

Лабораторная работа № 8

Соболевский Денис Андреевич

2023, Москва

Цель работы

Цель данной работы: 1. Построение графика изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1. 2. Построение графика изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 2.

Вариант 9

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

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_1M_2 будет отличаться. Пусть в

рамках рассматриваемой модели динамика изменения объемов продаж фирмы 1 и фирмы 2 описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned}\frac{dM_1}{d\theta} &= M_1 - \left(\frac{b}{c_1} + 0,0018 \right) M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2 \\ \frac{dM_2}{d\theta} &= \frac{c_2}{c_1} M_2 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2\end{aligned}$$

Для обоих случаев рассмотрим задачу со следующими начальными условиями и

$$\begin{aligned}M_0^1 &= 2.6, M_0^2 = 1.9, \\ \text{параметрами: } p_{cr} &= 21, N = 24, q = 1 \\ \tau_1 &= 17, \tau_2 = 20, \\ \tilde{p}_1 &= 14, \tilde{p}_2 = 12\end{aligned}$$

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

Обозначения:

N – число потребителей производимого продукта.

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

Выполнение лабораторной работы

Julia (первый случай)

Описание переменных

```
##### DifferentialEquations
##### ots

##### 21
##### 24
#####
##### 17
##### 0
##### 4
#####

##### r/(tau1*tau1*p1*p1*N*q)
##### r/(tau2*tau2*p2*p2*N*q)
##### /(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q)
##### cr-p1)/(tau1*p1)
##### cr-p2)/(tau2*p2)
```

Julia (первый случай)

Функция построения графиков:

```
function Fun(du, u, p, t)
    M2 = u
    [ ] = u[1]-b/c1*u[1]*u[2]-a1/c1*u[1]*u[1]
    [ ] = c2/c1*u[2]-b/c1*u[1]*u[2]-a2/c1*u[2]*u[2]
end

[ ] = [ ] , 9.1]
[ ] = [ ] 0.0, 30.0)
[ ] = DEProblem(Fun, v, time)
[ ] = solve(prob, dtmax = 0.05)
[ ] = [ ] 1] for u in sol.u]
[ ] = [ ] 2] for u in sol.u]
[ ] = [ ] or t in sol.t]
```

Julia (первый случай)

Построение графиков:

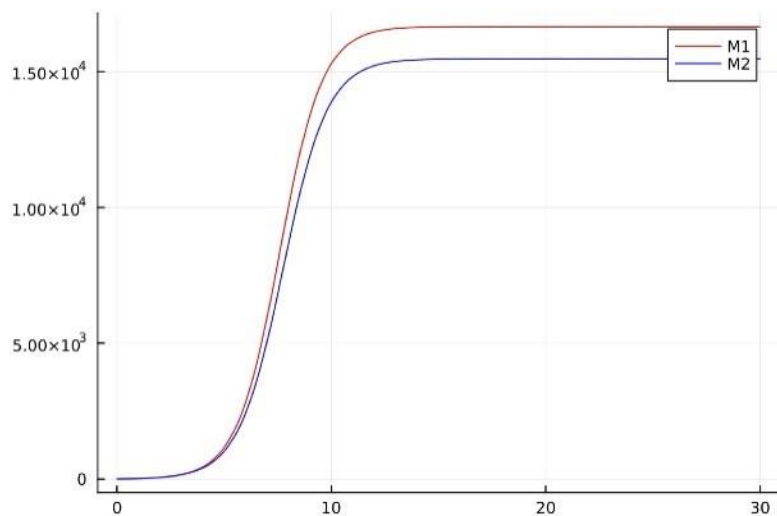
```
plot(
    = 300,
    nd=:topright)
```

```
plot(
    l = "M1",
    r = :red)
```

```
plot(
    l = "M2",
    r = :blue)
```


Результаты работы кода на Julia

Out [2]:



“Рис.1 График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1 на языке Julia”

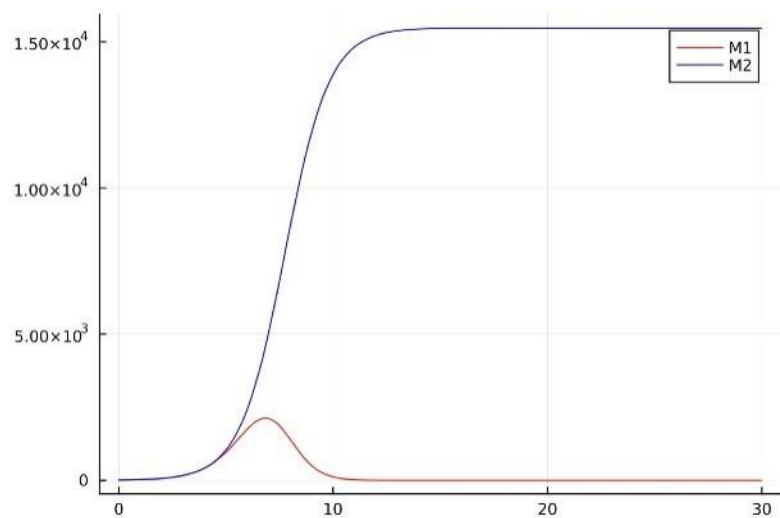
Julia (второй случай)

По аналогии с первым случаем описываются переменные. Меняется только функция.

```
function Fun(du, u, p, t)
    M2 = u
    du[1] = u[1] - (b/c1 + 0.00019) * 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
```

Результаты работы кода на Julia

Out[1]:



“Рис.2 График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 2 на языке Julia”

OpenModelica (первый случай)

```

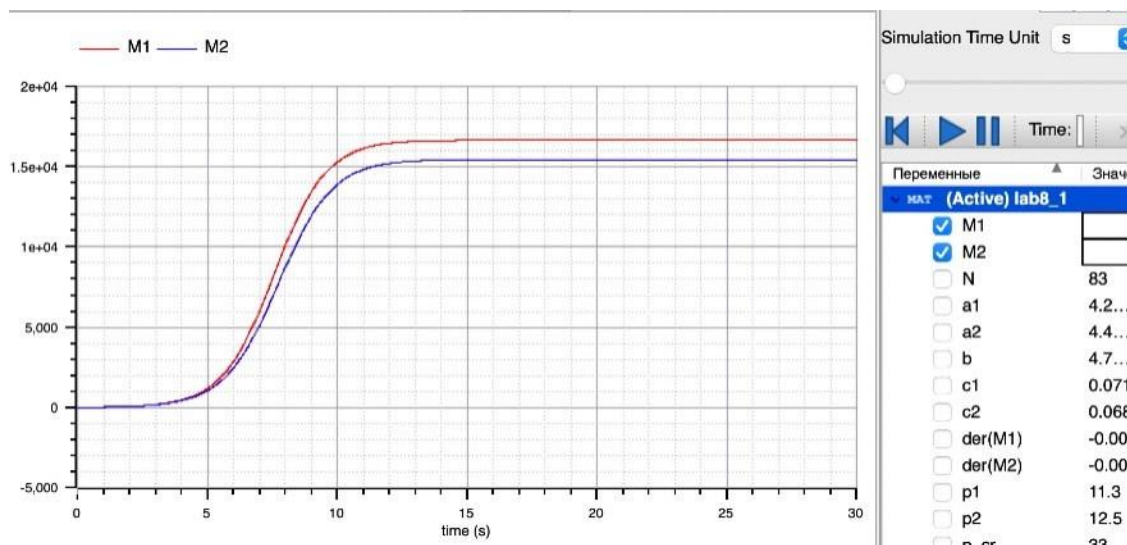
| | | | | | | | | | b8_1
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | r = 21;
| | | | | | | | | | 24;
| | | | | | | | | | 1;
| | | | | | | | | | 1 = 17;
| | | | | | | | | | 2 = 20;
| | | | | | | | | | = 14;
| | | | | | | | | | = 12;
| | | | | | | | | | = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q);
| | | | | | | | | | = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q);
| | | | | | | | | | p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q);
| | | | | | | | | | = (p_cr-p1)/(tau1*p1);
| | | | | | | | | | = (p_cr-p2)/(tau2*p2);
| | | | | | | | | | equation
| | | | | | | | | | ;
| | | | | | | | | | ;
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
```

```

    = M1-b/c1*M1*M2-a1/c1*M1*M1;
    = c2/c1*M2-b/c1*M1*M2-a2/c1*M2*M2;
    _1;

```

Результаты работы кода на OpenModelica



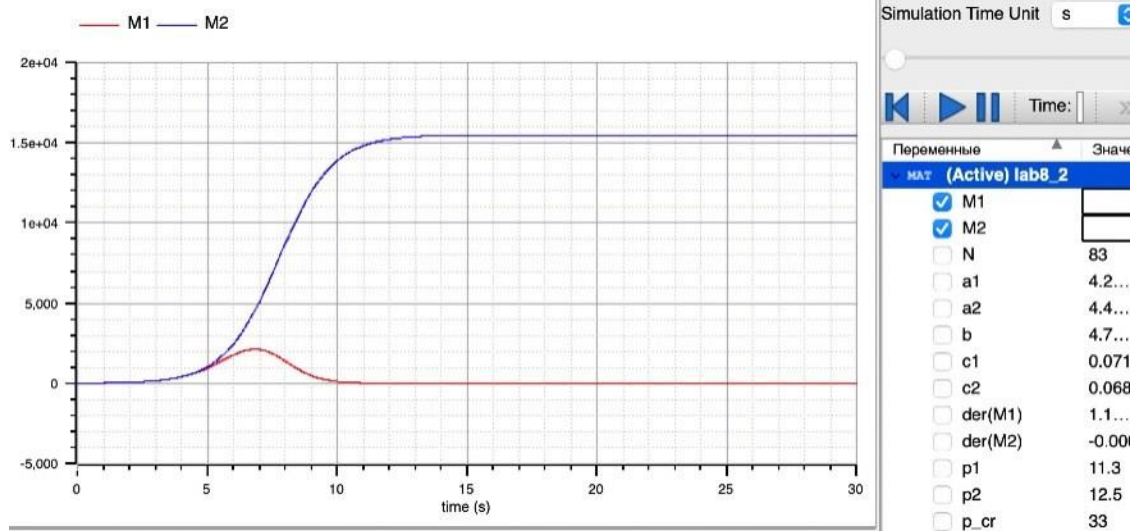
“Рис.3 График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1 на языке OpenModelica”

OpenModelica (второй случай)

```

| | | | | | | | | | b8_2
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | r = 21;
| | | | | | | | | | 24;
| | | | | | | | | | 1;
| | | | | | | | | | 1 = 17;
| | | | | | | | | | 2 = 20;
| | | | | | | | | | = 14;
| | | | | | | | | | = 12;
| | | | | | | | | | = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q);
| | | | | | | | | | = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q);
| | | | | | | | | | p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q);
| | | | | | | | | | = (p_cr-p1)/(tau1*p1);
| | | | | | | | | | = (p_cr-p2)/(tau2*p2);
| | | | | | | | | | equation
| | | | | | | | | | ;
| | | | | | | | | | ;
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | = M1-(b/c1+0.00019)*M1*M2-a1/c1*M1*M1;
| | | | | | | | | | = c2/c1*M2-b/c1*M1*M2-a2/c1*M2*M2;
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | _2;
```

Результаты работы кода на OpenModelica



“Рис.4 График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 2 на языке OpenModelica”

Выводы

В ходе проделанной работы были построены: 1. График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1. 2. График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 2. На языке Julia реализация объемнее, чем на языке OpenModelica.