

# Лабораторная работа №8

## Модель конкуренции двух фирм

---

Хрусталеv В.Н.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

Исследовать математическую модель конкуренции двух фирм.

Вариант  $[(1132222011 \% 70) + 1] = 12$

Случай 1

$$\begin{cases} \frac{dM_1}{d\theta} = M_1 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2, \\ \frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1} M_2 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_2^2, \end{cases}$$

где  $a_1 = \frac{p_{cr}}{\tau_1^2 \tilde{p}_1^2 Nq}$ ,  $a_2 = \frac{p_{cr}}{\tau_2^2 \tilde{p}_2^2 Nq}$ ,  $b = \frac{p_{cr}}{\tau_1^2 \tilde{p}_1^2 \tau_2^2 \tilde{p}_2^2 Nq}$ ,  $c_1 = \frac{p_{cr} - \tilde{p}_1}{\tau_1 \tilde{p}_1}$ ,  $c_2 = \frac{p_{cr} - \tilde{p}_1}{\tau_2 \tilde{p}_2}$

Также введена нормировка  $t = c_1 \theta$ .

$$\begin{cases} \frac{dM_1}{d\theta} = M_1 - \left(\frac{b}{c_1} + 0.0003\right)M_1M_2 - \frac{a_1}{c_1}M_1^2, \\ \frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1}M_2 - \frac{b}{c_1}M_1M_2 - \frac{a_1}{c_1}M_2^2, \end{cases}$$

$$\begin{aligned}M_0^1 &= 4.8, M_0^2 = 4.5, \\p_{cr} &= 12, N = 39, q = 1 \\ \tau_1 &= 19, \tau_2 = 29, \\ \tilde{p}_1 &= 7.9, \tilde{p}_2 = 5.8\end{aligned}$$

Обозначения:

- $N$  – число потребителей производимого продукта.
- $\tau$  – длительность производственного цикла
- $p$  – рыночная цена товара
- $\tilde{p}$  – себестоимость продукта, то есть переменные издержки на производство единицы продукции.
- $q$  – максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени
- $\theta = \frac{t}{c_1}$  – безразмерное время



1. Построить графики изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1.
2. Построить графики изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 2.

```
using Plots, DifferentialEquations
```

```
p_cr = 12
```

```
t1 = 19
```

```
p1 = 7.9
```

```
t2 = 29
```

```
p2 = 5.8
```

```
N = 39
```

```
q = 1
```

```
a1 = p_cr/(t1^2*p1^2*N*q)
a2 = p_cr/(t2^2*p2^2*N*q)
b  = p_cr/(t1^2*t2^2*p1^2*p2^2*N*q)
c1 = (p_cr-p1)/(t1*p1)
c2 = (p_cr-p2)/(t2*p2)
```

```
u0 = [4.9, 4.4]  
p = [a1, a2, b, c1, c2]  
tspan = (0.0, 30.0)
```

```
function ode_fn(u,p,t)
    M01, M02 = u
    a1, a2, b, c1, c2 = p
    M1 = M01 -(b/c1)*M01*M02 - (a1/c1)*M01^2
    M2 = (c2/c1)*M02-(b/c1)*M01*M02-(a2/c1)*M02^2
    return [M1, M2]
end
```

```
prob = ODEProblem(ode_fn, u0, tspan, p)
sol = solve(prob, Tsit5(), saveat = 0.01)
plt = plot(sol, yaxis = "Оборотные средства предприятия", label = ["M1" "M2"])
savefig(plt, "lab08_1.png")
```

## Случай 1 | График изменения оборотных средств

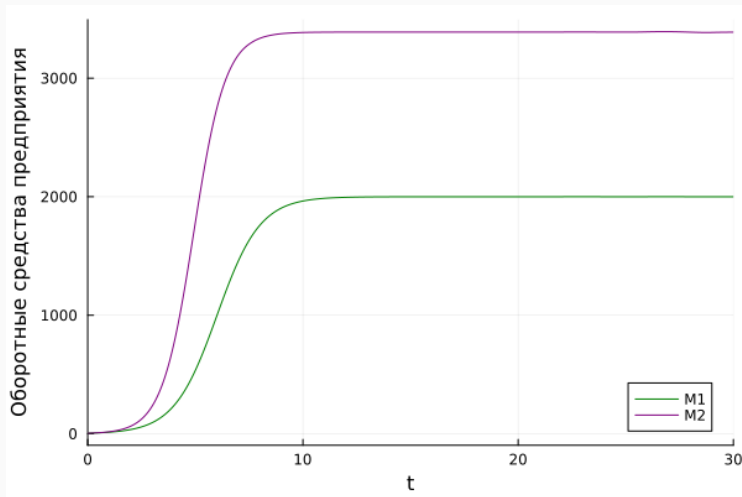


Рис. 1: График изменения оборотных средств для случая 1

```
using Plots, DifferentialEquations
```

```
p_cr = 12
```

```
t1 = 19
```

```
p1 = 7.9
```

```
t2 = 29
```

```
p2 = 5.8
```

```
N = 39
```

```
q = 1
```



```
a1 = p_cr/(t1^2*p1^2*N*q)
a2 = p_cr/(t2^2*p2^2*N*q)
b = p_cr/(t1^2*t2^2*p1^2*p2^2*N*q)
c1 = (p_cr-p1)/(t1*p1)
c2 = (p_cr-p2)/(t2*p2)
```

```
u0 = [4.9, 4.4]  
p = [a1, a2, b, c1, c2]  
tspan = (0.0, 30.0)
```

```
function ode_fn(u,p,t)
    M01, M02 = u
    a1, a2, b, c1, c2 = p
    M1 = M01 - ((b/c1)+0.0003)*M01*M02-(a1/c1)*M01^2
    M2 = (c2/c1)*M02-(b/c1)*M01*M02-(a2/c1)*M02^2
    return [M1, M2]
end
```

```
prob = ODEProblem(ode_fn, u0, tspan, p)
sol = solve(prob, Tsit5(), saveat = 0.01)
plt = plot(sol, yaxis = "Оборотные средства предприятия", label = ["M1" "M2"])
savefig(plt, "lab08_1.png")
```

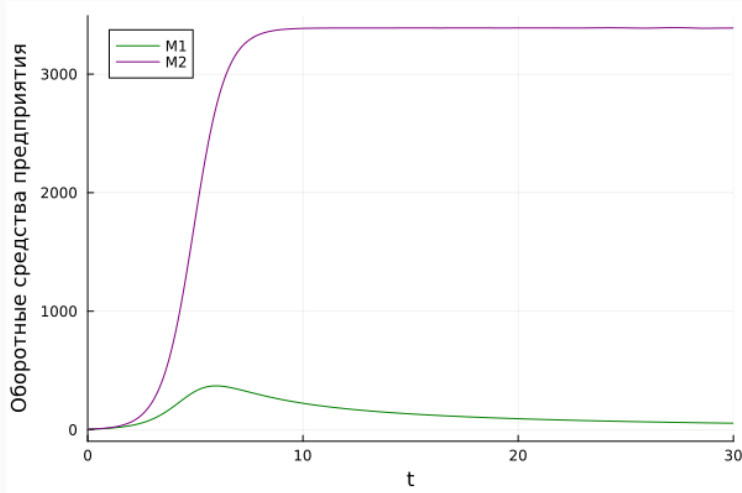


Рис. 2: График изменения оборотных средств для случая 2

В ходе выполнения лабораторной работы я исследовал модель конкуренции двух фирм.