

Математическое моделирование

Лабораторная работа №8

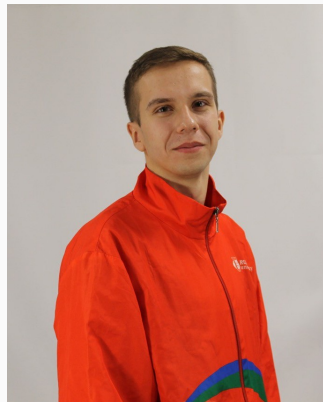
Матюшкин Д. В.

30 марта 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Матюшкин Денис Владимирович
- студент 3-го курса
- группа НПИбд-02-21
- Российский университет дружбы народов
- 1032212279@pfur.ru
- <https://stifell.github.io/ru/>



Цель работы

- Построение модели конкуренции двух фирм.

Задание

Случай 1 Рассмотрим две фирмы, производящие взаимозаменяемые товары одинакового качества и находящиеся в одной рыночной нише. Считаем, что в рамках нашей модели конкурентная борьба ведётся только рыночными методами. То есть, конкуренты могут влиять на противника путем изменения параметров своего производства: себестоимость, время цикла, но не могут прямо вмешиваться в ситуацию на рынке («назначать» цену или влиять на потребителей каким-либо иным способом):

$$\frac{dM_1}{d\Theta} = M_1 - \frac{b}{c_1}M_1M_2 - \frac{a_1}{c_1}M_1^2$$

$$\frac{dM_2}{d\Theta} = \frac{c_2}{c_1}M_2 - \frac{b}{c_1}M_1M_2 - \frac{a_2}{c_1}M_2^2$$

где

$$a_1 = \frac{p_{cr}}{\tau_1^2 \tilde{p}_1^2 N q}$$

$$a_2 = \frac{p_{cr}}{\tau_2^2 \tilde{p}_2^2 N q}$$

$$b = \frac{p_{cr}}{\tau_1^2 \tilde{p}_1^2 \tau_2^2 \tilde{p}_2^2 N q}$$

$$c_1 = \frac{p_{cr} - \tilde{p}_1}{\tau_1 \tilde{p}_1}$$

$$c_2 = \frac{p_{cr} - \tilde{p}_2}{\tau_2 \tilde{p}_2}$$

Также введена нормировка $t = c_1 \Theta$.

Случай 2 Рассмотрим модель, когда, помимо экономического фактора влияния (изменение себестоимости, производственного цикла, использование кредита и т.п.), используются еще и социально-психологические факторы – формирование общественного предпочтения одного товара другому, не зависимо от их качества и цены. В этом случае взаимодействие двух фирм будет зависеть друг от друга, соответственно коэффициент перед $M_1 M_2$ будет отличаться. Пусть в рамках рассматриваемой модели динамика изменения объемов продаж фирмы 1 и фирмы 2 описывается следующей системой уравнений:

$$\frac{dM_1}{d\Theta} = M_1 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2$$

$$\frac{dM_2}{d\Theta} = \frac{c_2}{c_1} M_2 - \left(\frac{b}{c_1} + 0.00031 \right) M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2$$

Для обоих случаев рассмотрим задачу со следующими начальными условиями и параметрами

$$M_0^1 = 6.4 \quad M_0^2 = 4.1$$

$$p_{cr} = 20 \quad N = 40 \quad q = 1$$

$$\tau_1 = 20 \quad \tau_2 = 15$$

$$\tilde{p}_1 = 7 \quad \tilde{p}_2 = 9.5$$

Выполнение лабораторной работы

```
using Plots
using DifferentialEquations

p_cr=20
N=40
q=1
tau1=20
tau2=15
p1=7
p2=9.5
d = 0.00031
a1 = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q)
a2 = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q)
c1 = (p_cr-p1)/(tau1*p1)
```

```
c2 = (p_cr-p2)/(tau2*p2)
b = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*tau2*tau2*p2*p2*N*q)
M1=6.4
M2=4.1
t = collect(LinRange(0, 20, 500))
tspan = (0, 20)

function syst(dy, y, p, t)
    dy[1] = y[1] - (b/c1)*y[1]*y[2] - (a1/c1)*y[1]*y[1]
    dy[2] = (c2/c1)*y[2] - (b/c1)*y[1]*y[2] - (a2/c1)*y[2]*y[2]
end
prob = ODEProblem(syst, [M1, M2], tspan)
sol = solve(prob, saveat=t)
```

```
plot(sol)
savefig("../report/image/01.png")
function syst(dy, y, p, t)
    dy[1] = y[1] - (b/c1)*y[1]*y[2] - (a1/c1)*y[1]*y[1]
    dy[2] = (c2/c1)*y[2] - (b/c1+d)*y[1]*y[2] - (a2/c1)*y[2]*y[2]
end
prob = ODEProblem(syst, [M1, M2], tspan)
sol = solve(prob, saveat=t)
plot(sol)
savefig("../report/image/02.png")
```

```
model lab8
parameter Real p_cr=20;
parameter Real N=40;
parameter Real q=1;
parameter Real tau1=20;
parameter Real tau2=15;
parameter Real p1=7;
parameter Real p2=9.5;
parameter Real d=0.00031;
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*p1*p1*tau2*tau2*p2*p2*N*q);
parameter Real c1 = (p_cr-p1)/(tau1*p1);
parameter Real c2 = (p_cr-p2)/(tau2*p2);
```

```
Real M1_1(start=6.4);
```

```
Real M2_1(start=4.1);
```

```
Real M1_2(start=6.4);
```

```
Real M2_2(start=4.1);
```

```
equation
```

```
der(M1_1) = M1_1 - (b/c1)*M1_1*M2_1 - (a1/c1)*M1_1*M1_1;
```

```
der(M2_1) = (c2/c1)*M2_1 - (b/c1)*M1_1*M2_1 - (a2/c1)*M2_1*M2_1;
```

```
equation
```

```
der(M1_2) = M1_2 - (b/c1)*M1_2*M2_2 - (a1/c1)*M1_2*M1_2;
```

```
der(M2_2) = (c2/c1)*M2_2 - (b/c1+d)*M1_2*M2_2 - (a2/c1)*M2_2*M2_2;
```

```
end lab8;
```


Результаты работы

Результаты на Julia (рис. 1 и 2).

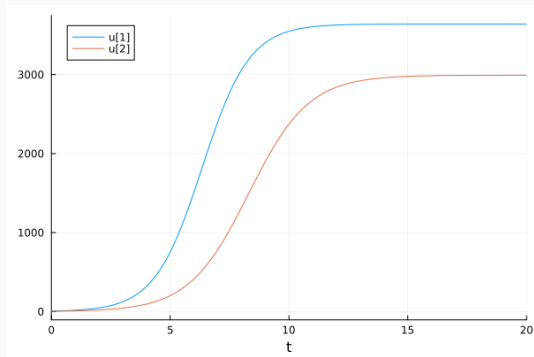


Рис. 1: График для случая 1 (Julia)

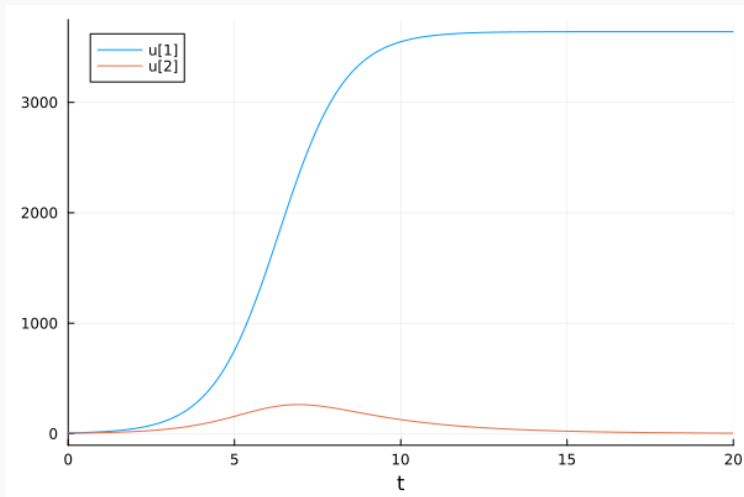


Рис. 2: График для случая 2 (Julia)

Результаты на OpenModelica (рис. 3 и 4).

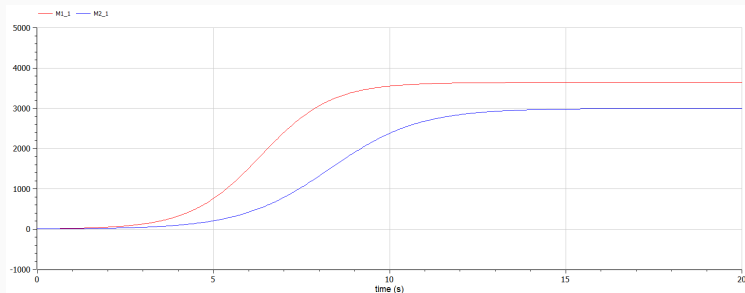


Рис. 3: График для случая 1 (OpenModelica)

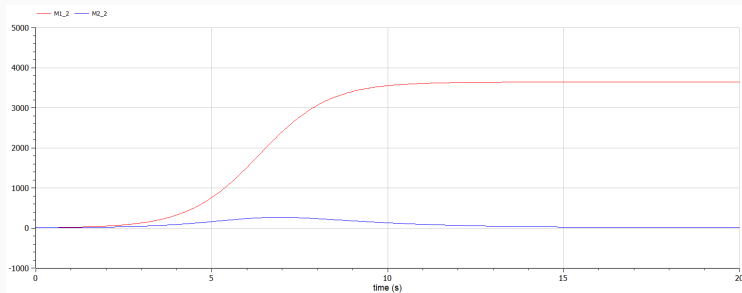


Рис. 4: График для случая 2 (OpenModelica)

- В ходе выполнения лабораторной работы мы построили модель конкуренции двух фирм.