



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Факультет информатики и прикладной математики  
Кафедра прикладной математики и экономико-математических методов**

**ОТЧЁТ**

по дисциплине:

**«Математическое моделирование»**

на тему:

**«Динамические модели. Модель Лотки-Вольтерра.»**

Направление (специальность) \_\_\_\_\_ 01.03.02 \_\_\_\_\_  
(код, наименование)

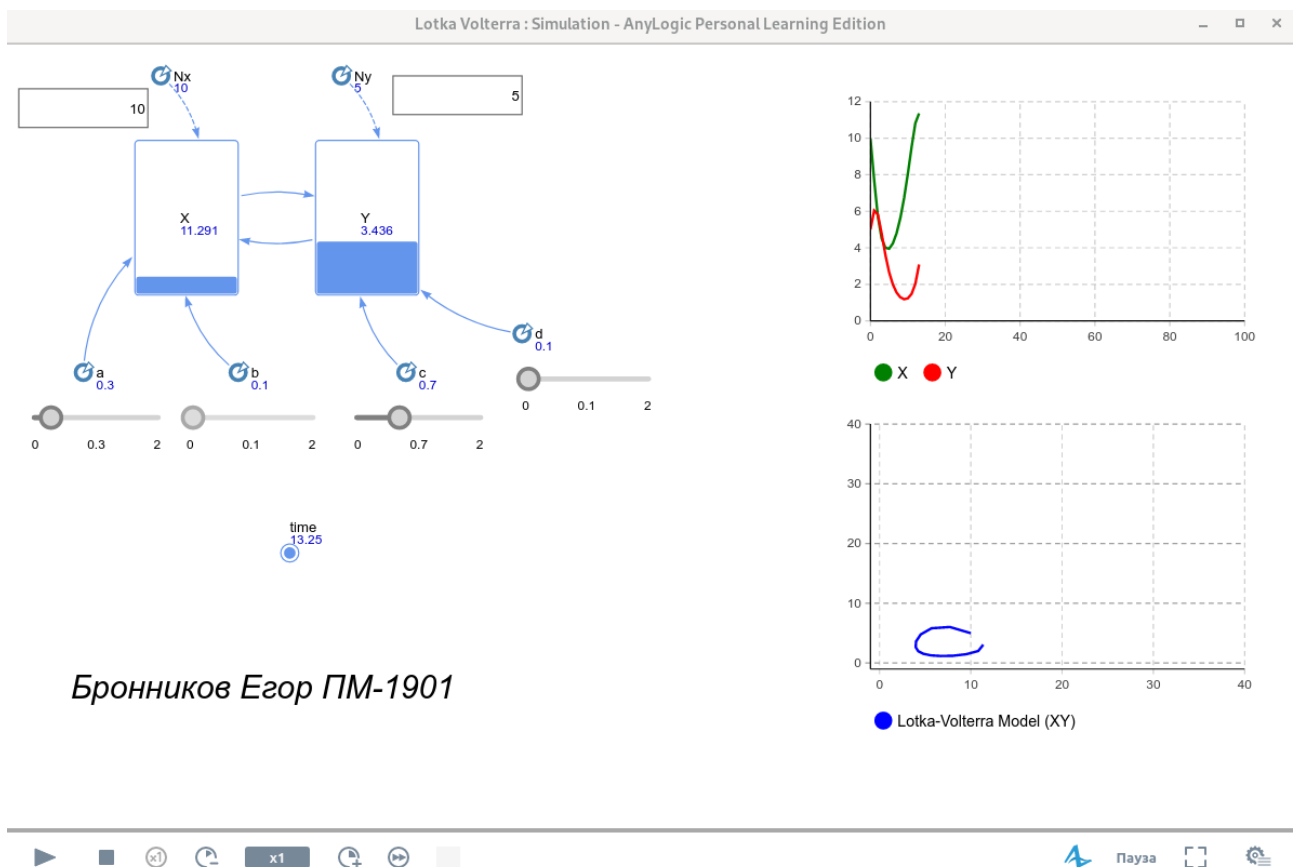
Обучающийся \_\_\_\_\_ Бронников Егор Игоревич \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О. полностью)

Группа \_\_\_\_\_ ПМ-1901 \_\_\_\_\_  
(номер группы)

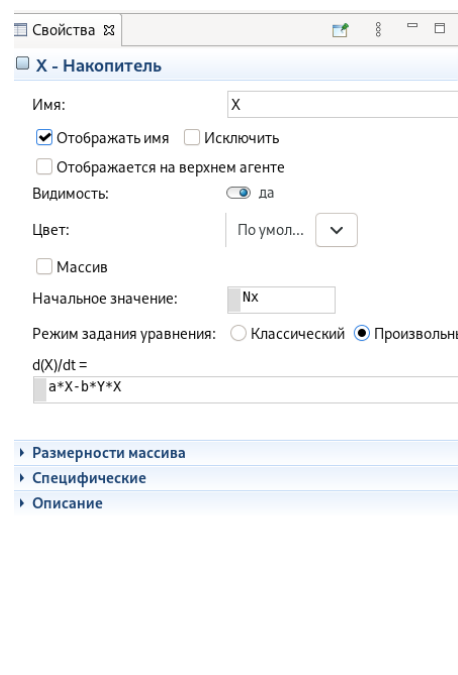
Санкт-Петербург  
2021

## Часть 1. Анализ модели в AnyLogic

В качестве параметров возьмём  $X = Nx = 10$ ,  $Y = Ny = 5$ ,  $a = 0.3$ ,  $b = 0.1$ ,  $c = 0.7$ ,  $d = 0.1$ . То есть мы имеем 10 жертв (зайцев) и 5 хищников (волков).



В накопителях пишем соответствующие формулы:



Y - Накопитель

Имя: Y

☒ Отображать имя
☐ Исключить

☐ Отображается на верхнем агенте

Видимость: ☒ да

Цвет: По умол...

☐ Массив

Начальное значение: Ну

Режим задания уравнения:
☐ Классический
☒ Произвольный

$d(Y)/dt =$ 

-c\*Y+d\*X\*Y

Размерности массива

Специфические

Описание

Модель построенная в AnyLogic соответствует теоретическим представлениям о её поведении.

## Часть 2. Численный анализ модели.

Можно решить данную систему дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты. Для этого воспользуемся функциями, которые у нас уже имеются и добавим ещё одну переменную.

Функция возвращает количество симулируемых дней, количество жертв, количество хищников.

```
def runge_kutta(fs: Tuple[Callable], n: int, h: float, t: float, x: float, y: float) -> Tuple[float, float, float]:
    """ Численный метод решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты

    :param fs: кортеж из первого и второго уравнений
    :type fs: Tuple[Callable]
    :param n: количество итераций (дней)
    :type n: int
    :param h: шаг
    :type h: float
    :param t: начальная точка `t`
    :type t: float
    :param x: начальная точка `x`
    :type x: float
    :param y: начальная точка `y`
    :type y: float

    :return: решение ДУ
    :rtype: Tuple[float, float, float]
    """
    def k(k1, k2, k3, k4):
        return (k1 + 2*k2 + 2*k3 + k4)/6
    for _ in range(n):
        k11, k21 = map(lambda f: h * f(t, x, y), fs)
        k12, k22 = map(lambda f: h * f(t + h/2, x + k11/2, y + k21/2), fs)
        k13, k23 = map(lambda f: h * f(t + h/2, x + k12/2, y + k22/2), fs)
        k14, k24 = map(lambda f: h * f(t + h, x + k13, y + k23), fs)
        k1, k2 = k(k11, k12, k13, k14), k(k21, k22, k23, k24)
        t, x, y = t + h, x + k1, y + k2
    return t, x, y
```

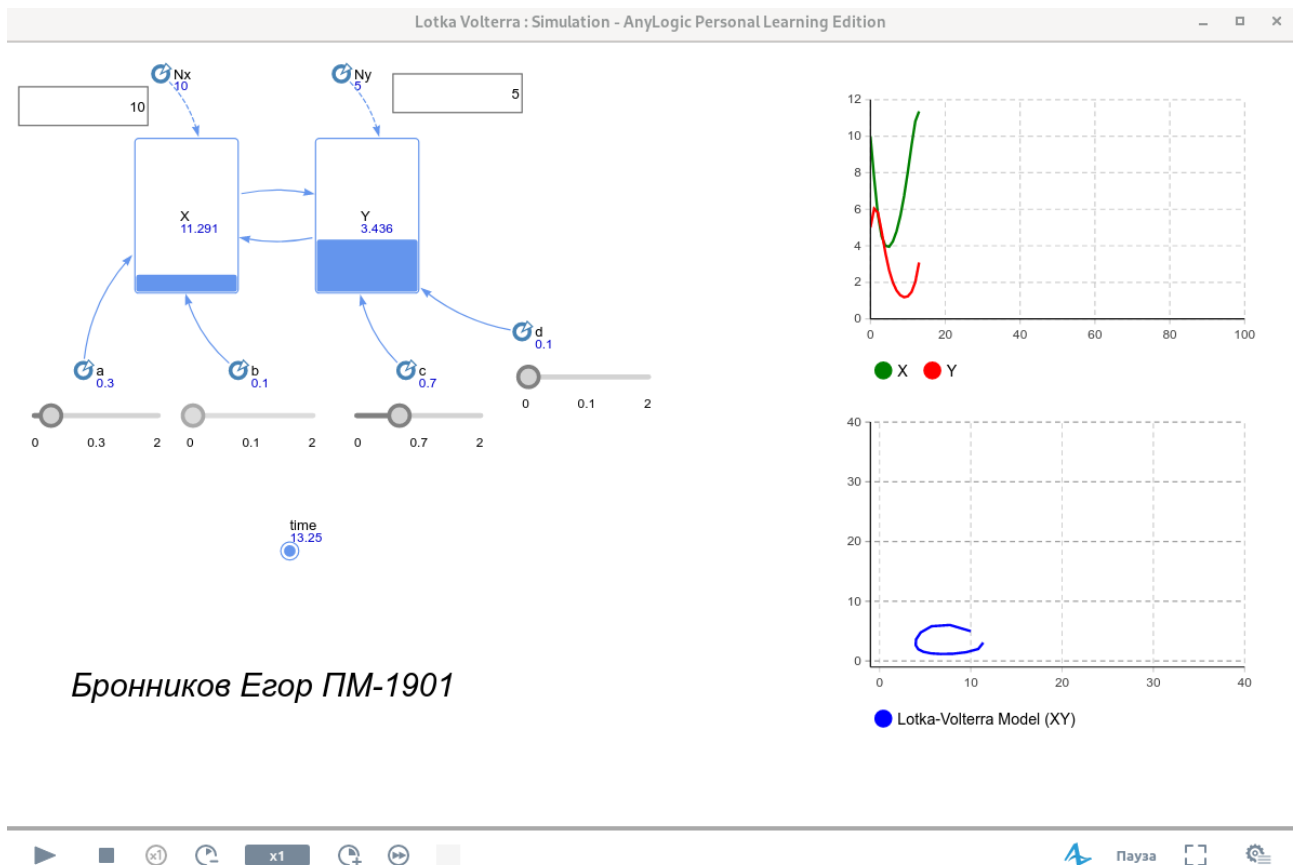
Таким образом, подставив в данную функцию наши значения, мы получим следующий результат, который соответствует данным полученным из AnyLogic:

```
[3]: def f(t, x, y, *, a=0.3, b=0.1):
      return a*x - b*x*y

[4]: def g(t, x, y, *, c=0.7, d=0.1):
      return -c*y + d*x*y

[5]: runge_kutta((f, g), 13, 1, 0, 10, 5)

[5]: (13, 11.358768572154627, 3.079252468099681)
```



Бронников Егор ПМ-1901