

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный университет»
институт Математики и информационных технологий
кафедра Информационных систем и компьютерного моделирования

Маланин Захар Андреевич

«Моделирование межпопуляционных взаимодействий»

Отчет по учебной практике, научно-исследовательской работе

Направление подготовки:	09.03.04 «Программная инженерия»
Группа:	ПРИБ-202
Научный руководитель:	к.ф.-м.н., доцент каф. ИСКМ Тен А. В.

Волгоград 2022

Цель и задачи работы

Цель: Разработать программу для численного моделирования динамики взаимодействия популяций.

Основные задачи:

- 1) Изучить возможности программных решений для численного моделирования динамики популяций;
- 2) Изучить классическую модель Лотки-Вольтерра без самолимитирования межпопуляционных взаимодействий (модель “хищник-жертва”);
- 3) Спроектировать и реализовать компьютерную программу для моделирования взаимодействия популяций;
- 4) Провести анализ полученных данных.

Изначальное уравнение, описывающее межвидовое взаимодействие:

$$\begin{cases} \dot{N}_1 = (c_1 + a_{11}N_1 + a_{12}N_2)N_1, \\ \dot{N}_2 = (c_2 + a_{22}N_2 + a_{21}N_1)N_2, \end{cases}$$

Модель Лотки-Вольтерра «хищник-жертва» без самолимитирования выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \dot{N}_1 = (c_1 + a_{12}N_2)N_1, \\ \dot{N}_2 = (c_2 + a_{21}N_1)N_2, \end{cases}$$

Где $N_1(t)$ – численность жертв,

$N_2(t)$ – численность хищников,

$C_1 > 0$ – скорость размножения жертв в отсутствие хищников,

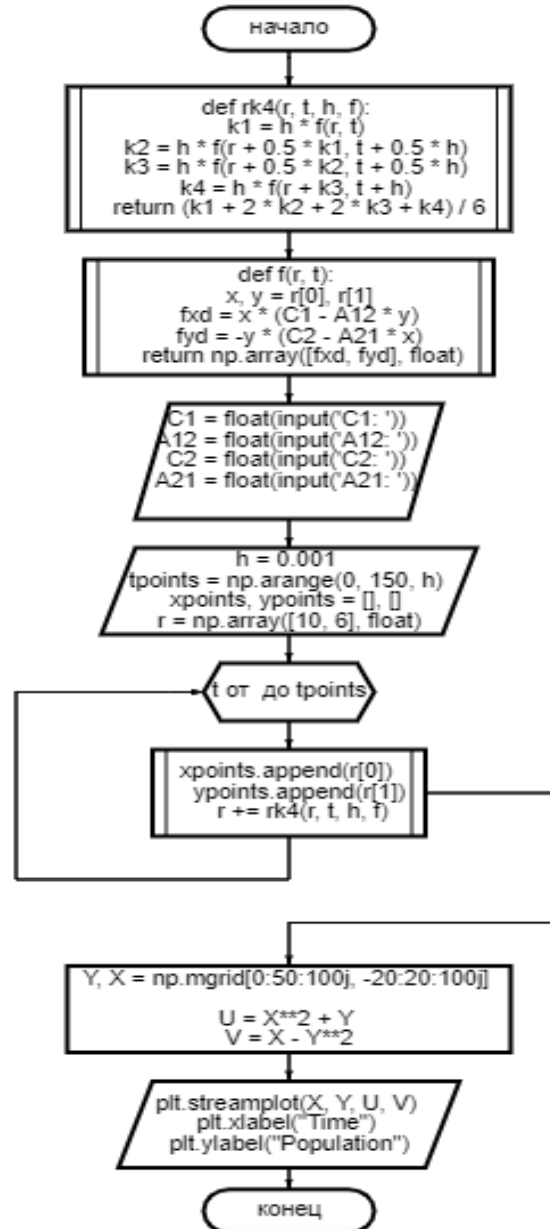
$C_2 < 0$ – скорость вымирания хищников в отсутствие жертв,

$A_{12} < 0$, $A_{21} > 0$ – коэффициенты взаимодействия хищников и жертв.

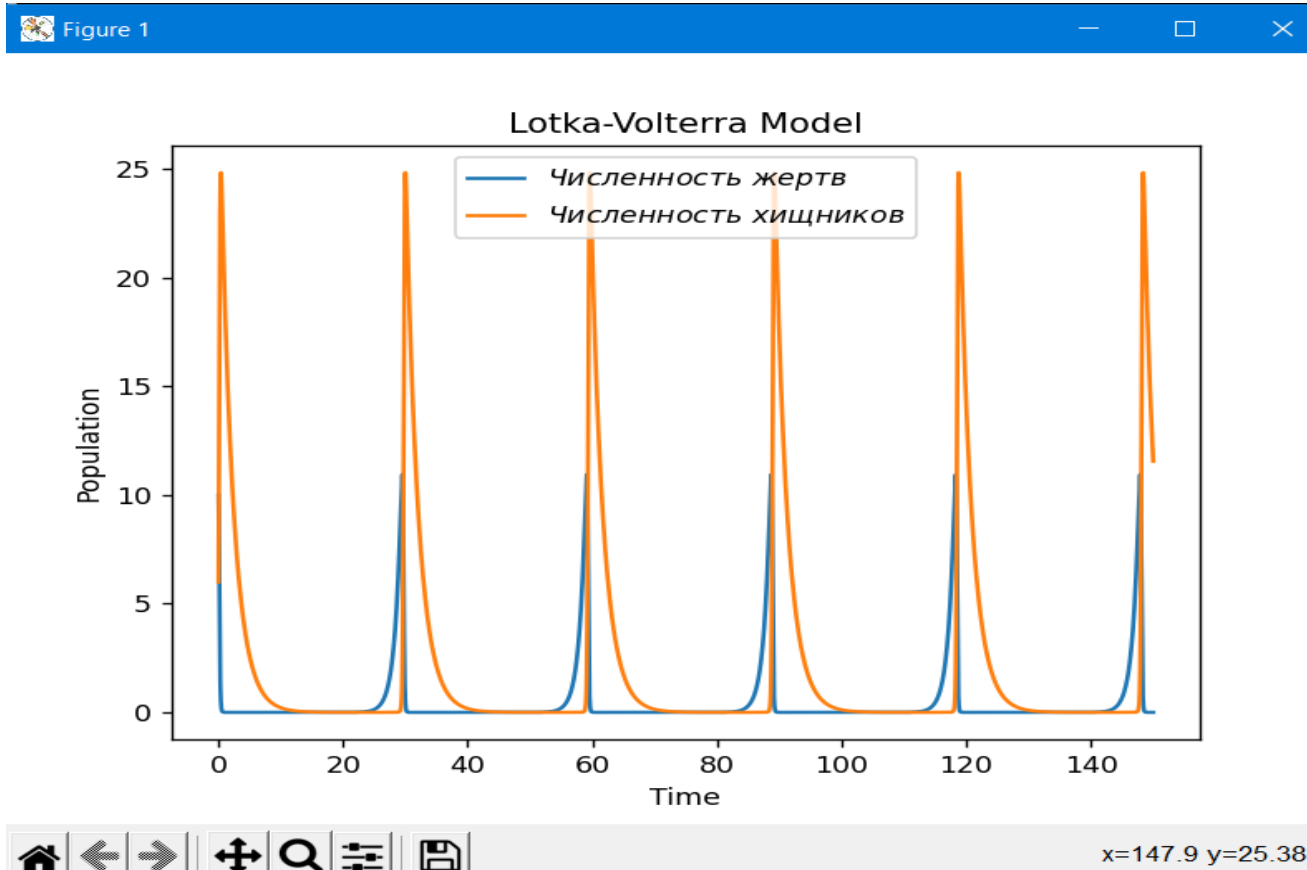
Построение численного решения

- Реализованный метод: Метод Рунге-Кутта 4-го порядка
- Среда разработки MS Visual Studio 2019
- Средства поддержки Python, библиотеки matplotlib и numpy

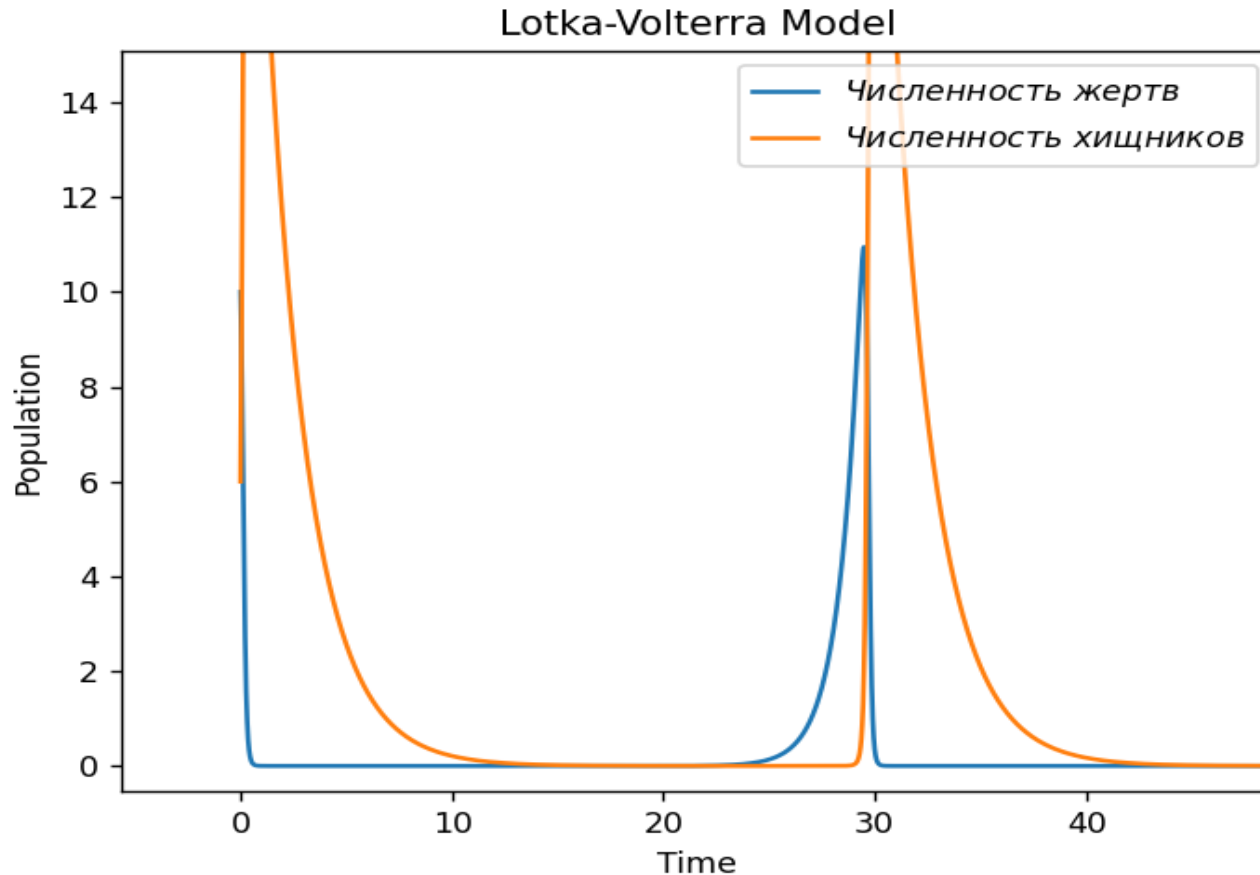
Блок-схема программы для математического моделирования модели Лотки-Вольтерра



Интегральные кривые системы уравнений Лотки-Вольтерра



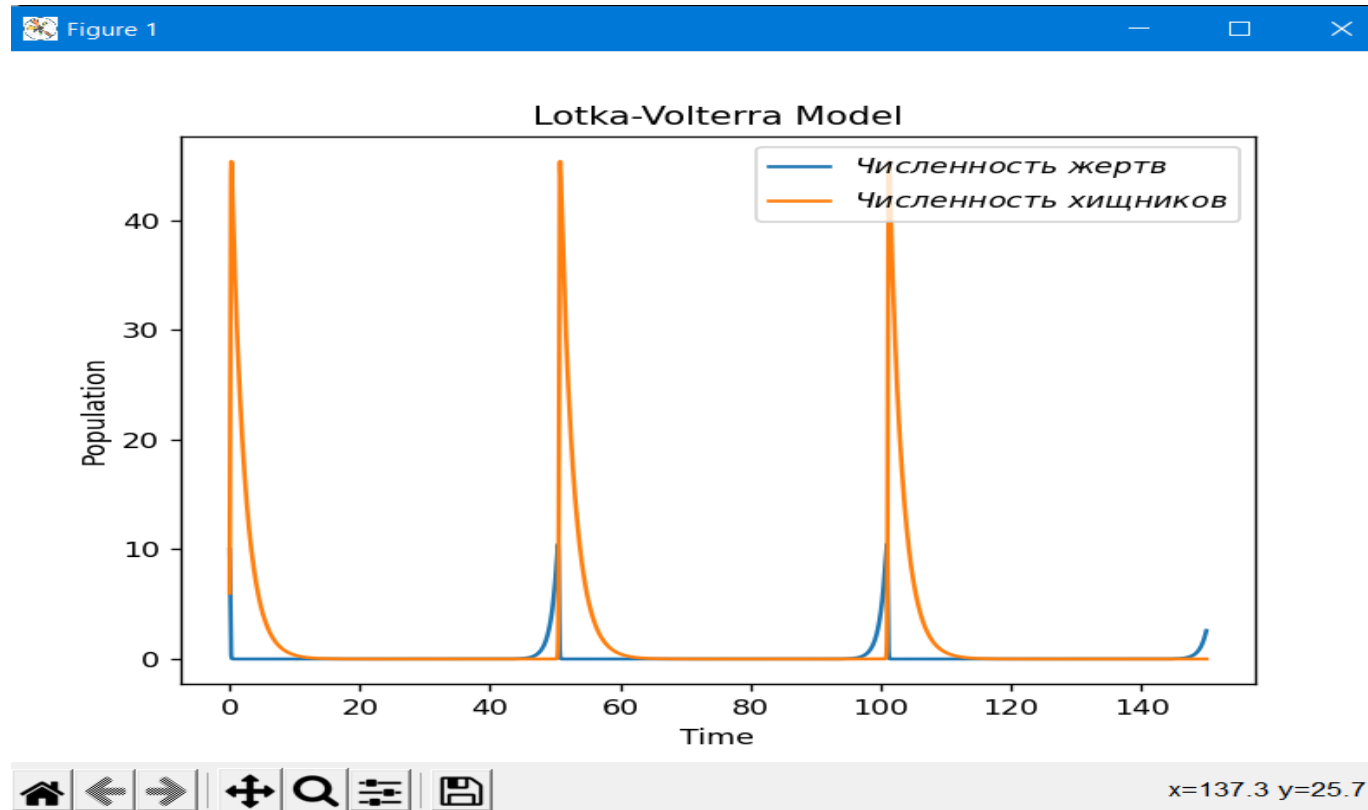
- Численность жертв – 10 тыс.штук
- Численность хищников – 6 тыс.штук
- $C1 = 1.0$, $A12 = -0.5$, $C2 = -0.5$, $A21 = 1.0$



zoom rect

- Численность жертв – 10 тыс.штук
- Численность хищников – 6 тыс.штук
- $C1 = 1.0$, $A12 = -0.5$, $C2 = -0.5$, $A21 = 1.0$

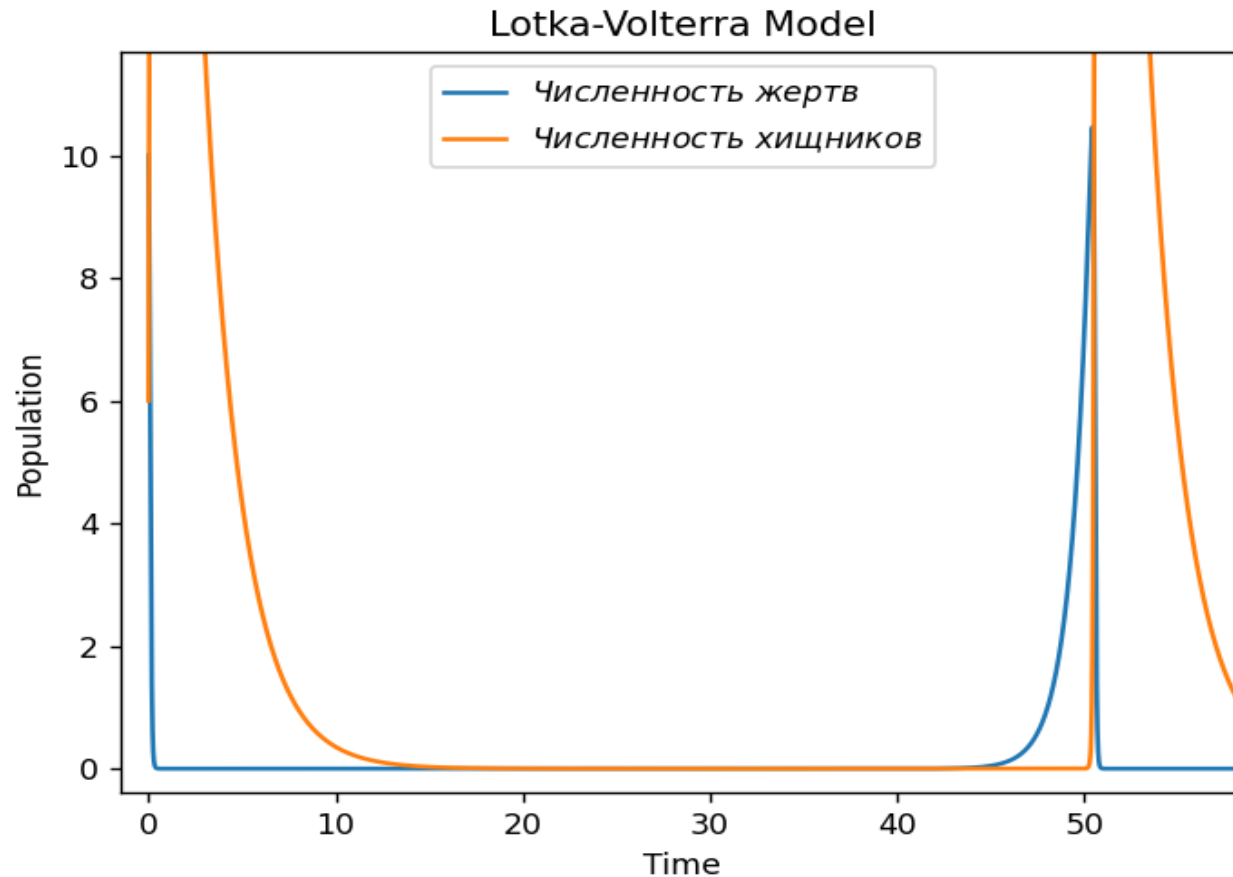
Кривые численности двух популяций



- Численность жертв – 10 тыс.штук
- Численность хищников – 6 тыс.штук
- $C1 = 1.0$, $A12 = -0.5$, $C2 = -0.5$, $A21 = 2.0$



Figure 1



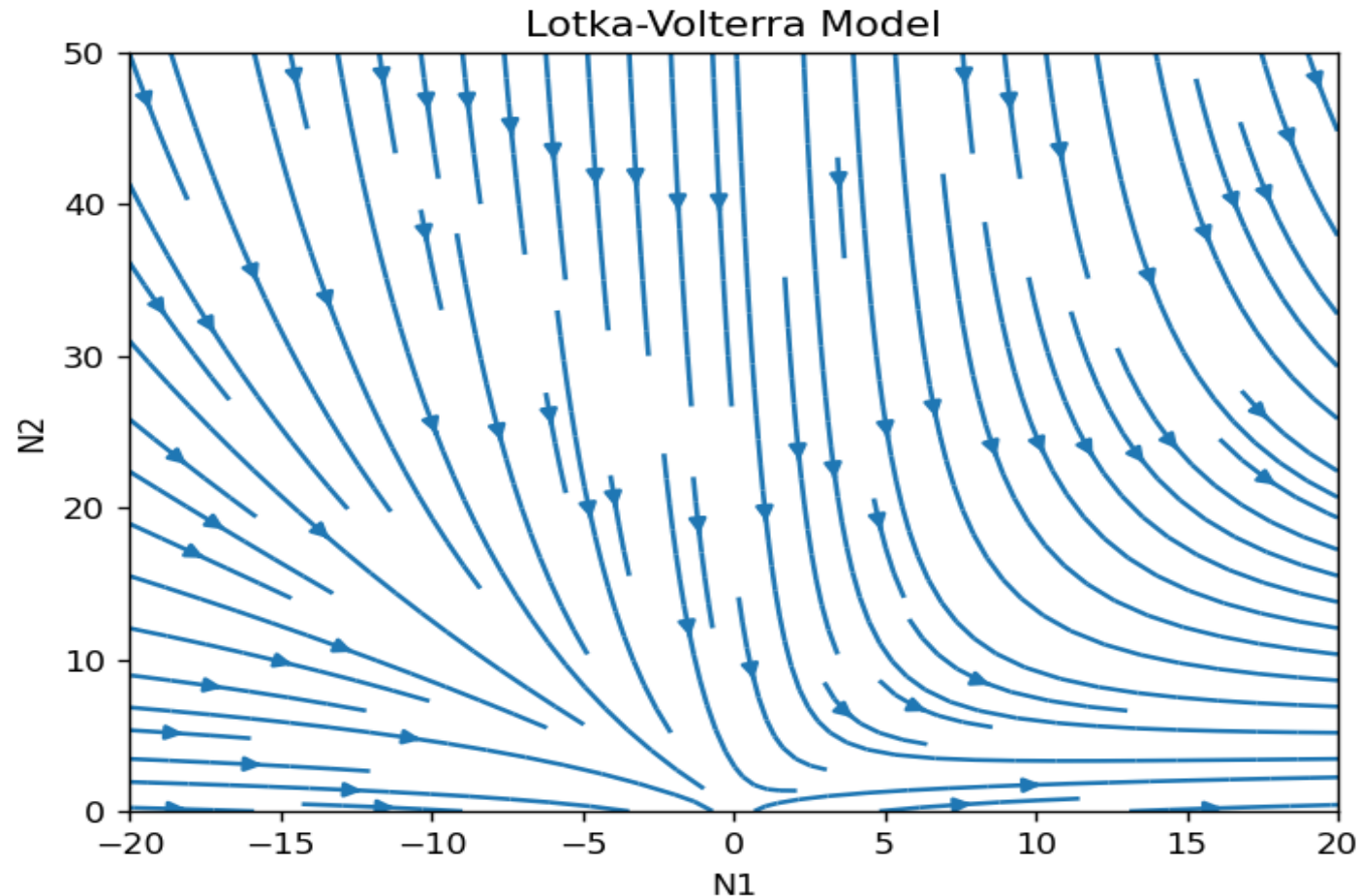
zoom rect

- Численность жертв – 10 тыс.штук
- Численность хищников – 6 тыс.штук
- $C1 = 1.0$, $A12 = -0.5$, $C2 = -0.5$, $A21 = 2.0$

Динамика системы в модели Лотки-Вольтерра без самолимитирования



Figure 2



Заключение

- 1) Изучены возможности программных решений для численного моделирования динамики популяций;
- 2) Изучена классическая модель Лотки-Вольтерра без самолимитирования межпопуляционных взаимодействий;
- 3) Спроектирована и реализована компьютерная программа для моделирования взаимодействия популяций;
- 4) Проведен анализ полученных данных.