

# Лабораторная работа № 5

---

Тарусов Артём Сергеевич

2023, Москва

Целью данной работы является построение модели хищник-жертва.

1. Построить график зависимости численности хищников от численности жертв
2. Построить график зависимости численности хищников и численности жертв от времени
3. Найти стационарное состояние системы

Опишем начальные значения  $x$  и  $y$ , а также коэффициенты согласно варианту 8 на языке Julia.

```
5      x0 ::Int64 = 13
6      y0 ::Int64 = 18
7
8      a ::Float64 = 0.19
9      b ::Float64 = 0.048
10     c ::Float64 = 0.39
11     d ::Float64 = 0.036
```

**Рис. 1:** Начальные значения и коэффициенты на языке Julia

Опишем соответствующую систему дифференциальных уравнений.

```
14 function ode_fn(du, u, p, t)
15     x, y = u
16     du[1] = -a*u[1] + b * u[1] * u[2]
17     du[2] = c * u[2] - d * u[1] * u[2]
18 end
```

**Рис. 2:** Система дифференциальных уравнений на языке Julia

Получим решение системы дифференциальных уравнений.

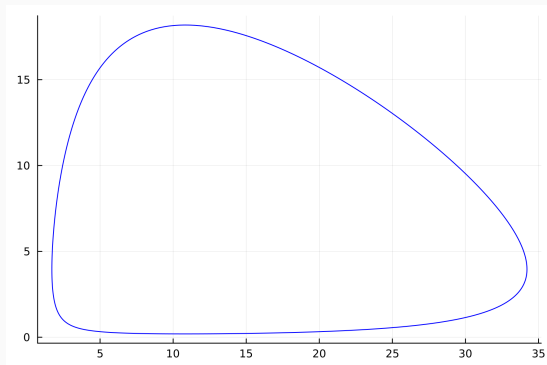
```
20 v0 ::Array{Any} = [x0, y0]
21 tspan = (0.0, 60.0)
22 prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
23 sol = solve(prob, dtmax=0.05)
24 X = [u[1] for u in sol.u]
25 Y = [u[2] for u in sol.u]
26 T = [t for t in sol.t]
```

**Рис. 3:** Решение системы дифференциальных уравнений на языке Julia

Построим график зависимости численности хищников от численности жертв.

```
28 plt = plot(  
29     dpi=300,  
30     legend=false)  
31  
32 plot!(  
33     plt,  
34     X,  
35     Y,  
36     color=:blue)  
37  
38 savefig(plt, "out/lab05_1.png")
```

**Рис. 4:** Построение графика зависимости численности хищников от численности жертв на языке Julia



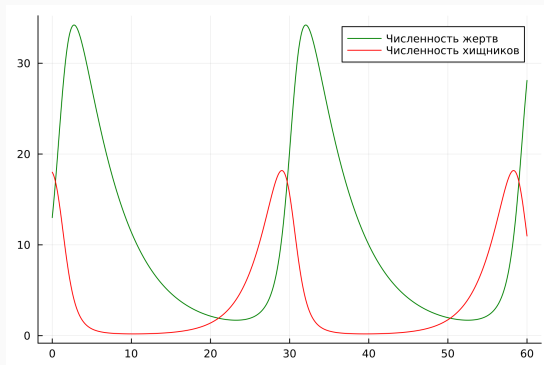
**Рис. 5:** График зависимости численности хищников от численности жертв, построенный на Julia



Построим графики зависимости численности хищников и численности жертв от времени.

```
40 plt2 = plot(  
41     dpi=300,  
42     legend=true)  
43  
44 plot!(  
45     plt2,  
46     T,  
47     X,  
48     label="Численность жертв",  
49     color=:green)  
50  
51 plot!(  
52     plt2,  
53     T,  
54     Y,  
55     label="Численность хищников",  
56     color=:red)  
57  
58 savefig(plt2, "out/lab05_2.png")
```

**Рис. 6:** Построение графиков зависимости численности хищников и численности жертв от времени на языке Julia



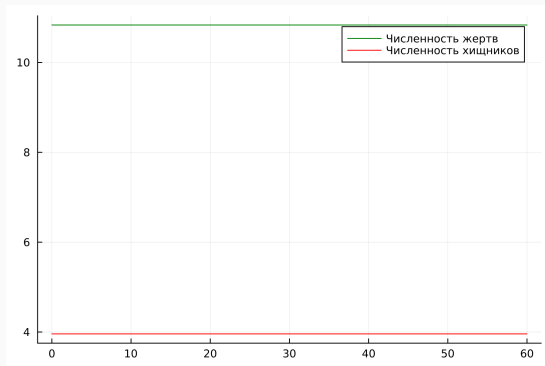
**Рис. 7:** Графики зависимости численности хищников и численности жертв от времени, построенные на Julia

Найдем точку, в которой система переходит в стационарное состояние.

10	$x0 = c / d \# 10.8$
11	$y0 = a / b \# 3.96$

**Рис. 8:** Нахождение точки, в которой система переходит в стационарное состояние, на Julia

По аналогии с предыдущим построением получим графики зависимости численности хищников и численности жертв от времени в стационарной системе на языке Julia.



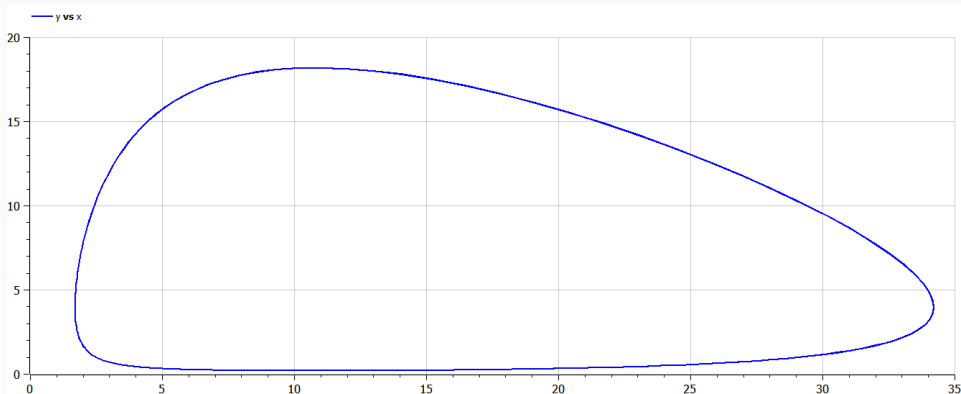
**Рис. 9:** Графики зависимости численности хищников и численности жертв от времени в стационарной системе, построенные на Julia

Построим модель на языке OpenModelica.

```
1 model lab05_1
2   Real a = 0.19;
3   Real b = 0.048;
4   Real c = 0.39;
5   Real d = 0.036;
6   Real x;
7   Real y;
8   initial equation
9     x = 13;
10    y = 18;
11  equation
12    der(x) = -a*x + b*x*y;
13    der(y) = c*y - d*x*y;
14  end lab05_1;
```

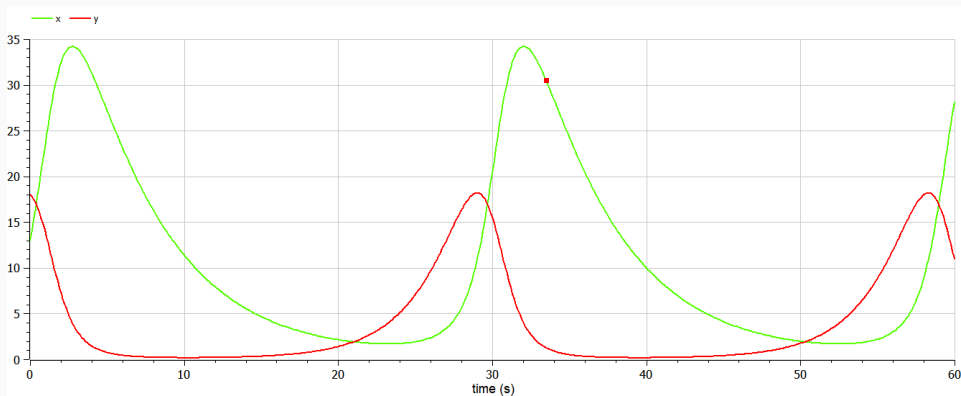
**Рис. 10:** Модель хищник-жертва на языке OpenModelica

Получим график зависимости численности хищников от численности жертв.



**Рис. 11:** График зависимости численности хищников от численности жертв, построенный на OpenModelica

Получим графики зависимости численности хищников и численности жертв от времени.



**Рис. 12:** Графики зависимости численности хищников и численности жертв от времени, построенные на OpenModelica

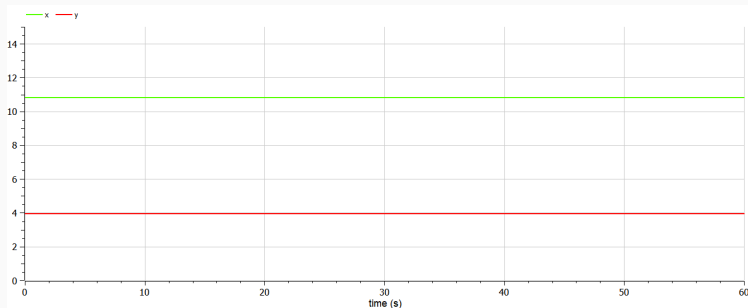
Найдем точку, в которой система переходит в стационарное состояние.

```
1 model lab05_2
2 Real a = 0.19;
3 Real b = 0.048;
4 Real c = 0.39;
5 Real d = 0.036;
6 Real x;
7 Real y;
8 initial equation
9 x = c / d;
10 y = a / b;
11 equation
12 der(x) = -a*x + b*x*y;
13 der(y) = c*y - d*x*y;
14 end lab05_2;
```

**Рис. 13:** Нахождение точки, в которой система переходит в стационарное состояние, на OpenModelica



По аналогии с предыдущим построением получим графики зависимости численности хищников и численности жертв от времени в стационарной системе на языке OpenModelica



**Рис. 14:** Графики зависимости численности хищников и численности жертв от времени в стационарной системе, построенные на OpenModelica

В итоге проделанной работы мы построили график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв на языках Julia и OpenModelica. Построение модели хищник-жертва на языке openModelica занимает меньше строк, чем аналогичное построение на Julia.