

# **Отчет по лабораторной работе № 8**

**По дисциплине Математическое Моделирование**

Максимов Алексей Александрович

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>9</b>
4.0.1	на Julia . . . . .	10
4.0.2	на OpenModelica . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Выводы</b>	<b>15</b>

# Список иллюстраций

2.1	image . . . . .	7
4.1	image . . . . .	10
4.2	image . . . . .	11
4.3	image . . . . .	12
4.4	image . . . . .	13
4.5	image . . . . .	14
4.6	image . . . . .	14

## Список таблиц

# 1 Цель работы

Ознакомиться с языком программирования Julia и OpenModelica и решить задачу о конкуренции двух фирм.



## 2 Задание

### Вариант 32

**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.) Будем считать, что постоянные издержки пренебрежимо малы, и в модели учитывать не будем. В этом случае динамика изменения объемов продаж фирмы 1 и фирмы 2 описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned}\frac{dM_1}{d\theta} &= M_1 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2 \\ \frac{dM_2}{d\theta} &= \frac{c_2}{c_1} M_2 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2\end{aligned}$$

где  $a_1 = \frac{p_{\sigma}}{\tau_1^2 \tilde{p}_1^2 N q}$ ,  $a_2 = \frac{p_{\sigma}}{\tau_2^2 \tilde{p}_2^2 N q}$ ,  $b = \frac{p_{\sigma}}{\tau_1^2 \tilde{p}_1^2 \tau_2^2 \tilde{p}_2^2 N q}$ ,  $c_1 = \frac{p_{\sigma} - \tilde{p}_1}{\tau_1 \tilde{p}_1}$ ,  $c_2 = \frac{p_{\sigma} - \tilde{p}_2}{\tau_2 \tilde{p}_2}$ .

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:

$$\begin{aligned}\frac{dM_1}{d\theta} &= M_1 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2 \\ \frac{dM_2}{d\theta} &= \frac{c_2}{c_1} M_2 - \left( \frac{b}{c_1} + 0,00033 \right) M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2\end{aligned}$$

Для обоих случаев рассмотрим задачу со следующими начальными условиями и

$$M_0^1 = 3,3, M_0^2 = 2,2,$$

параметрами:  $p_{\sigma} = 26, N = 33, q = 1$

$$\tau_1 = 25, \tau_2 = 14,$$

$$\tilde{p}_1 = 5,5, \tilde{p}_2 = 11$$

**Замечание:** Значения  $p_{\sigma}, \tilde{p}_{1,2}, N$  указаны в тысячах единиц, а значения  $M_{1,2}$  указаны в млн. единиц.

Рис. 2.1: image

### 3 Теоретическое введение

Для построения модели конкуренции хотя бы двух фирм необходимо рассмотреть модель одной фирмы. Вначале рассмотрим модель фирмы, производящей продукт долговременного пользования, когда цена его определяется балансом спроса и предложения. Примем, что этот продукт занимает определенную нишу рынка и конкуренты в ней отсутствуют. Для обоих случаев рассмотрим задачу со следующими начальными условиями и параметрами:  $N$  – число потребителей производимого продукта.  $\Delta$  – длительность производственного цикла  $p$  – рыночная цена товара  $p\Delta$  – себестоимость продукта, то есть переменные издержки на производство единицы продукции.  $q$  – максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени  $O$  – безразмерное время. Для вычисления коэффициентов используем того вышеперечисленные параметры.





## 4 Выполнение лабораторной работы

### 4.0.1 на Julia



```
lab7.jl x lab8.jl x
using Plots
using DifferentialEquations

println("good")

p_cr = 26
tau1 = 25
p1 = 5.5
tau2 = 14
p2 = 11.0
N = 33
q = 1
M0_1 = 3.3
M0_2 = 2.2

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

t0=0
tmax=30
step=4000
t = collect(LinRange(t0, tmax, step))

function syst(dx, x, p, t)
    dx[1] = x[1]-b/c1*x[1]*x[2]-a1/c1*x[1]*x[1]
    dx[2] = c2/c1*x[2]-b/c1*x[1]*x[2]-a2/c1*x[2]*x[2]
end

function syst2(dx, x, p, t)
    dx[1] = x[1]-b/c1*x[1]*x[2]-a1/c1*x[1]*x[1]
    dx[2] = c2/c1*x[2]-(b/c1 + 0.00033)*x[1]*x[2]-a2/c1*x[2]*x[2]
end

x0=[M0_1, M0_2]
tspan=(0, 80)
prob = ODEProblem(syst, x0, tspan)
sol = solve(prob, saveat = t)
plot(sol)
savefig("C:\\Users\\maks\\OneDrive\\Рабочий стол\\unik2.0\\Математическое
Моделирование\\julia\\julia\\lab4jl08.1.png")

prob = ODEProblem(syst2, x0, tspan)
sol = solve(prob, saveat = t)
plot(sol)

savefig("C:\\Users\\maks\\OneDrive\\Рабочий стол\\unik2.0\\Математическое
Моделирование\\julia\\julia\\lab4jl08.2.png")
```

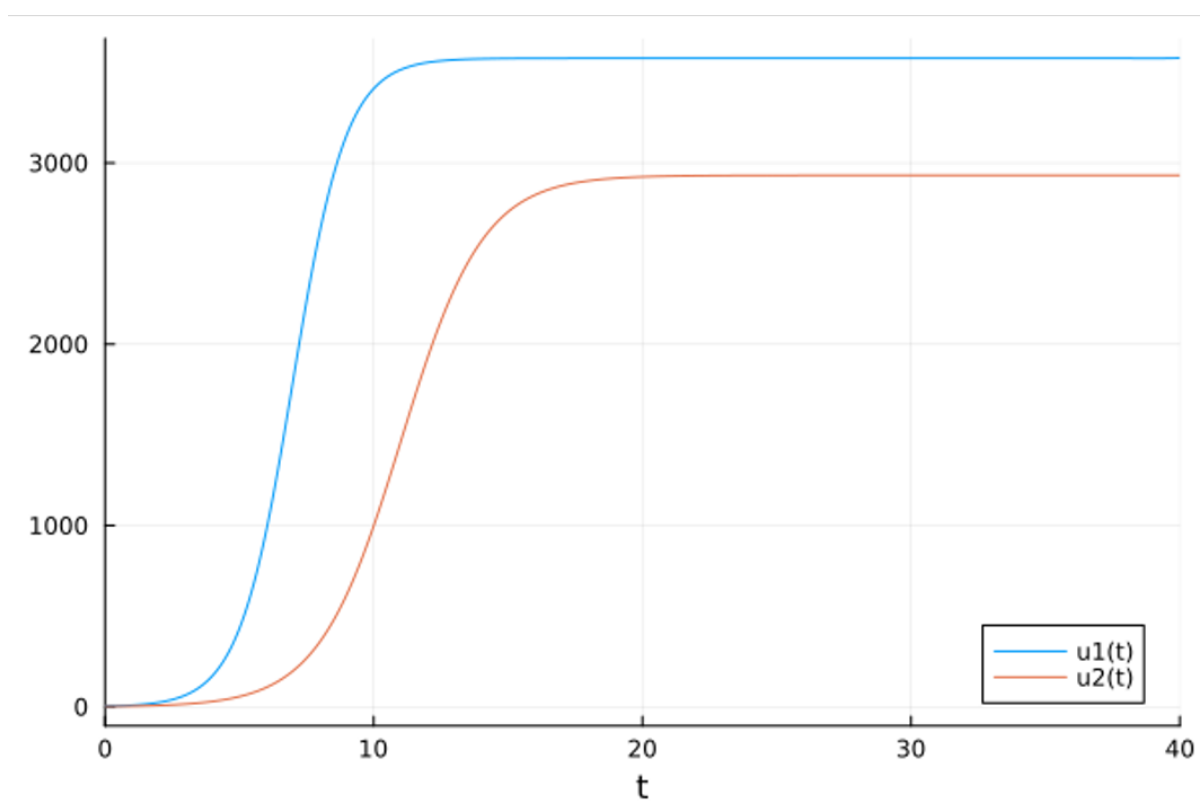


Рис. 4.2: image

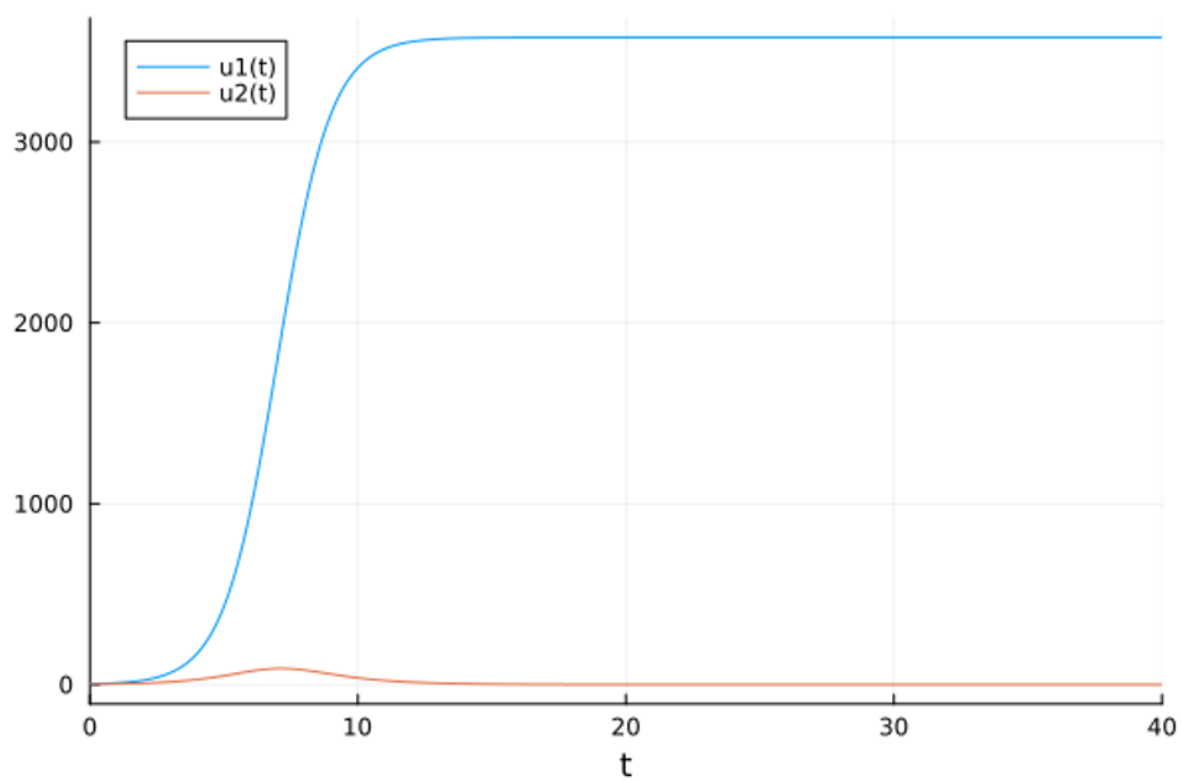


Рис. 4.3: image

## 4.0.2 на OpenModelica

```
1 model lab8
2
3 parameter Real p_cr = 26;
4 parameter Real N = 33;
5 parameter Real q = 1;
6 parameter Real tau1 = 25;
7 parameter Real tau2 = 14;
8 parameter Real p1 = 5.5;
9 parameter Real p2 = 11;
10
11 parameter Real a1=p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q);
12 parameter Real a2=p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q);
13 parameter Real b=p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q);
14 parameter Real c1=(p_cr-p1)/(tau1*p1);
15 parameter Real c2=(p_cr-p2)/(tau2*p2);
16
17 Real M1_1(start=5);
18 Real M2_1(start=4.5);
19 Real M1_2(start=5);
20 Real M2_2(start=4.5);
21
22 equation
23   der(M1_1) = M1_1 - (b/c1)*M1_1*M2_1 - (a1/c1)*M1_1*M1_1;
24   der(M2_1) = (c2/c1)*M2_1 - (b/c1)*M1_1*M2_1 - (a2/c1)*M2_1*M2_1;
25
26 equation
27   der(M1_2) = M1_2 - (b/c1)*M1_2*M2_2 - (a1/c1)*M1_2*M1_2;
28   der(M2_2) = (c2/c1)*M2_2 - (b/c1 + 0.00033)*M1_2*M2_2 - (a2/c1)*M2_2*M2_2;
29
30 end lab8;
```

Рис. 4.4: image

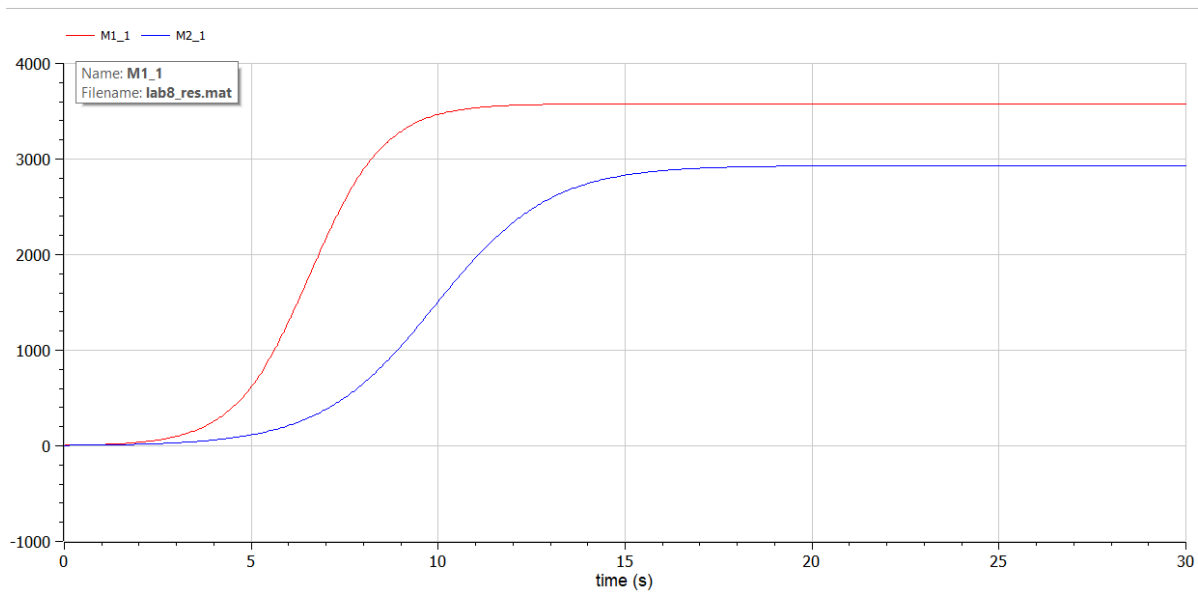


Рис. 4.5: image

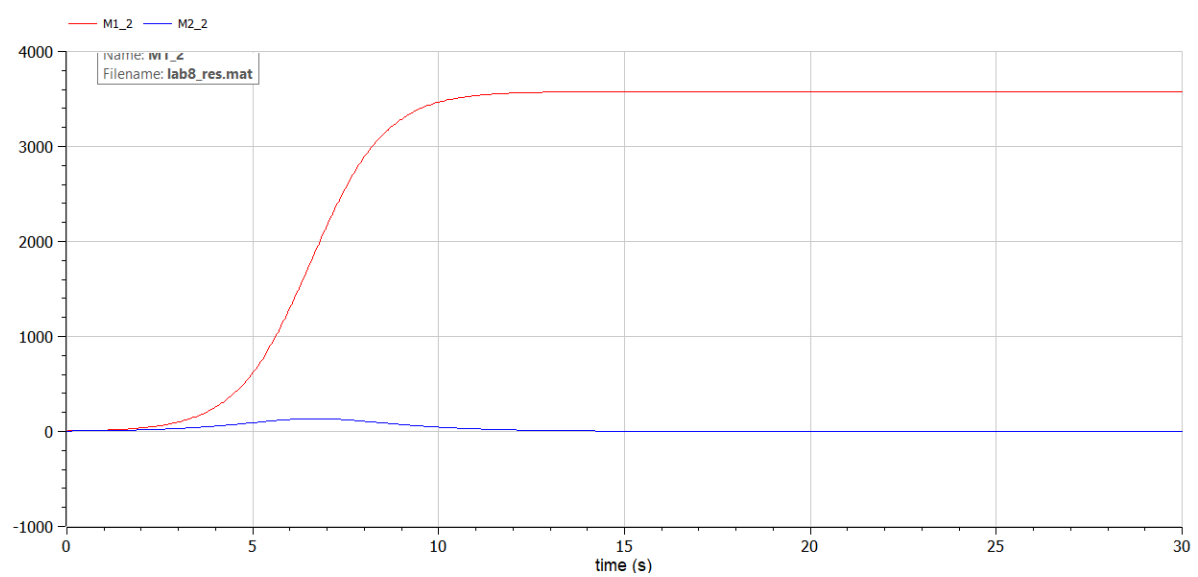


Рис. 4.6: image

## 5 Выводы

Решили задачу и написали программу на Julia и OpenModelica