

Лабораторная работа №5

Модель хищник-жертва

Выполнил: Бабенко Артём Сергеевич, НФИбд-01-21

Цель работы:

Научиться строить график зависимости численности хищников от численности жертв, график изменения численности хищников и численности жертв при различных начальных условиях. Научиться находить стационарное состояние системы.

Теоретическое введение

Простейшая модель взаимодействия двух видов типа «хищник — жертва» - модель Лотки-Вольтерры. Данная двувидовая модель основывается на следующих предположениях:

1. Численность популяции жертв x и хищников y зависят только от времени (модель не учитывает пространственное распределение популяции на занимаемой территории)
2. В отсутствии взаимодействия численность видов изменяется по модели Мальтуса, при этом число жертв увеличивается, а число хищников падает
3. Естественная смертность жертвы и естественная рождаемость хищника считаются несущественными
4. Эффект насыщения численности обеих популяций не учитывается
5. Скорость роста численности жертв уменьшается пропорционально численности хищников.

Теоретическое введение

Стационарное состояние системы (1) (положение равновесия, не зависящее от времени решение) будет в точке: $x_0 = c/d$, $y_0 = a/b$.

Если начальные значения задать в стационарном состоянии $x(0)=x_0$, $y(0)=y_0$, то в любой момент времени численность популяций изменяться не будет. При малом отклонении от положения равновесия численности как хищника, так и жертвы с течением времени не возвращаются к равновесным значениям, а совершают периодические колебания вокруг стационарной точки.

Выполнение лабораторной работы

Задание звучит следующим образом:

Вариант 3

Для модели «хищник-жертва»:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -0.14x(t) + 0.043x(t)y(t) \\ \frac{dy}{dt} = 0.34y(t) - 0.031x(t)y(t) \end{cases}$$

Постройте график зависимости численности хищников от численности жертв, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при

следующих начальных условиях: $x_0 = 8$, $y_0 = 13$. Найдите стационарное состояние системы.

Выполнение лабораторной работы

Код на Julia:

lab05_1 – Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

```
using Plots
```

```
using DifferentialEquations
```

```
a = 0.14
```

```
b = 0.043
```

```
c = 0.34
```

```
d = 0.031
```

```
x0 = 8
```

```
y0 = 13
```

```
function ode_fn(du, u, p, t)
```

```
    x, y = u
```

```
    du[1] = -a*u[1] + b * u[1] * u[2]
```

```
    du[2] = c * u[2] - d * u[1] * u[2]
```

```
end
```

```
v0 = [x0, y0]
```

```
tspan = (0.0, 60.0)
```

```
prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
```

```
sol = solve(prob, dtmax=0.05)
```

```
X = [u[1] for u in sol.u]
```

```
Y = [u[2] for u in sol.u]
```

```
T = [t for t in sol.t]
```

```
plt = plot(
```

```
    dpi=300,
```

```
    legend=false)
```

```
plot!(
```

```
    plt,
```

```
    X,
```

```
    Y,
```

```
    color=:blue)
```

```
savefig(plt, "lab05_1.png")
```

Выполнение лабораторной работы

Программа выдала следующие результаты:

график зависимости численности хищников от численности жертв:

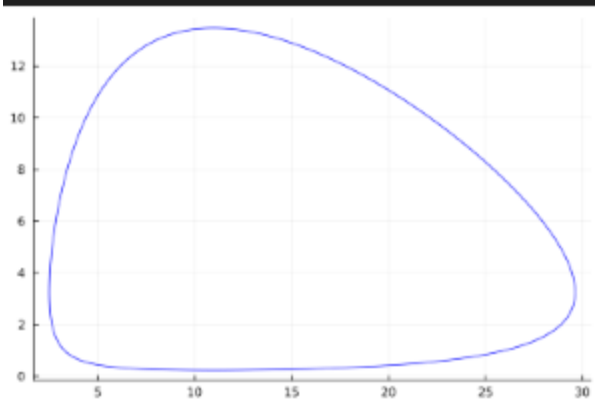
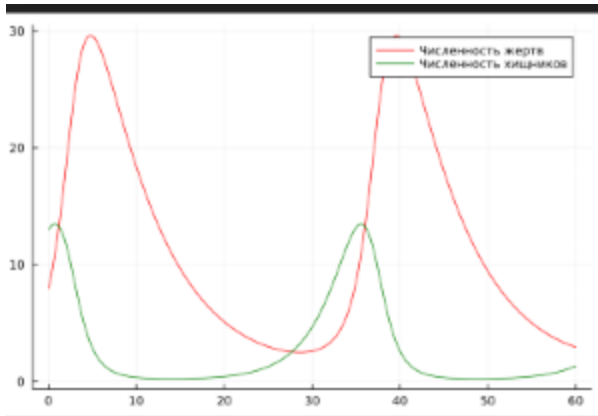


график изменения численности хищников и численности жертв при заданных начальных условиях:



Выполнение лабораторной работы

Код для определения стационарного состояния системы:

```
lab05_3 - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
using DifferentialEquations

a = 0.14
b = 0.043
c = 0.34
d = 0.031
x0 = c / d
y0 = a / b

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

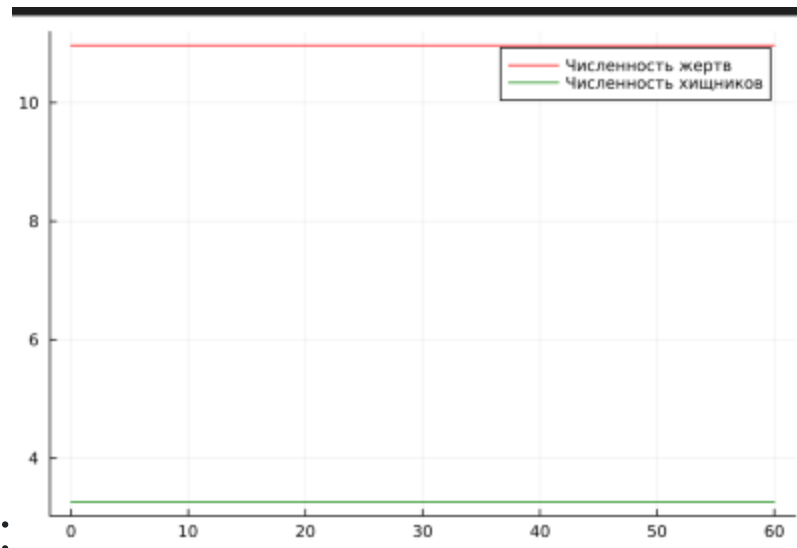
v0 = [x0, y0]
tspan = (0.0, 60.0)
prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
sol = solve(prob, dtmax=0.05)
X = [u[1] for u in sol.u]
Y = [u[2] for u in sol.u]
T = [t for t in sol.t]
plt2 = plot(
    dpi=300,
    legend=true)

plot!(
    plt2,
    T,
    X,
    label="Численность жертв",
    color=:red)

plot!(
    plt2,
    T,
    Y,
    label="Численность хищников",
    color=:green)

savefig(plt2, "lab05 3.png")
```

график:



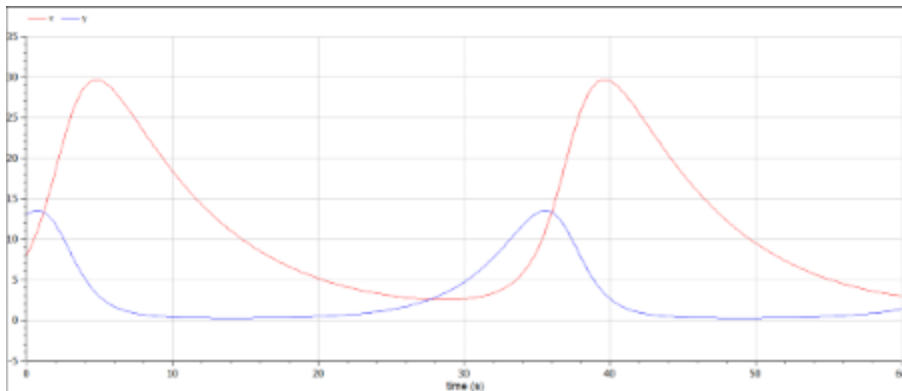
Выполнение лабораторной работы

Код на OpenModelica:

```
1 model lab05_01
2
3 Real a = 0.14;
4 Real b = 0.043;
5 Real c = 0.34;
6 Real d = 0.031;
7 Real x;
8 Real y;
9
10 initial equation
11 x = 8;
12 y = 13;
13
14 equation
15 der(x) = -a*x + b*x*y;
16 der(y) = c*y - d*x*y;
17
18 end lab05_01;
```

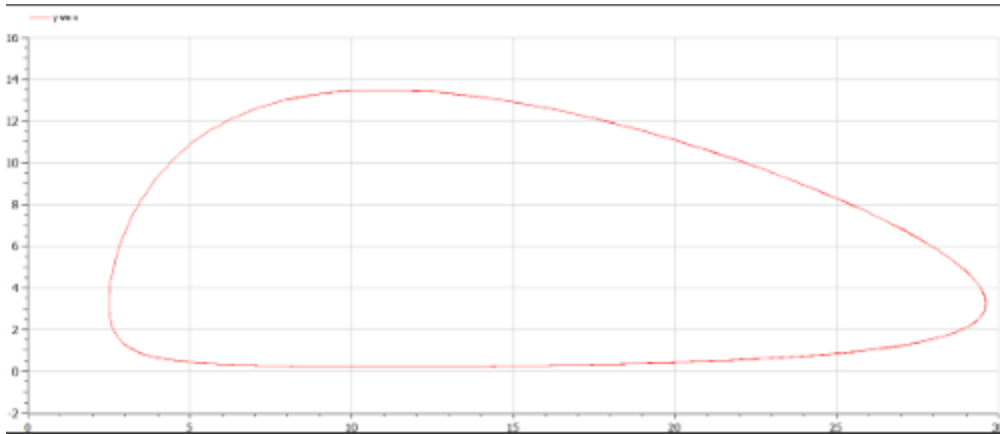
Программа выдала следующие результаты:

график зависимости численности хищников от численности жертв:

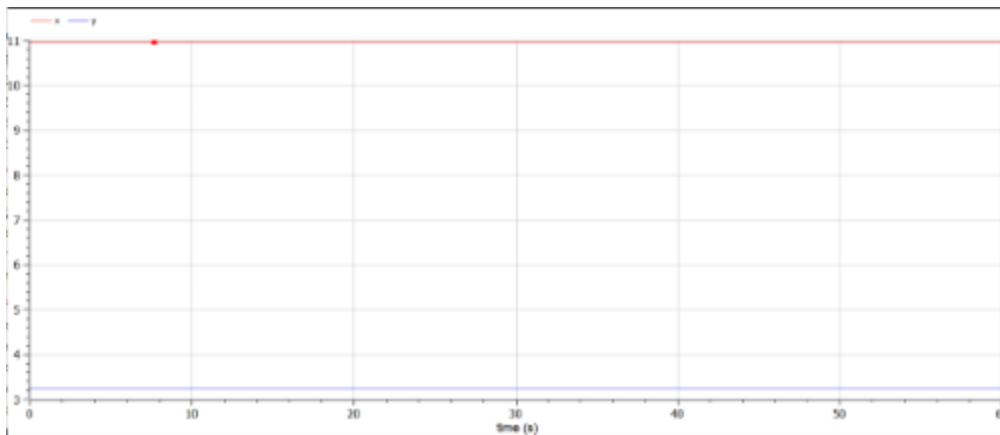


Выполнение лабораторной работы

график изменения численности хищников и численности жертв при заданных начальных условиях:



стационарное состояние системы:



Вывод

Я научился строить график зависимости численности хищников от численности жертв, график изменения численности хищников и численности жертв при различных начальных условиях. Научился находить стационарное состояние системы.