

# Отчёт по лабораторной работе №5

дисциплина: Математическое моделирование

Ерёменко Артём Геннадьевич, НПИбд-02-18

# Содержание

Цель работы	5
Задание	6
Выполнение лабораторной работы	7
Выводы	12

## Список таблиц

## Список иллюстраций

0.1	Колебания изменения числа популяции хищников и жертв . . . . .	11
0.2	Зависимость изменения численности хищников от изменения численности жертв . . . . .	11

## Цель работы

Построить модель Лотки-Вольтерры типа “хищник - жертва” с помощью Julia.

# Задание

Вариант 4

Для модели «хищник-жертва»:

$$\begin{cases} \frac{\partial x}{\partial t} = -0.15x(t) + 0.044x(t)y(t) \\ \frac{\partial y}{\partial t} = 0.35y(t) - 0.032x(t)y(t) \end{cases}$$

Постройте график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при следующих начальных условиях:  $x_0 = 9, y_0 = 14$ . Найдите стационарное состояние системы.

# Выполнение лабораторной работы

1. Полагается, что  $x$  – число жертв, а  $y$  – число хищников. Изучил начальные условия. Коэффициент 0,15 описывает скорость естественного прироста числа жертв в отсутствие хищников, 0,35 – естественное вымирание хищников, лишенных пищи в виде жертв. Вероятность взаимодействия жертвы и хищника считается пропорциональной как количеству жертв, так и числу самих хищников ( $xy$ ). Каждый акт взаимодействия уменьшает популяцию жертв, но способствует увеличению популяции хищников (коэффициенты 0,044 и 0,032). Стационарное состояние будет в точке:  $x_0 = 9, y_0 = 14$ .

2. Оформил начальные условия в код на Julia:

`a = 0.15`

`b = 0.044`

`c = 0.35`

`d = 0.032`

`par = [a,b,c,d]`

`x0 = 9`

`y0 = 14`

`u0 = [x0,y0]`

3. Решение для колебаний изменения числа популяции хищников и жертв искал на интервале  $t \in [0; 200]$  (шаг 0,05), значит,  $t_0 = 0$  – начальный момент времени,  $t_{max} = 200$  – предельный момент времени,  $dt = 0,05$  – шаг изменения времени.

4. Добавил в программу условия, описывающие время:

```
t0 = 0
tmax = 200
t = (t0, tmax)
dt = 0.05
```

5. Запрограммировал заданную систему уравнений:

```
function model(du,u,p,t)
    a,b,c,d = p
    x, y = u
    du[1] = -a*x+b*x*y
    du[2] = c*y-d*x*y
    return du
end
```

6. Запрограммировал решение системы уравнений:

```
sol = solve(ODEProblem(model, u0, t, par), saveat = dt)
```

7. Переписал отдельно  $x$  (жертв) в  $y_1$ , а  $y$  (хищников) в  $y_2$ :

```
n = size(sol,2)
#Переписываем отдельно
#x в y1, y в y2
y1 = Array{Float16}(undef, n)
y2 = Array{Float16}(undef, n)
for i = 1: n
    y1[i] = sol[1, i]
    y2[i] = sol[2, i]
end
```



8. Описал построение графика колебаний изменения числа популяции хищников и жертв:

```
plot(sol, xlabel = "Время", ylabel = "Численность", label = ["Хищники" "Жертвы"])
```

9. Описал построение графика зависимости изменения численности хищников от изменения численности жертв:

```
plot(y1,y2, xlabel = "Число жертв", ylabel = "Число хищников", label = "Эволюция популяций")
```

10. Добавил на второй график обозначение стационарного состояния:

```
scatter!((x0,y0), label = "Стационарное состояние")
```

11. Собрал код программы воедино и получил следующее:

```
using DifferentialEquations, Plots
```

```
a = 0.15
```

```
b = 0.044
```

```
c = 0.35
```

```
d = 0.032
```

```
par = [a,b,c,d]
```

```
x0 = 9
```

```
y0 = 14
```

```
u0 = [x0,y0]
```

```
t0 = 0
```

```
tmax = 200
```

```
t = (t0, tmax)
```

```
dt = 0.05
```

```
function model(du,u,p,t)
    a,b,c,d = p
    x, y = u
    du[1] = -a*x+b*x*y
    du[2] = c*y-d*x*y
    return du
end
```

```
sol = solve(ODEProblem(model, u0, t, par), saveat = dt)
```

```
plot(sol, xlabel = "Время", ylabel = "Численность", label = ["Хищники" "Жертвы"])
```

```
n = size(sol,2)
#Переписываем отдельно
#x в y1, y в y2
y1 = Array{Float16}(undef, n)
y2 = Array{Float16}(undef, n)
for i = 1: n
    y1[i] = sol[1, i]
    y2[i] = sol[2, i]
end
```

```
plot(y1,y2, xlabel = "Число жертв", ylabel = "Число хищников", label = "Эволюция популяций")
scatter!((x0,y0), label = "Стационарное состояние")
```

12. Получил графики колебаний изменения числа популяции хищников и жертв (см. рис. @fig:001), а также график зависимости изменения численности хищников от изменения численности жертв (см. рис. @fig:002):

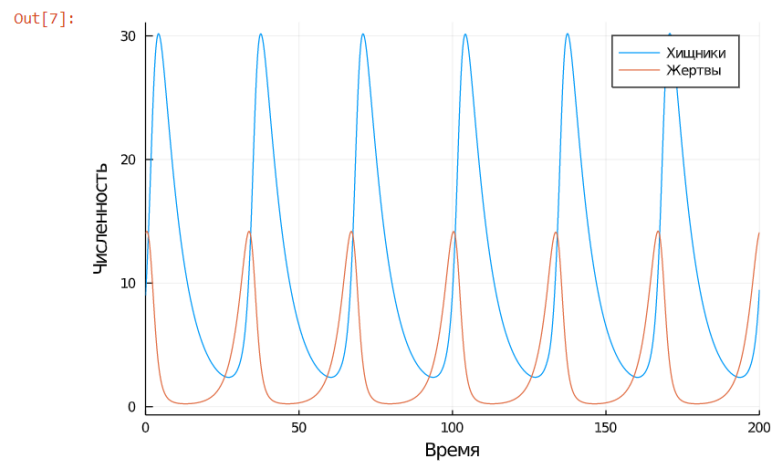


Рис. 0.1: Колебания изменения числа популяции хищников и жертв

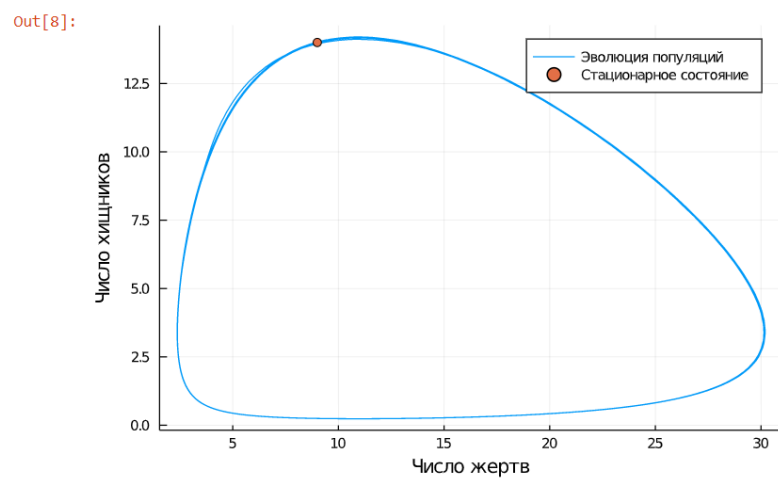


Рис. 0.2: Зависимость изменения численности хищников от изменения численности жертв

## Выводы

Построил модель Лотки-Вольтерры типа “хищник – жертва” с помощью Julia.