

# Лабораторная работа № 6

Модель «хищник–жертва»

---

Мугари Абдеррахим

15 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Анна Владиславовна Королькова
- доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей РУДН;
- заведующий лабораторией кафедры прикладной информатики и теории вероятностей РУДН (по совместительству);
- программист I кат.
- Российский университет дружбы народов
- korolkova-av@rudn.ru

- Мугари Абдеррахим
- Студент третьего курса
- фундаментальная информатика и информационные технологии
- Российский университет дружбы народов
- 1032215692@rudn.ru
- <https://iragoum.github.io/>



## Цель работы

---

Основной задачей данной лабораторной работы является освоение и практическое воплощение модели “хищник-жертва” (известной как модель Лотки-Вольтерры) с применением программных средств xcos и OpenModelica.

1. Построить модель “хищник-жертва” в среде xcos.
2. Создать модель “хищник-жертва” с использованием блока Modelica в xcos.
3. Выполнить моделирование системы “хищник-жертва” в OpenModelica.

## Выполнение лабораторной работы

---



Модель “хищник-жертва”, или модель Лотки-Вольтерры, описывает динамику взаимодействия двух видов — жертв и хищников. Она выражается системой дифференциальных уравнений:

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

где: -  $x$  — численность популяции жертв; -  $y$  — численность популяции хищников; -  $a$  — показатель роста числа жертв; -  $b$  — коэффициент сокращения жертв из-за хищников; -  $c$  — коэффициент увеличения хищников благодаря жертвам; -  $d$  — показатель естественного уменьшения хищников.

Для моделирования приняты следующие параметры:  $(a = 2)$ ,  $(b = 1)$ ,  $(c = 0.3)$ ,  $(d = 1)$ , а также начальные значения  $(x(0) = 2)$ ,  $(y(0) = 1)$ .

В xcos через меню *Моделирование* → *Задать переменные окружения* определены значения коэффициентов  $(a)$ ,  $(b)$ ,  $(c)$ ,  $(d)$

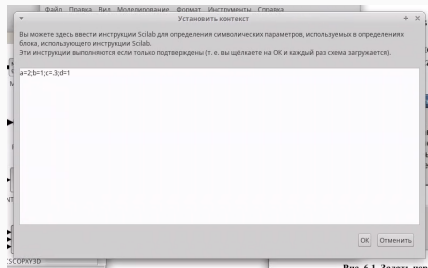


Рис. 1: Установка переменных окружения в xcos

Для создания модели применялись блоки: `CLOCK_c`, `CSCOPE`, `TEXT_f`, `MUX`, `INTEGRAL_m`, `GAINBLK_f`, `SUMMATION`, `PROD_f`, а также `CSCOPXY` для построения фазового портрета. Итоговая схема модели представлена.

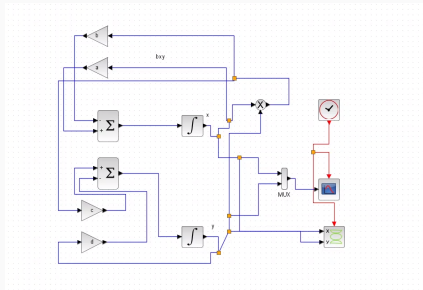


Рис. 2: Схема модели “хищник-жертва” в xcos

Начальные условия ( $x(0) = 2$ ) и ( $y(0) = 1$ ) установлены в блоках интегрирования .

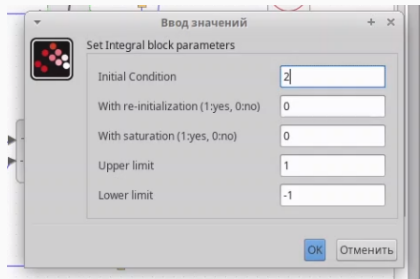


Рис. 3: Установка начальных условий в блоках интегрирования

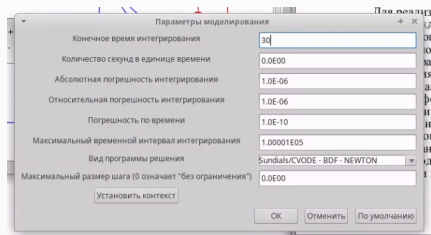


Рис. 4: Настройка параметров симуляции

Через меню *Моделирование* → *Установка* задано время симуляции — 30 секунд.

### Настройка осей графиков

Для наглядного отображения результатов симуляции настроены оси графиков в блоках CSCOPE (временные графики) и CSCOPXY (фазовый портрет):

- **Временные графики (CSCOPE):**
  - Ось Y (численность популяций) настроена в диапазоне от 0 до 10 для отображения колебаний

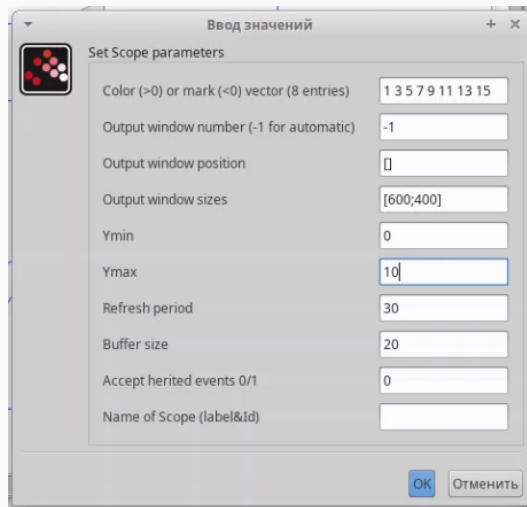
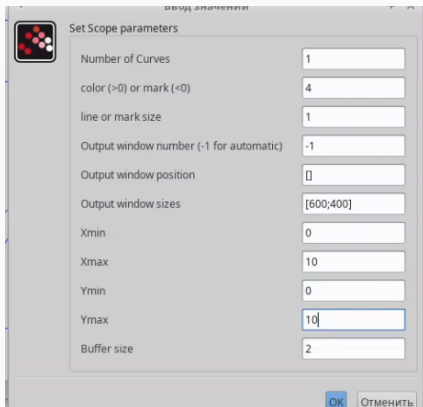


Рис. 5: Настройка осей для временных графиков

- Фазовый портрет (CSCOPXY):
  - Ось X (жертвы, (x)): диапазон от 0 до 10, исходя из пиковых значений численности жертв.
  - Ось Y (хищники, (y)): диапазон от 0 до 10, исходя из пиковых значений численности хищников





## График изменения численности жертв и хищников

Такая настройка позволила чётко визуализировать поведение системы.

Результаты симуляции представлены (динамика численности: чёрная линия —  $(x(t))$ , зелёная —  $(y(t))$ ) и (фазовый портрет).

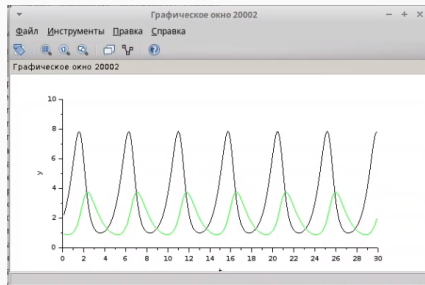


Рис. 7: График изменения численности жертв и хищников

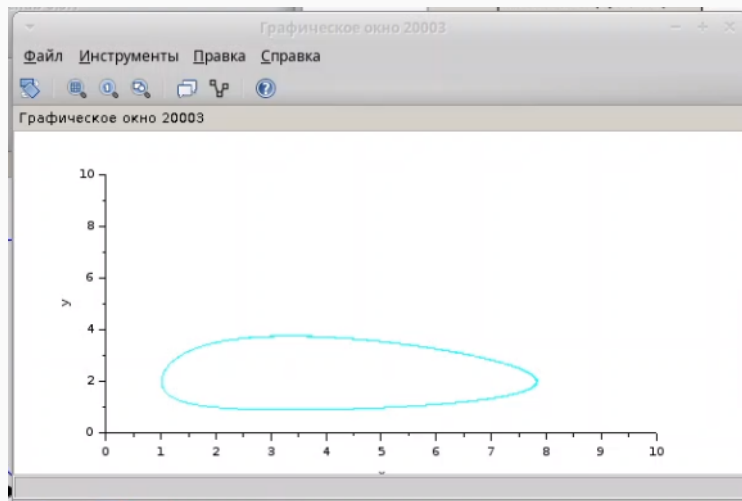


Рис. 8: Фазовая траектория модели Лотки-Вольтерры

## Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos

Альтернативная реализация выполнена с использованием блока **MBLOCK** (Modelica generic) и блоков: **CLOCK\_c**, **CSCOPE**, **CSCOPXY**, **TEXT\_f**, **MUX**, **CONST\_m**. Коэффициенты (a), (b), (c), (d) остались прежними

Схема модели с блоком Modelica показана . Параметры блока, включая входные («a», «b», «c», «d») и выходные («x», «y») переменные, обозначенные как внешние («E»), представлены

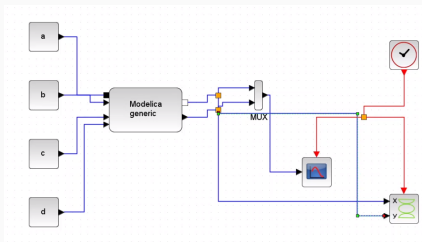


Рис. 9: Схема модели с блоком Modelica

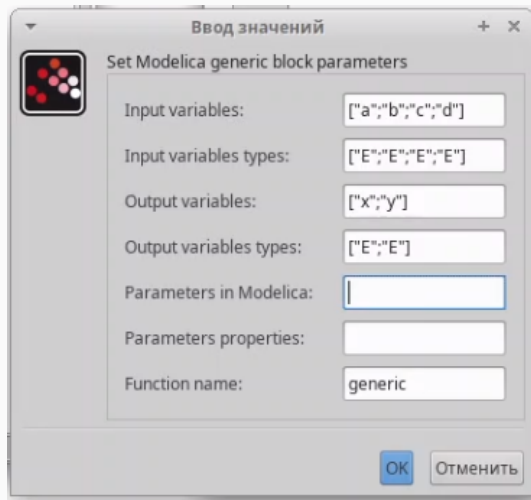


Рис. 10: Настройки блока Modelica (часть 1)

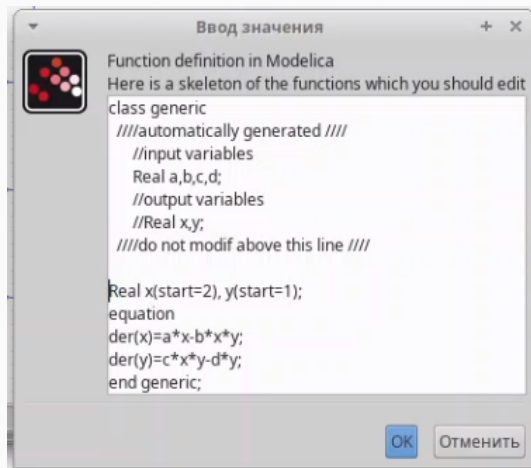


Рис. 11: Настройки блока Modelica (часть 2)

Результаты симуляции (динамика и фазовый портрет совпадают с предыдущими, подтверждая корректность подхода.

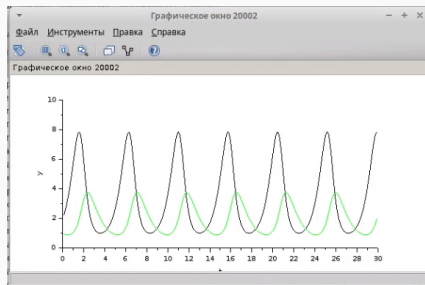


Рис. 12: Динамика численности с блоком Modelica

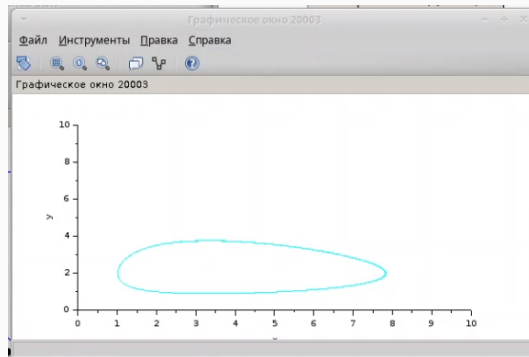


Рис. 13: Фазовый портрет с блоком Modelica

## Упражнение: реализация модели в OpenModelica

Модель также реализована в OpenModelica. Код на языке Modelica:

```
model predatorvsprey
  parameter Real a = 2;
  parameter Real b = 1;
  parameter Real c = 0.3;
  parameter Real d = 1;

  Real x(start=2);
  Real y(start=1);
equation
  der(x) = a * x - b * x * y;
  der(y) = c * x * y - d * y;
end predatorvsprey;
```



## Упражнение: реализация модели в OpenModelica

Симуляция выполнена с длительностью 30 секунд. Итоги представлены на (динамика численности) и (фазовый портрет).

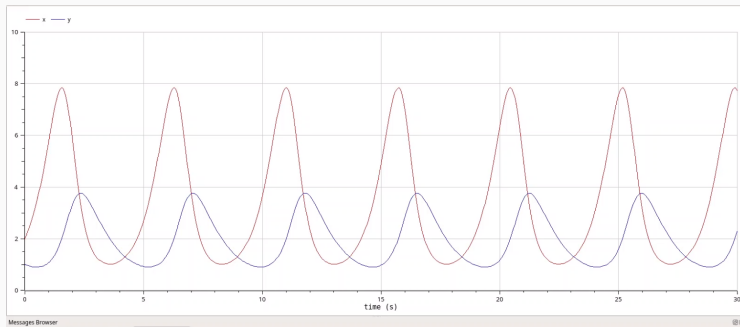


Рис. 14: Динамика изменения численности хищников и жертв модели Лотки-Вольтерры при ( $a = 2$ ,  $b = 1$ ,  $c = 0.3$ ,  $d = 1$ ,  $x(0) = 2$ ,  $y(0) = 1$ )

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

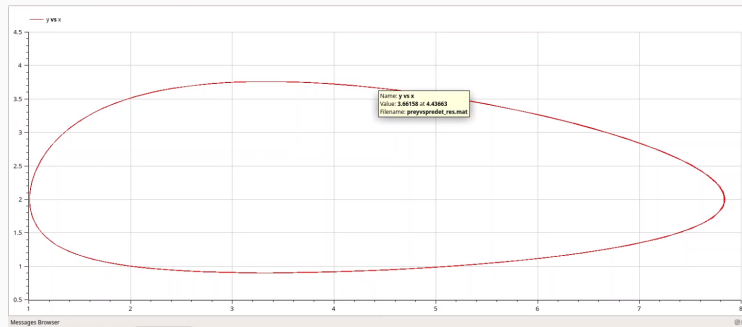


Рис. 15: Фазовый портрет модели Лотки-Вольтерры при ( $a = 2$ ,  $b = 1$ ,  $c = 0.3$ ,  $d = 1$ ,  $x(0) = 2$ ,  $y(0) = 1$ )

## Выводы

---

- В процессе выполнения лабораторной работы модель “хищник-жертва” была успешно смоделирована в xcos (с использованием стандартных блоков и блока Modelica) и в OpenModelica. Построенные графики динамики популяций и фазовые портреты отражают поведение системы при заданных условиях.