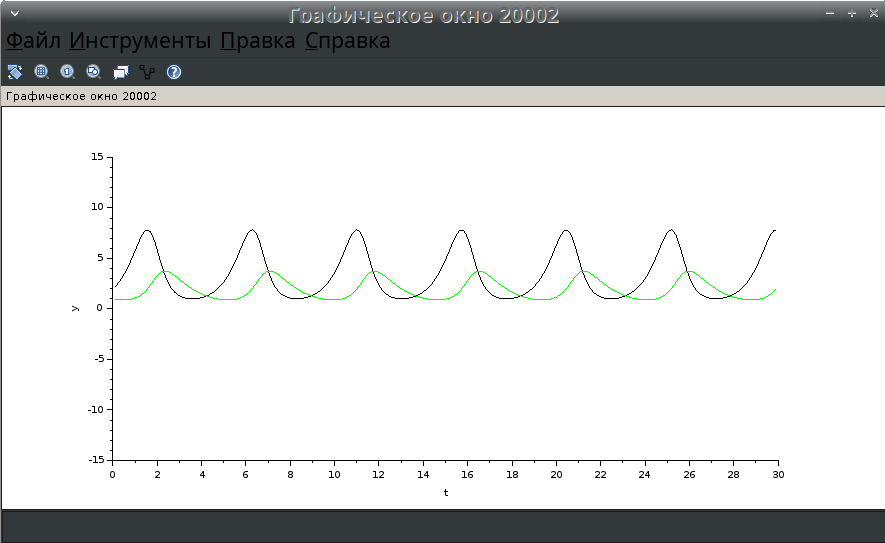


Figure 6: Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки-Вольтерры при

На рис. [[7](#fig:007)] приведён фазовый портрет модели Лотки-Вольтерры.

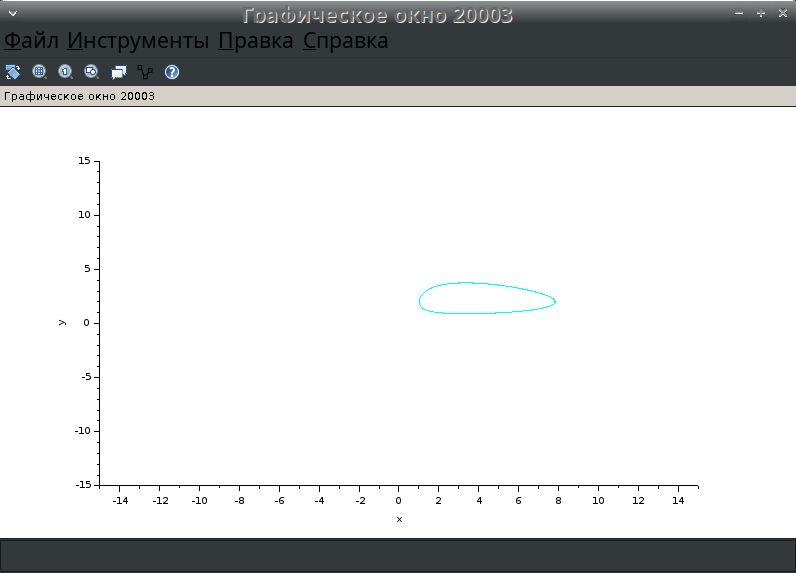


Figure 7: Фазовый портрет модели Лотки-Вольтерры при

## 4.2 Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos

Для реализации модели с помощью языка Modelica потребуются следующие блоки *xcos*: CLOCK\_c, CSCOPE, CSCOPXY, TEXT\_f, MUX, CONST\_m и MBLOCK (Modelica generic). Как и ранее, задаём значения коэффициентов (см. рис. [[1](#fig:001)]).

Готовая модель «хищник–жертва» представлена на рис.[[8](#fig:008)]. Параметры блока Modelica представлены на рис. [[9](#fig:009)], [[10](#fig:010)] Переменные на входе (“a”, “b”, “c”, “d”) и выходе (“x”, “y”) блока заданы как внешние (“E”).

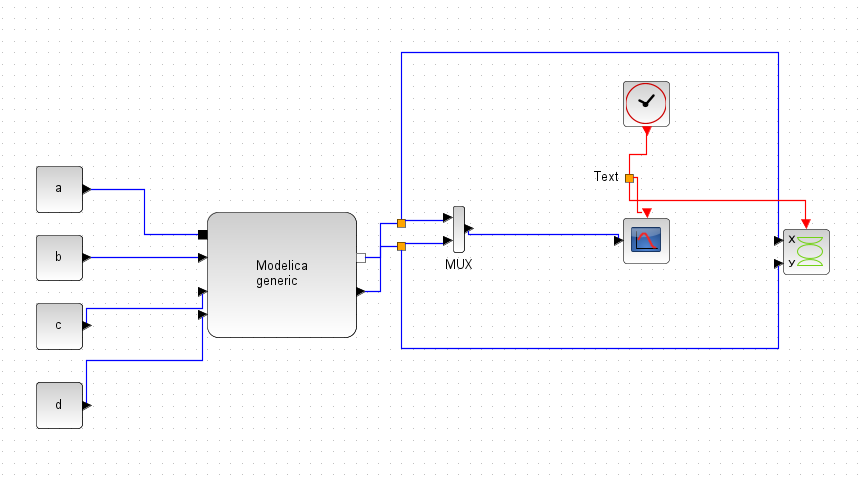


Figure 8: Модель «хищник–жертва» в xcos с применением блока Modelica

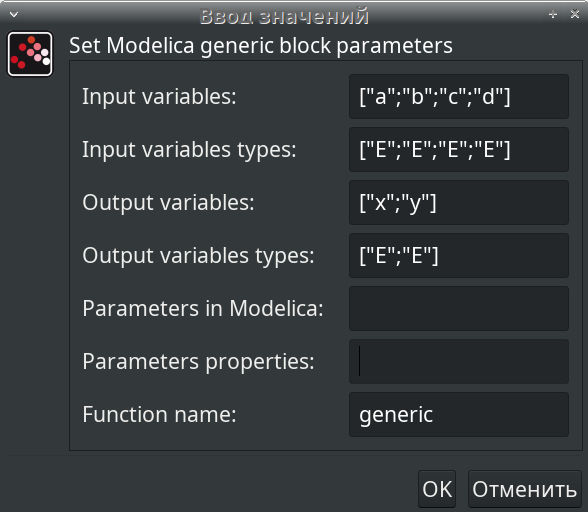


Figure 9: Параметры блока Modelica для модели “хищник–жертва” (1)

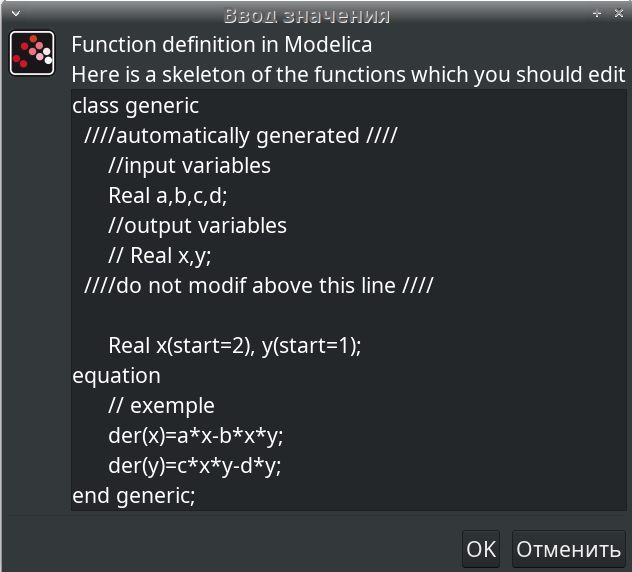


Figure 10: Параметры блока Modelica для модели “хищник–жертва” (2)

В результате моделирования получаем графики, идентичные построенным без блока Modelica(см. рис. [[6](#fig:006)], [[7](#fig:007)]).

## 4.3 Упражнение

Реализуем модель «хищник – жертва» в OpenModelica. Построим графики изменения численности популяций и фазовый портрет. За построение отвечает код (рис. [[11](#fig:011)]).

model lab6  
 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;  
end lab6;

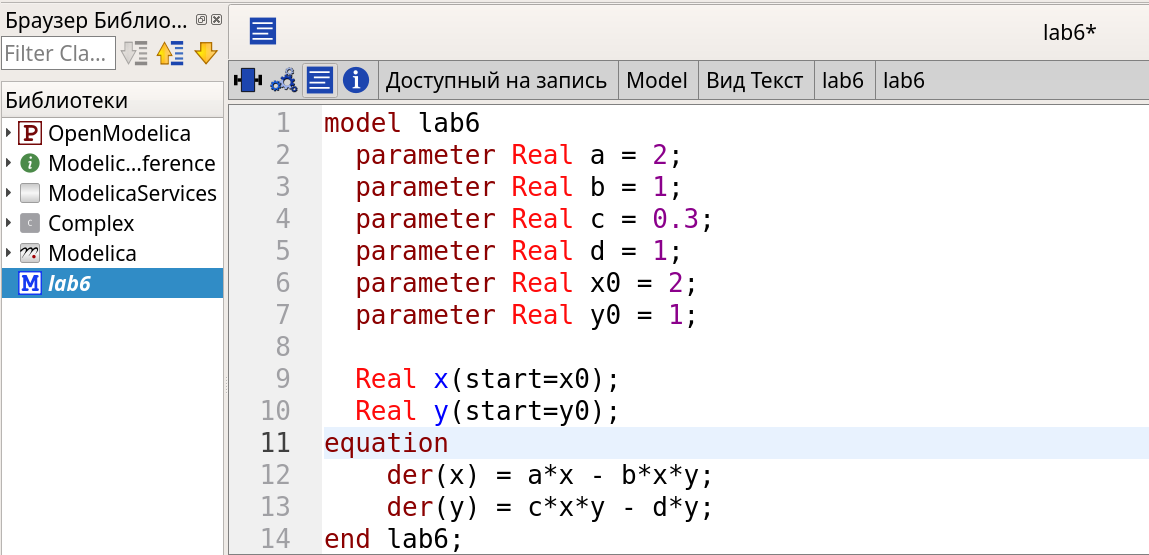


Figure 11: Код в OpenModelica

Выполним симуляцию, поставим конечное время 30с (рис. [[12](#fig:012)]). Получим график изменения численности хищников и жертв (рис. [[13](#fig:013)]), а также фазовый портрет (рис. [[14](#fig:014)]).

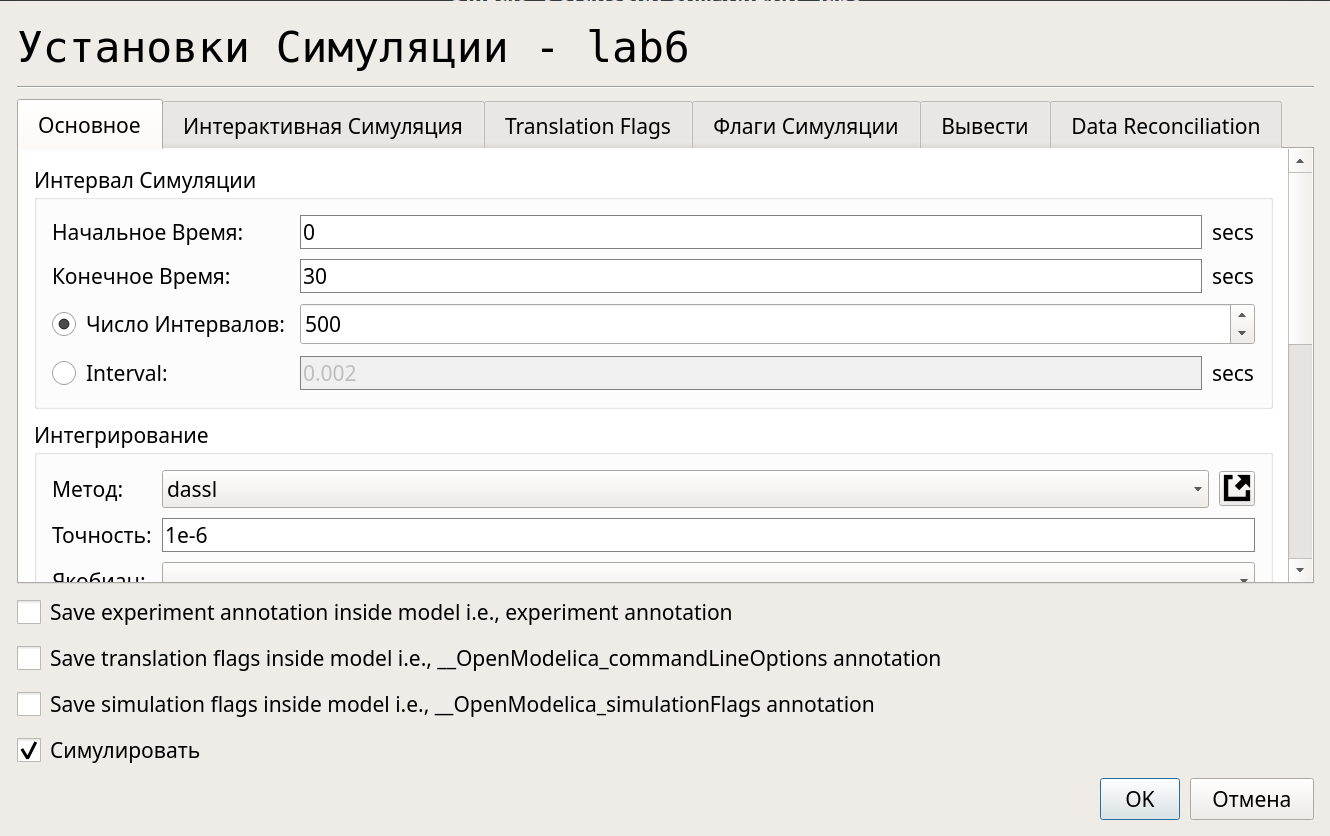


Figure 12: Задание параметров моделирования

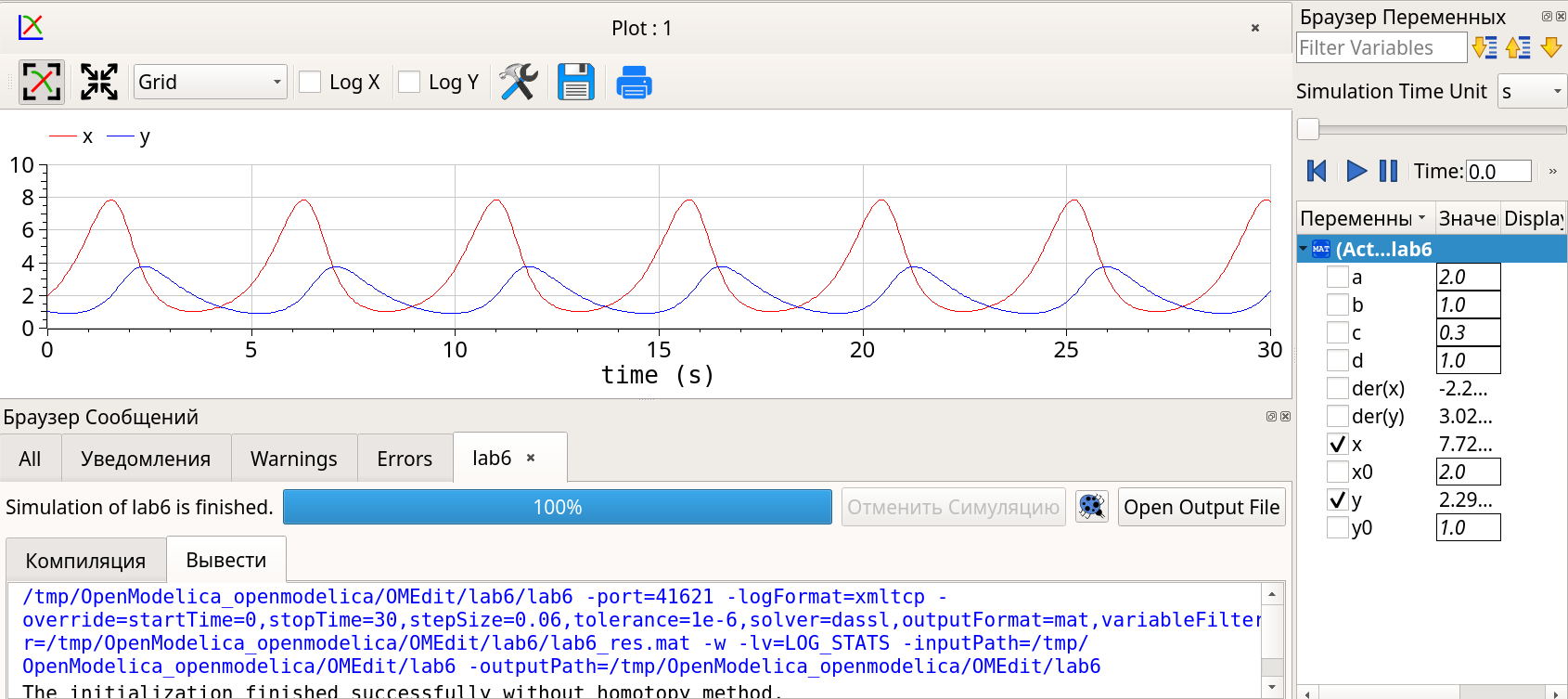


Figure 13: Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки-Вольтерры при

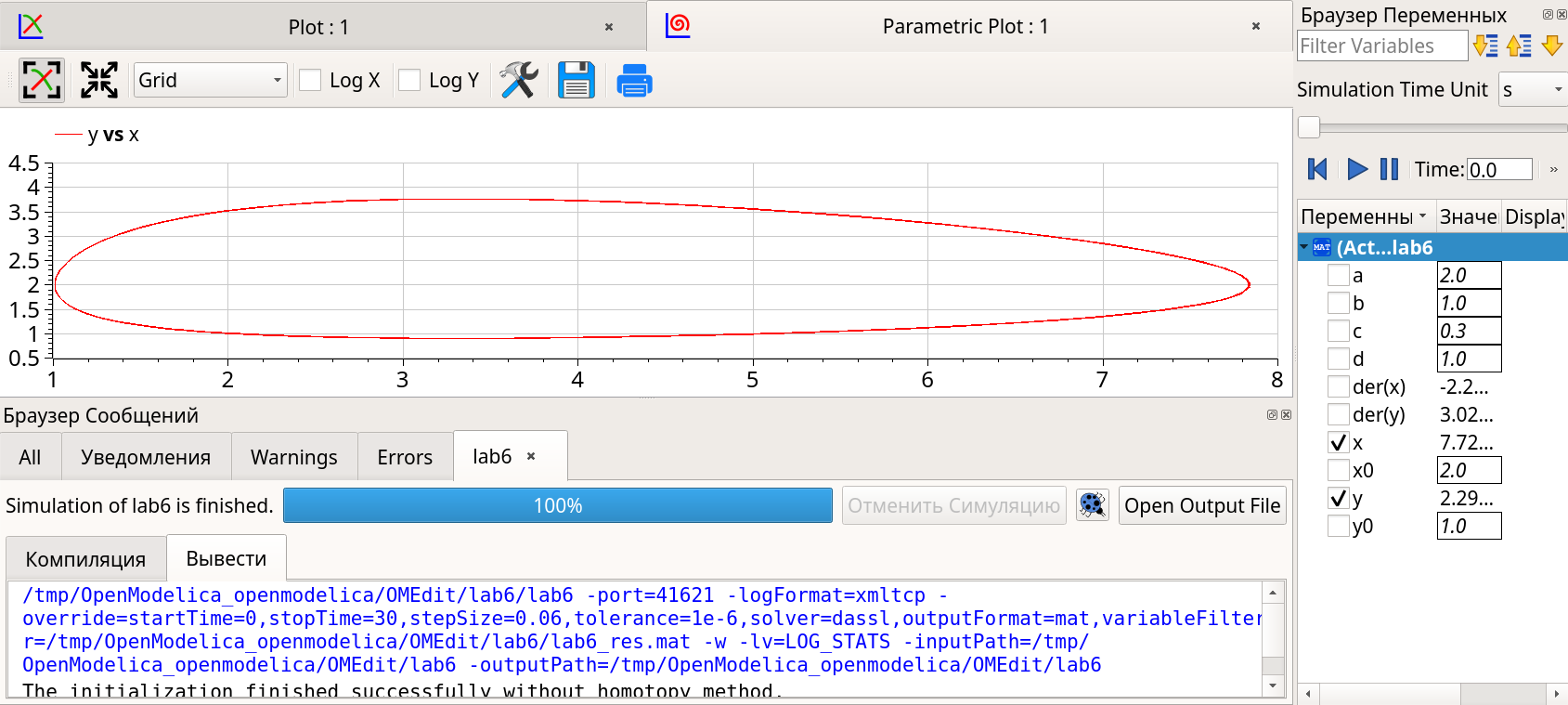


Figure 14: Фазовый портрет модели Лотки-Вольтерры при

# 5 Выводы по графикам

1. **Колебания численности**
   * Численность жертв (зелёная линия) колеблется с определённой периодичностью: при увеличении популяции жертв численность хищников возрастает с некоторым запаздыванием.
   * Когда численность хищников становится высокой, они “выедают” жертв, из-за чего численность последних падает, а затем и численность хищников тоже снижается из-за нехватки еды.
2. **Затухающие колебания (возможно)**  
   Если амплитуда колебаний со временем уменьшается, это может указывать на стремление системы к устойчивому состоянию — возможно, к некоторому стационарному значению численности обоих видов.
3. **Периодичность и устойчивость**  
   Если амплитуда сохраняется, мы наблюдаем устойчивый цикл — численность хищников и жертв будет бесконечно колебаться вокруг равновесной точки.
4. **Влияние параметров**  
   Параметры модели определяют поведение системы:
   * ( a ) — скорость размножения жертв.
   * ( b ) — интенсивность хищничества.
   * ( c ) — скорость размножения хищников за счёт поедания жертв.
   * ( d ) — естественная смертность хищников.

* Например:
  + Увеличение ( b ) приведёт к более быстрому сокращению популяции жертв при росте хищников.
  + Увеличение ( d ) ускорит вымирание хищников при нехватке пищи.

Что касается фазового портрета, он показывает замкнутые траектории — это типично для системы Лотки-Вольтерры. Такая картина иллюстрирует циклическое поведение: система возвращается в исходное состояние со временем.

# 6 Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной реализована модель “хищник-жертва” в *xcos*, в *xcos* с использованием блока Modelica, и в *OpenModelica*.

# Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Руководство к лабораторной работе №6. Моделирование информационных процессов. Модель «хищник–жертва» - 2025. — 5 с.