

Лабораторная работа №8

Математическое моделирование

Байрамгельдыев Довлетмурат

1 апреля 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Байрамгедыев Довлемурат
- студент 3 курса группы НФИбд-01-20
- ст. б. 1032207470
- Российский университет дружбы народов
- 1032207470@pfur.ru

Вводная часть

- Применение модели в экономике
- Необходимость визуализировать данные
- Простота построения моделей

- Построить модель конкуренции двух фирм с помощью Julia и OpenModelica
- Визуализировать построенную модель
- Проанализировать результаты

- Средства языка **Julia** для визуализации данных
- GUI **OMEdit** для визуализации данных на **OpenModelica**
- Результирующие форматы
 - `jl`
 - `mo`
 - `png`

Ход работы

- 1 случай:
$$\begin{cases} \frac{dM_1}{d\theta} = M_1 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2 \\ \frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1} M_2 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2 \end{cases}$$
- 2 случай:
$$\begin{cases} \frac{dM_1}{d\theta} = M_1 - \left(\frac{b}{c_1} + k\right) M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2 \\ \frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1} M_2 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2 \end{cases}$$
- $a_1 = \frac{p_{cr}}{\tau_1^2 \tilde{p}_1^2 Nq}, a_2 = \frac{p_{cr}}{\tau_2^2 \tilde{p}_2^2 Nq}, b = \frac{p_{cr}}{\tau_1^2 \tilde{p}_1^2 \tau_2^2 \tilde{p}_2^2 Nq}$
- $c_1 = \frac{p_{cr} - \tilde{p}_1}{\tau_1 \tilde{p}_1}, c_2 = \frac{p_{cr} - \tilde{p}_2}{\tau_2 \tilde{p}_2}$

Программа на языке Julia для первого случая

```
using Plots
using DifferentialEquations

const M0_1 = 2.5
const M0_2 = 1.5
const p_cr = 15
const N = 17
const q = 1
const tau1 = 11
const tau2 = 14
const p1 = 8
const p2 = 6

a1 = p_cr/(tau1^2*p1^2*N*q)
a2 = p_cr/(tau2^2*p2^2*N*q)
b = p_cr/(tau1^2*tau2^2*p1^2*p2^2*N*q)
c1 = (p_cr - p1)/(tau1*p1)
c2 = (p_cr - p2)/(tau2*p2)

T = (0, 30)

u0 = [M0_1, M0_2]

# 1 случай

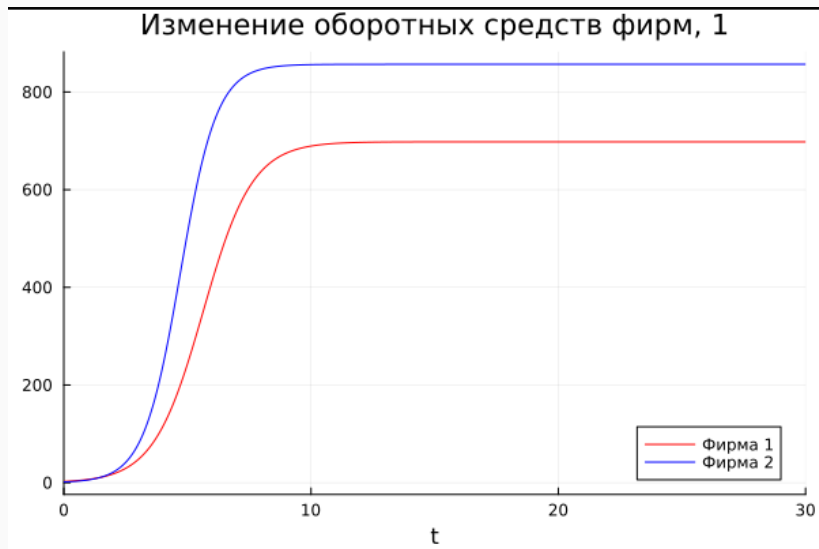
function F1(du, u, p, t)
    du[1] = u[1] - b/c1*u[1]*u[2] - a1/c1*u[1]^2
    du[2] = c2/c1*u[2] - b/c1*u[1]*u[2] - a2/c1*u[2]^2
end

prob1 = ODEProblem(F1, u0, T)
sol1 = solve(prob1, dtmax=0.01)

plt1 = plot(sol1, vars=(0, 1), color=:red, title="Изменение оборотных средств фирм, 1", legend=true, label="Фирма 1")
plot!(plt1, sol1, vars=(0, 2), color=:blue, label="Фирма 2")

savefig(plt1, "lab8_1.png")
```

График изменения оборотных средств двух фирм на языке Julia



Программа на языке Julia для второго случая

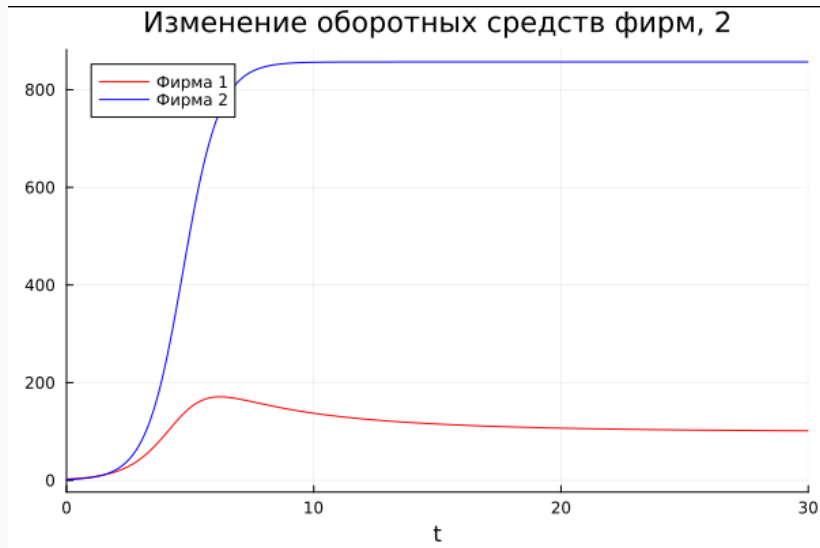
2 случай

```
function F2(du, u, p, t)
    du[1] = u[1] - (b/c1 + 0.001)*u[1]*u[2] - a1/c1*u[1]^2
    du[2] = c2/c1*u[2] - b/c1*u[1]*u[2] - a2/c1*u[2]^2
end

prob2 = ODEProblem(F2, u0, T)
sol2 = solve(prob2, dtmax=0.01)

plt2 = plot(sol2, vars=(0, 1), color=:red, title="Изменение оборотных средств фирм, 2", legend=true, label="Фирма 1")
plot!(plt2, sol2, vars=(0, 2), color=:blue, label="Фирма 2")

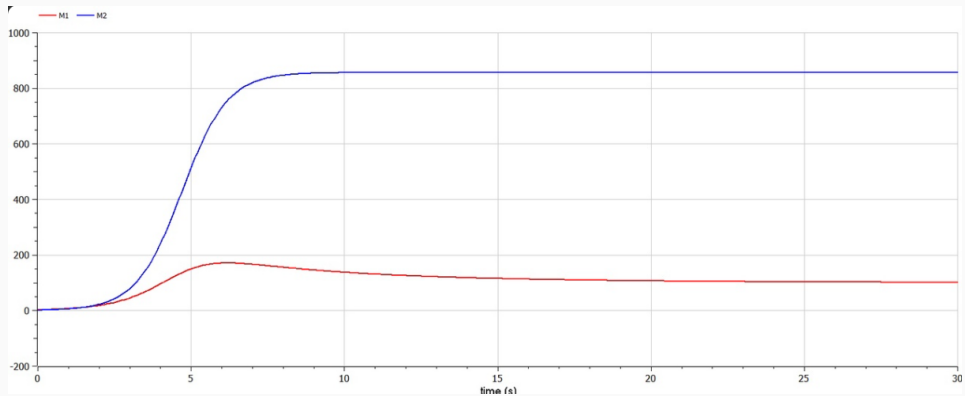
savefig(plt2, "lab8_2.png")
```



Программа на языке OpenModelica для первого случая

```
model Firm
constant Real M0_1 = 6.5;
constant Real M0_2 = 5.5;
constant Real p_cr = 35;
constant Real N = 30;
constant Real q = 1;
constant Real tau1 = 16;
constant Real tau2 = 20;
constant Real p1 = 9.9;
constant Real p2 = 8.5;
parameter Real a1 = p_cr/(tau1^2*p1^2*N*q);
parameter Real a2 = p_cr/(tau2^2*p2^2*N*q);
parameter Real b = p_cr/(tau1^2*tau2^2*p1^2*p2^2*N*q);
parameter Real c1 = (p_cr - p1)/(tau1*p1);
parameter Real c2 = (p_cr - p2)/(tau2*p2);
Real M1(start=M0_1);
Real M2(start=M0_2);
equation
der(M1) = M1 - b/c1*M1*M2 - a1/c1*M1^2;
der(M2) = c2/c1*M2 - b/c1*M1*M2 - a2/c1*M2^2;
end Firm;
```

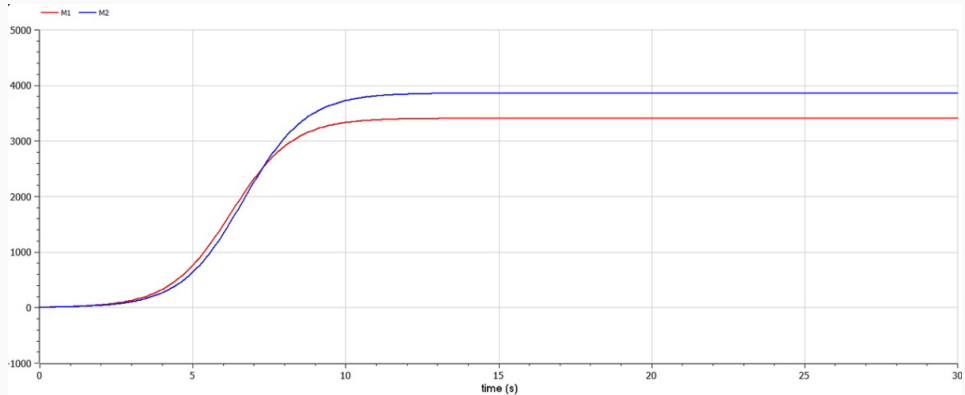
График изменения оборотных средств двух фирм на языке OpenModelica



Программа на языке OpenModelica для второго случая

```
model Firm
constant Real M0_1 = 2.5;
constant Real M0_2 = 1.5;
constant Real p_cr = 15;
constant Real N = 17;
constant Real q = 1;
constant Real tau1 = 11;
constant Real tau2 = 14;
constant Real p1 = 8;
constant Real p2 = 6;
parameter Real a1 = p_cr/(tau1^2*p1^2*N*q);
parameter Real a2 = p_cr/(tau2^2*p2^2*N*q);
parameter Real b = p_cr/(tau1^2*tau2^2*p1^2*p2^2*N*q);
parameter Real c1 = (p_cr - p1)/(tau1*p1);
parameter Real c2 = (p_cr - p2)/(tau2*p2);
Real M1(start=M0_1);
Real M2(start=M0_2);
equation
der(M1) = M1 - (b/c1 + 0.001)*M1*M2 - a1/c1*M1^2;
der(M2) = c2/c1*M2 - b/c1*M1*M2 - a2/c1*M2^2;
end Firm;
```


График изменения оборотных средств двух фирм на языке OpenModelica



Результаты

- Улучшены навыки работы с Julia и OpenModelica
- Рассмотрели модель конкуренции двух фирм в разных случаях
- Построили графики изменения оборотных средств и проанализировали