

Лабораторная работа 6

Имитационное моделирование

Оразгелдиев Язгелди

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Выполнение лабораторной работы	7
4	Выводы	16

Список иллюстраций

3.1 Система уравнений	7
3.2 Переменные окружения в xcos для модели	8
3.3 Модель «хищник–жертва» в xcos	8
3.4 Начальные значения в блоках интегрирования X	9
3.5 Начальные значения в блоках интегрирования Y	9
3.6 Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки — Вольтерры в xcos	10
3.7 Фазовый портрет модели Лотки — Вольтерры в xcos	10
3.8 Модель «хищник–жертва» в xcos с применением блока Modelica	11
3.9 Параметры блока Modelica для модели	12
3.10 Параметры блока Modelica для модели	12
3.11 Код в Modelica	13
3.12 Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки — Вольтерры в xcos с применением блока Modelica	13
3.13 Фазовый портрет модели Лотки — Вольтерры в xcos с применением блока Modelica	14
3.14 Скрипт для построения графиков	14
3.15 Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки — Вольтерры в OpenModelica	15
3.16 Фазовый портрет модели Лотки — Вольтерры в OpenModelica	15

Список таблиц

1 Цель работы

Реализовать модель «хищник – жертва» в OpenModelica, с использованием блока Modelica в xcos, в xcos. Построить графики изменения численности популяций и фазовый портрет.

2 Задание

1. Реализовать модель «хищник – жертва» в xcos.
2. Реализовать модель «хищник – жертва» с использованием блока Modelica в xcos.
3. Реализовать модель «хищник – жертва» в OpenModelica.

3 Выполнение лабораторной работы

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

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

Рис. 3.1: Система уравнений

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.

Сначала реализуем модель 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 .

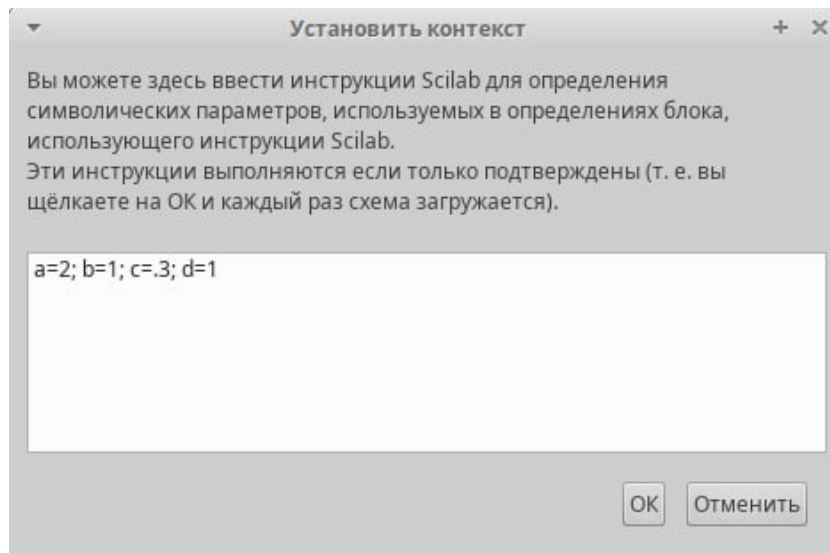


Рис. 3.2: Переменные окружения в xcos для модели

Для реализации модели (6.1) в дополнение к блокам CLOCK_c, CSCCOPE, TEXT_f, MUX, INTEGRAL_m, GAINBLK_f, SUMMATION, PROD_f потребуется блок CSCOPXY — регистрирующее устройство для построения фазового портрета.

Готовая модель «хищник–жертва» представлена ниже

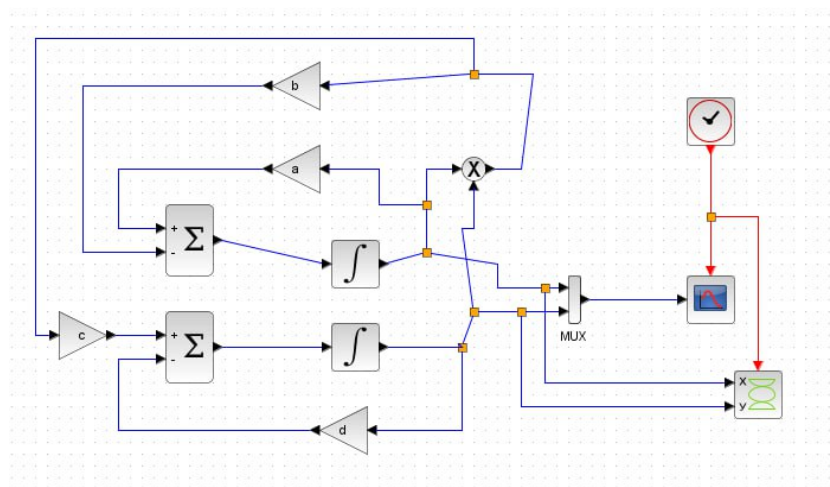


Рис. 3.3: Модель «хищник–жертва» в xcos

В параметрах блоков интегрирования необходимо задать начальные значения $x(0) = 2$, $y(0) = 1$

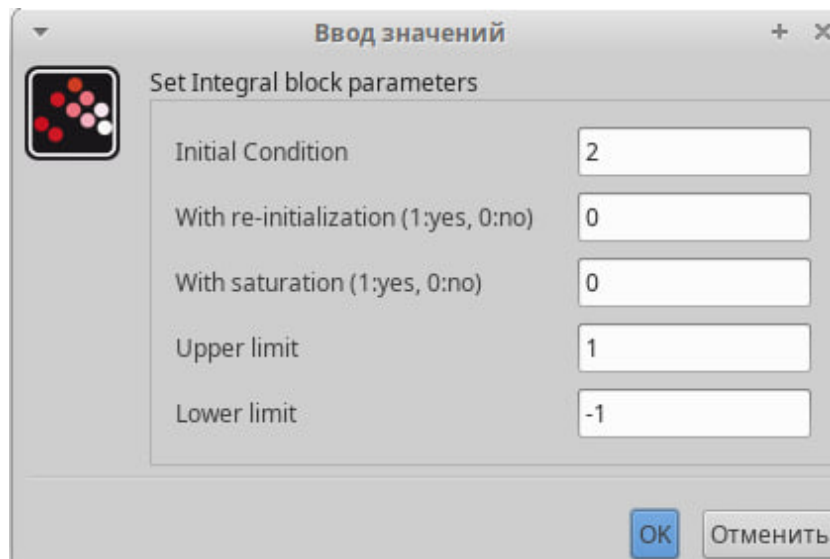


Рис. 3.4: Начальные значения в блоках интегрирования X

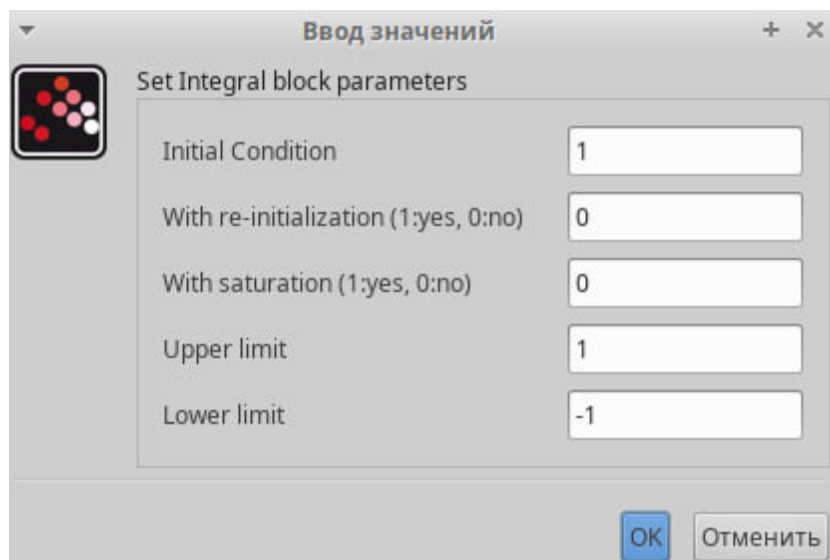


Рис. 3.5: Начальные значения в блоках интегрирования Y

В меню Моделирование, Установка зададим конечное время интегрирования, равным времени моделирования: 30

Результат моделирования представлен ниже. Черная линия - график $x(t)$ (динамика численности жертв), зеленая - $y(t)$ (динамика численности хищников)

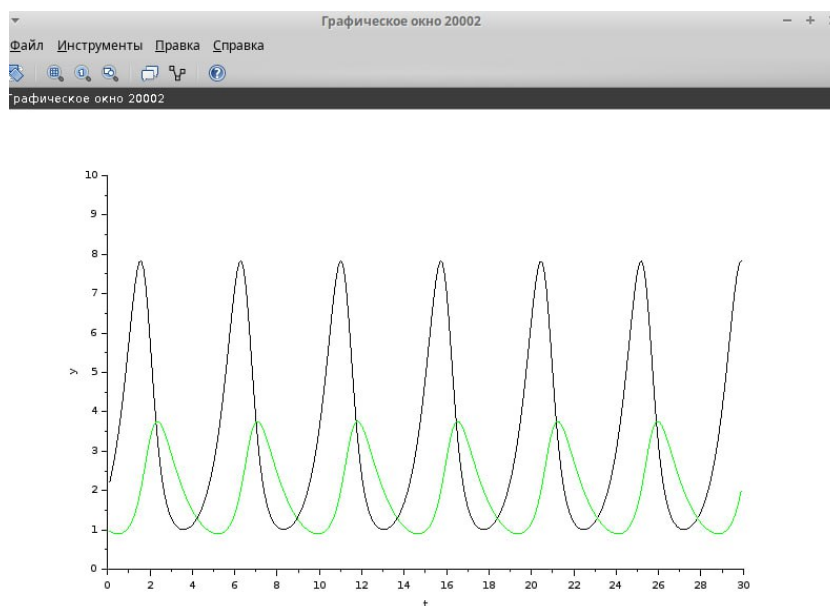


Рис. 3.6: Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки — Вольтерры в xcos

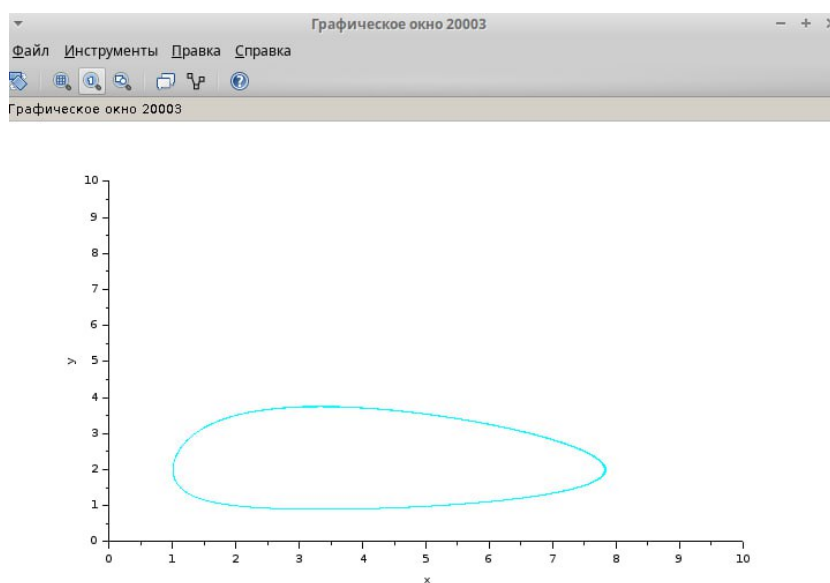


Рис. 3.7: Фазовый портрет модели Лотки — Вольтерры в xcos

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 a , b , c , d . Готовая модель «хищник–жертва» представлена ниже на картинке. Переменные на входе (“ a ”, “ b ”, “ c ”, “ d ”) и выходе (“ x ”, “ y ”) блока заданы как внешние (“ E ”).

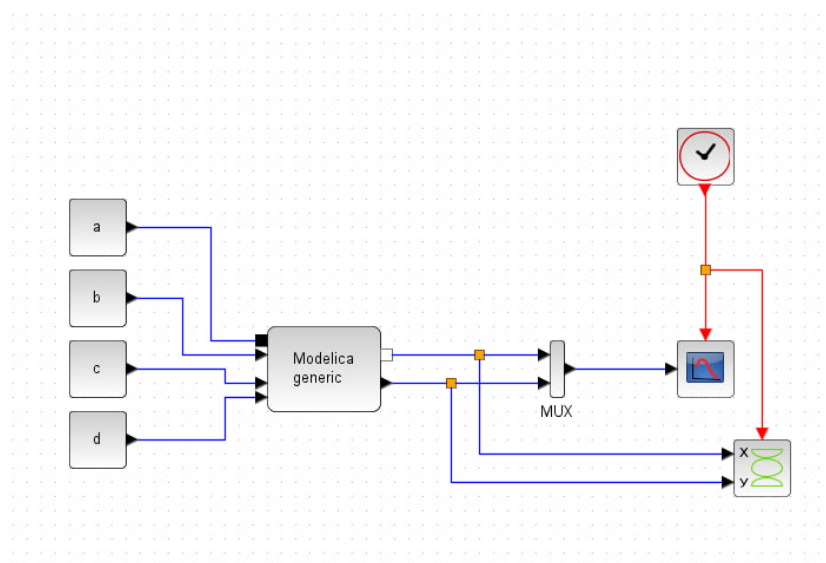


Рис. 3.8: Модель «хищник–жертва» в xcos с применением блока Modelica

Параметры блока Modelica представлены ниже.

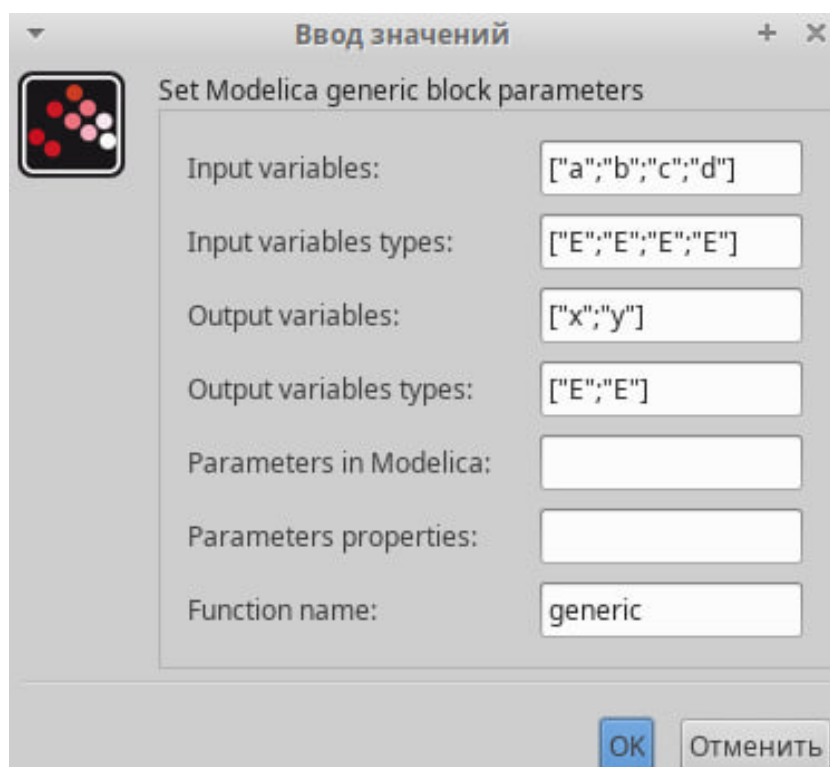


Рис. 3.9: Параметры блока Modelica для модели

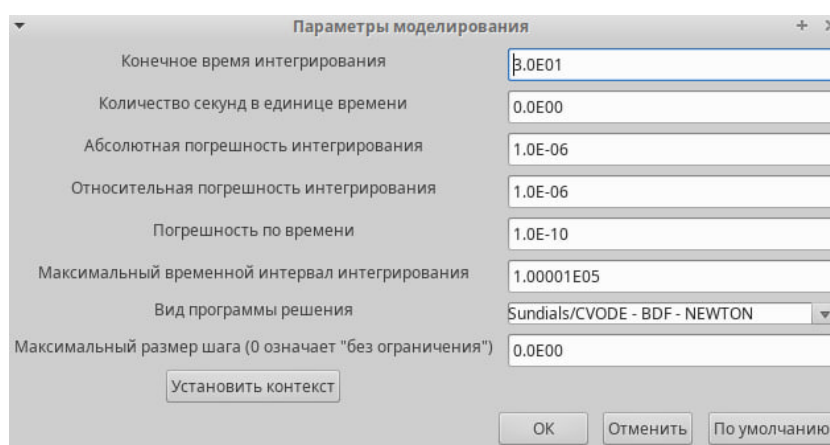


Рис. 3.10: Параметры блока Modelica для модели

Код на языке Modelica:

```
class generic
  ///automatically generated ///
  //input variables
  Real a,b,c,d;
  //output variables
  // Real x,y;
  ///do not modif above this line ///

  Real x(start=2), y(start=1);
  // Модель хищник-жертва
equation
  der(x)=a*x-b*x*y;
  der(y)=c*x*y-d*y;
end generic;
```

Рис. 3.11: Код в Modelica

В результате получим два графика, идентичные предыдущим, реализованным с помощью xcos

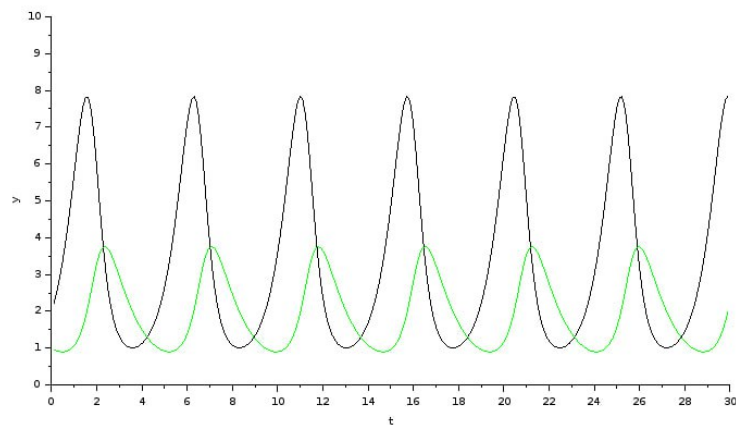


Рис. 3.12: Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки — Вольтерры в xcos с применением блока Modelica

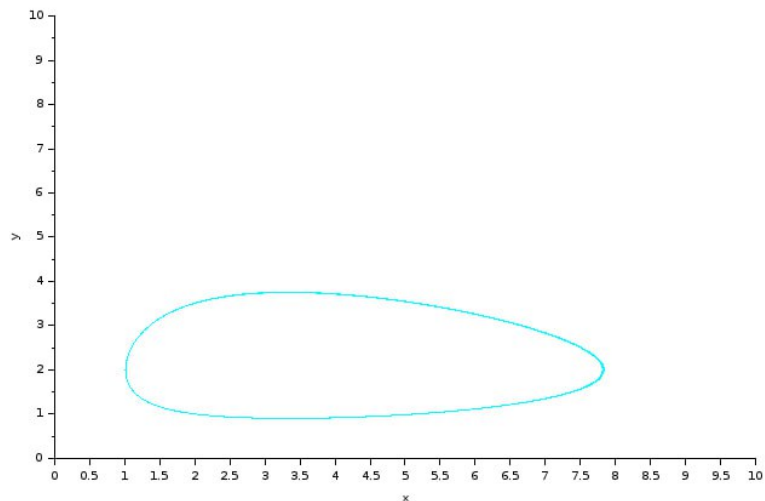


Рис. 3.13: Фазовый портрет модели Лотки — Вольтерры в xcos с применением блока Modelica

Далее нам реализуем модель «хищник — жертва» в OpenModelica. Построим графики изменения численности популяций в фазовый портрет

```

1  model lab6
2  parameter Real a = 2;
3  parameter Real b = 1;
4  parameter Real c = 0.3;
5  parameter Real d = 1;
6  parameter Real x0 = 2;
7  parameter Real y0 = 1;
8
9  Real x(start=x0);
10 Real y(start=y0);
11
12 equation
13     der(x) = a*x - b*x*y;
14     der(y) = c*x*y - d*y;
15 end lab6;

```

Рис. 3.14: Скрипт для построения графиков

Выполним симуляцию и поставим конечное время 30с. Получим график изменения численности хищников и жертв, а еще фазовый портрет.

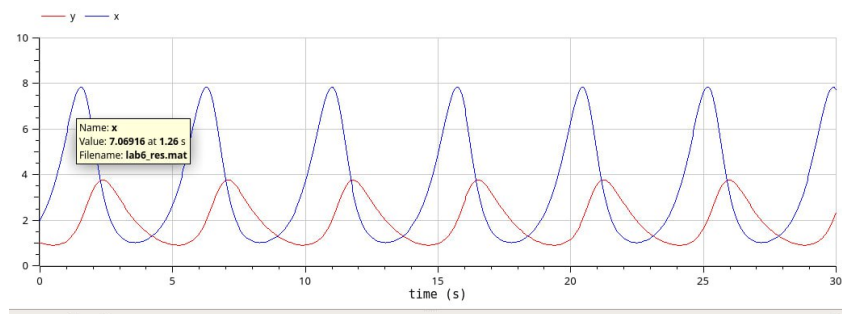


Рис. 3.15: Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки — Вольтерры в OpenModelica

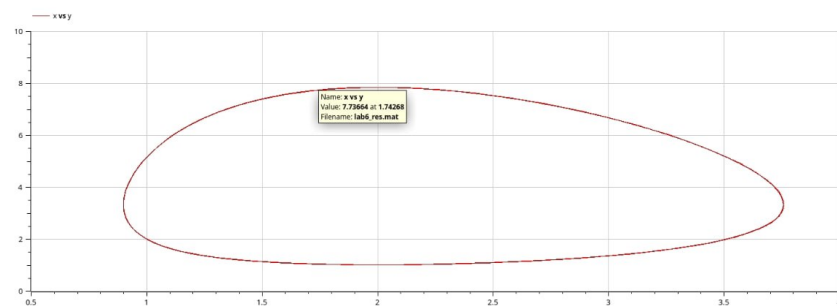


Рис. 3.16: Фазовый портрет модели Лотки — Вольтерры в OpenModelica

4 Выводы

В ходе лабораторной работы я реализовал модель “хищник-жертва” в xcos, в xcos с применением блока Modelica и в OpenModelica.