

# Лабораторная работа № 8

---

Сулицкий Богдан Романович

2023, Москва

Изучить модель конкуренции для двух фирм и в двух случаях. Построить графики с помощью представленных уравнений, описывающих случаи.

1. Изучить модель конкуренции двух фирм
2. Изучить случаи представленные в варианте
3. Построить графики изменения оборотных средств в двух случаях

## Код на Julia - функции ОДУ и визуализации(@fig:001)

```
using Plots
using DifferentialEquations

range = (0, 20) # интервал времени
Pcr = 21 # критическая стоимость продукта
t1, t2 = 17, 20 # длительность производственного цикла каждой фирмы
p1, p2 = 14, 12 # себестоимость продукта для каждой фирмы
N = 24 # число потребителей производимого продукта
q = 1 # максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени
M1, M2 = 2.6, 1.9 # оборот средств каждой фирмы
a1 = Pcr / (t1*t1*p1*p1*N*q)
a2 = Pcr / (t2*t2*p2*p2*N*q)
b = Pcr / (t1*t1*t2*t2*p1*p1*p2*p2*N*q)
c1 = (Pcr - p1) / (t1*p1)
c2 = (Pcr - p2) / (t2*p2)
d = 0.0018 # постоянные издержки

function f1(du, u, p, t) # случай 1
    du[1] = u[1] * (-b/c1)*u[1]*u[2] - (a1/c1)*u[1]*u[1]
    du[2] = (c2/c1)*u[2] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a2/c1)*u[2]*u[2]
end

function f2(du, u, p, t) # случай 2
    du[1] = u[1] * (-b/c1*d)*u[1]*u[2] - (a1/c1)*u[1]*u[1]
    du[2] = (c2/c1)*u[2] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a2/c1)*u[2]*u[2]
end

function draw(text) # отображение
    ax = Plots.axes()
    ax.set_title(text * " (линейный)")
    ax.plot(time, m1, color="red")
    ax.plot(time, m2, color="blue")
    show()
    c1f()
    ax = Plots.axes()
    ax.set_title(text * " (направленный)")
    ax.plot(m1, m2, color="green")
    show()
end
```

Рис. 1: Код Julia - I часть

Код на Julia - решение ОДУ и вызов функции визуализации(@fig:002)

```
ode = ODEProblem(f1, [M1,M2], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.02)
m1 = [u[1] for u in sol.u]
m2 = [u[2] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw("Случай 1")

ode = ODEProblem(f2, [M1,M2], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.02)
m1 = [u[1] for u in sol.u]
m2 = [u[2] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw("Случай 2")
```

Результаты:(@fig:003-@fig:006)

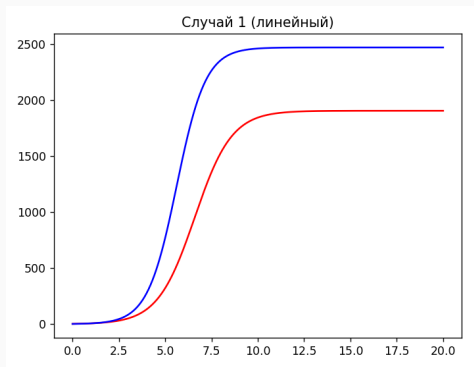


Рис. 3: Математическая модель - I случай

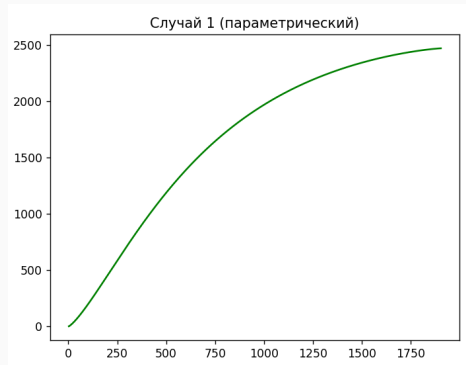


Рис. 4: Математическая модель - I случай(парам.)

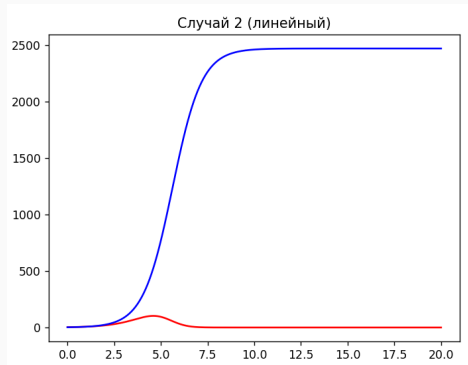


Рис. 5: Математическая модель - II случай



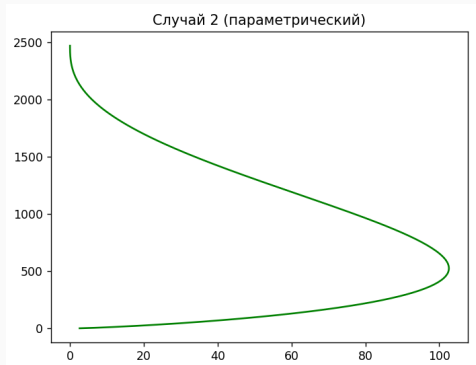


Рис. 6: Математическая модель - II случай(парам.)

## Код на OpenModelica(@fig:007-@fig:008)

```
model model_1

parameter Real p_cr = 21; //критическая стоимость продукта
parameter Real tau1 = 17; //длительность производственного цикла фирмы 1
parameter Real p1 = 14; //себестоимость продукта у фирмы 1
parameter Real tau2 = 20; //длительность производственного цикла фирмы 2
parameter Real p2 = 12; //себестоимость продукта у фирмы 2
parameter Real N = 24; //число потребителей производимого продукта
parameter Real q = 1; //максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени

parameter Real a1 = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q);
parameter Real a2 = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q);
parameter Real b = p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q);
parameter Real c1 = (p_cr-p1)/(tau1*p1);
parameter Real c2 = (p_cr-p2)/(tau2*p2);

parameter Real d = 0.0018;
Real M1(start=2.6);
Real M2(start=1.9);

equation
der(M1) = M1-(b/c1)*M1*M2-(a1/c1)*M1*M1;
der(M2) = (c2/c1)*M2-(b/c1)*M1*M2-(a2/c1)*M2*M2;

annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 20, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.02));

end model_1;
```

```
model model_2
```

```
parameter Real p_cr = 21; //критическая стоимость продукта  
parameter Real tau1 = 17; //длительность производственного цикла фирмы 1  
parameter Real p1 = 14; //себестоимость продукта у фирмы 1  
parameter Real tau2 = 20; //длительность производственного цикла фирмы 2  
parameter Real p2 = 12; //себестоимость продукта у фирмы 2  
parameter Real N = 24; //число потребителей производимого продукта  
parameter Real q = 1; //максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени
```

```
parameter Real a1 = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q);  
parameter Real a2 = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q);  
parameter Real b = p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q);  
parameter Real c1 = (p_cr-p1)/(tau1*p1);  
parameter Real c2 = (p_cr-p2)/(tau2*p2);
```

```
parameter Real d = 0.0018;  
Real M1(start=2.6);  
Real M2(start=1.9);
```

```
equation  
der(M1) = M1-(b/c1+d)*M1*M2-(a1/c1)*M1*M1;  
der(M2) = (c2/c1)*M2-(b/c1)*M1*M2-(a2/c1)*M2*M2;
```

```
annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 20, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.02));
```

```
end model_2;
```

Рис. 8: OpenModelica - II случай

Результаты:(@fig:009-@fig:012)

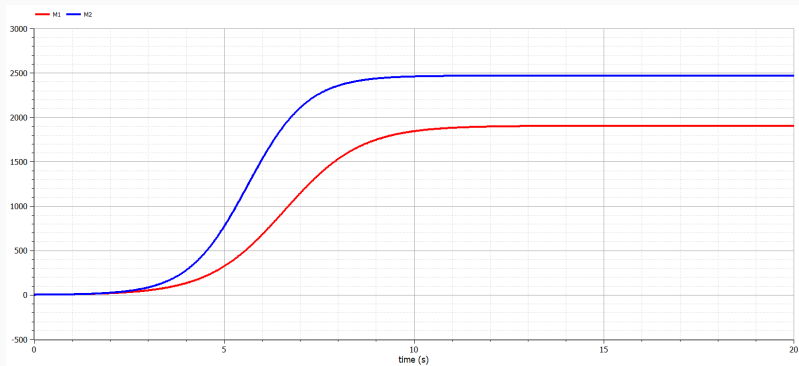


Рис. 9: Математическая модель - I случай

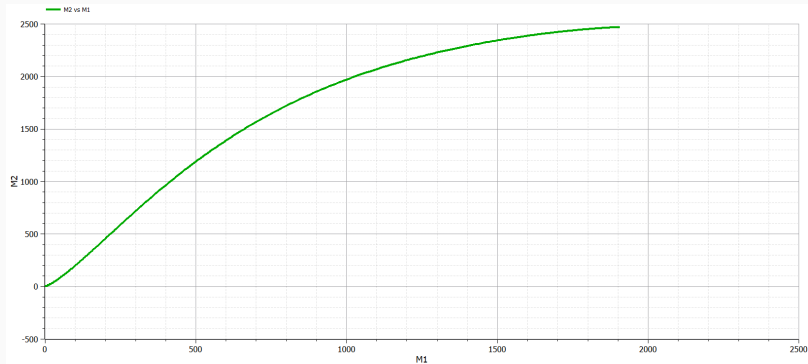


Рис. 10: Математическая модель - I случай(парам.)

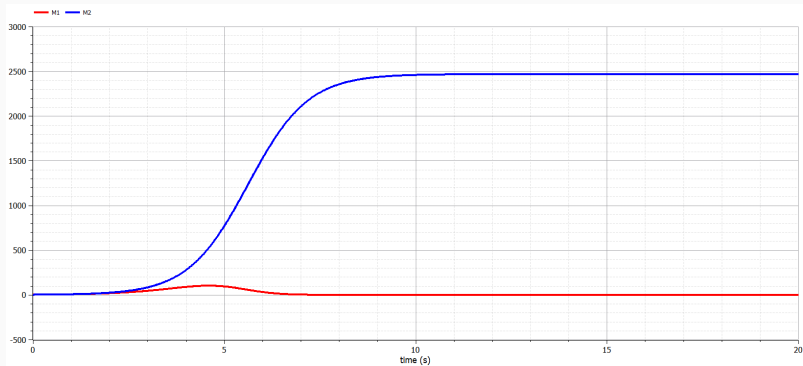


Рис. 11: Математическая модель - II случай

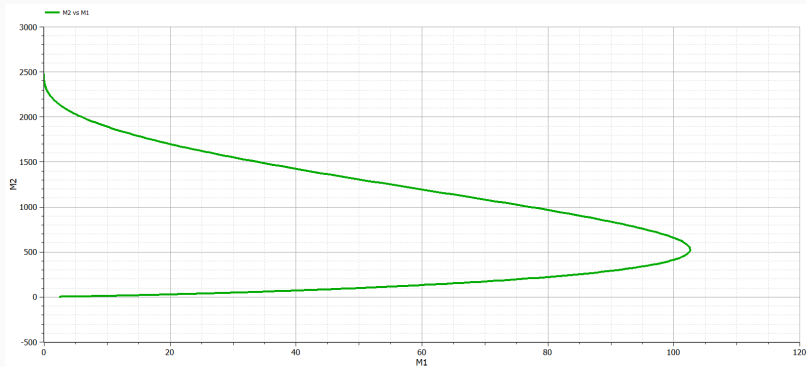


Рис. 12: Математическая модель - II случай(парам.)

В ходе выполнения лабораторной работы была изучена модель конкуренции двух фирм и построены графики.