

# **Отчёт по лабораторной работе №8**

**Модель конкуренции двух фирм**

Лёшьян Стефани

# Содержание

<b>Цель работы</b>	<b>5</b>
<b>Теоретические сведения</b>	<b>6</b>
<b>Задание</b>	<b>8</b>
Вариант 68 . . . . .	8
<b>Ход работы</b>	<b>10</b>
Случай 1 . . . . .	10
Случай 2 . . . . .	12
<b>Выводы</b>	<b>16</b>
<b>Библиография</b>	<b>17</b>

## Список иллюстраций

0.1	Код программы случай 1 . . . . .	10
0.2	График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета социально-психологического фактора . . . . .	12
0.3	Код программы случай 2 . . . . .	13
0.4	График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 с учетом социально-психологического фактора . . . . .	15

## **Список таблиц**

## Цель работы

Рассмотреть модель конкуренции двух фирм для двух случаев: 1) без учета социально-психологического фактора 2) с учетом социально-психологического фактора

# Теоретические сведения

## Случай 1

Рассмотрим две фирмы, производящие взаимозаменяемые товары одинакового качества и находящиеся в одной рыночной нише. Последнее означает, что у потребителей в этой нише нет априорных предпочтений, и они приобретут тот или иной товар, не обращая внимания на знак фирмы.

В этом случае, на рынке устанавливается единая цена, которая определяется балансом суммарного предложения и спроса. Иными словами, 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.)

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

$$\frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1} M_2 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2$$

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

Также введена нормировка  $t = c_1 \theta$

Рост оборотных средств предприятий идет независимо друг от друга. В математической модели этот факт отражается в коэффициенте, стоящим перед членом  $M_1 M_2$ : в рассматриваемой задаче он одинаковый в обоих уравнениях ( $\frac{b}{c_1}$ ). Это было обозначено в условиях задачи. Каждая фирма достигает своего максимального значения объема продаж и остается на рынке с этим значением, то есть каждая фирма захватывает свою часть рынка потребителей, которая не из-

меняется.

## 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.

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

где  $l$  - коэффициент социально-психологического фактора

Первая фирма, несмотря на начальный рост, достигнув своего максимального объема продаж, начинает нести убытки и, в итоге, терпит банкротство. Динамика роста объемов оборотных средств второй фирмы остается без изменения: достигнув максимального значения, остается на этом уровне.

# Задание

## Вариант 68

**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:

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

$$\frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1} M_2 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2$$

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

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:

$$\frac{dM_1}{d\theta} = M_1 - \left(\frac{b}{c_1} + 0.00068\right)M_1M_2 - \frac{a_1}{c_1}M_1^2$$

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

Для обоих случаев рассмотрим задачу со следующими начальными условиями и параметрами:

$$M_0^1 = 7, M_0^2 = 6.1, p_{cr} = 38, N = 40, q = 1, \tau_1 = 19, \tau_2 = 25, \tilde{p}_1 = 12.5, \tilde{p}_2 = 8.9$$

**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.

$\tau$  – 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. 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.

# Ход работы

## Случай 1

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

$$\frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1} M_2 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2$$

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

Также введена нормировка  $t = c_1 \theta$

Код программы для случай 1(@fig:001) :

```
1 model lab81
2 parameter Real p_cr = 38; //критическая стоимость продукта
3 parameter Real tau1 = 19; //длительность производственного цикла формы 1
4 parameter Real p1 = 12.5; //себестоимость продукта у фирмы 1
5 parameter Real tau2 = 25; //длительность производственного цикла фирмы 2
6 parameter Real p2 = 8.9; //себестоимость продукта у фирмы 2
7 parameter Real N = 40; //число потребителей производимого продукта
8 parameter Real q = 1; //максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени
9
10 parameter Real a1 = p_cr / (tau1 * tau1 * p1 * p1 * N * q);
11 parameter Real a2 = p_cr / (tau2 * tau2 * p2 * p2 * N * q);
12 parameter Real b = p_cr / (tau1 * tau1 * tau2 * tau2 * p1 * p1 * p2 * p2 * N * q);
13 parameter Real c1 = (p_cr - p1) / (tau1 * p1);
14 parameter Real c2 = (p_cr - p2) / (tau2 * p2);
15
16 parameter Real M01 = 7;
17 parameter Real M02 = 6.1;
18
19 Real M1 (start = M01);
20 Real M2 (start = M02);
21 Real tetha;
22 equation
23 time = c1 * tetha;
24 //первый случай
25 der (M1) = M1 - (b / c1) * M1 * M2 - (a1 / c1) * M1 * M1;
26 der (M2) = (c2 / c1) * M2 - (b / c1) * M1 * M2 - (a2 / c1) * M2 * M2;
27
28
29 end lab81;
```

Рис. 0.1: Код программы случай 1

model lab81

```

parameter Real p_cr = 38; //критическая стоимость продукта
parameter Real tau1 = 19; //длительность производственного цикла формы 1
parameter Real p1= 12.5; //себестоимость продукта у фирмы 1
parameter Real tau2=25 ; //длительность производственного цикла фирмы 2
parameter Real p2= 8.9; //себестоимость продукта у фирмы 2
parameter Real N= 40; //число потребителей производимого продукта
parameter Real q= 1; //максимальная потребность одного человека в продукте в единицу

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 M01=7;
parameter Real M02=6.1;

Real M1(start=M01);
Real M2(start=M02);
Real tetha;
equation
time=c1*tetha;
//первый случай
der(M1)=M1-(b/c1)*M1*M2 -(a1/c1)*M1*M1;
der(M2)=(c2/c1)*M2-(b/c1)*M1*M2 - (a2/c1)*M2*M2;

end lab81;

```

График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета

социально-психологического фактора (@fig:002):

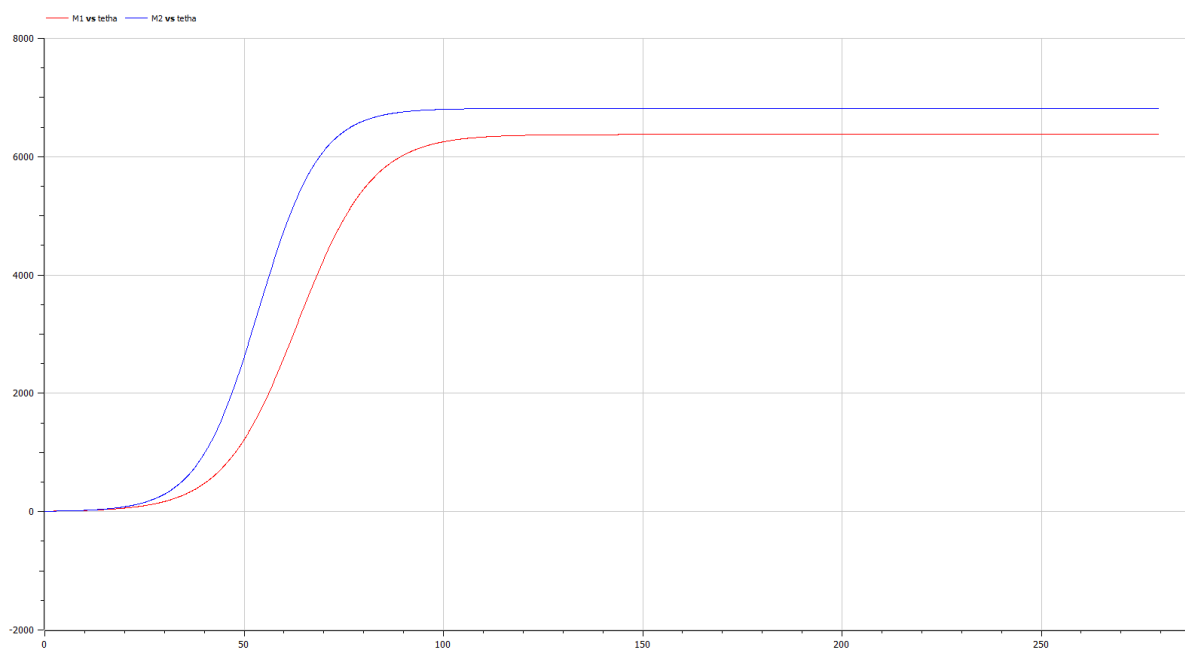


Рис. 0.2: График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета социально-психологического фактора

## Случай 2

Код программы для случай 2(@fig:003) :

```

1 model lab82
2 parameter Real p_cr = 38; //критическая стоимость продукта
3 parameter Real tau1 = 19; //длительность производственного цикла формы 1
4 parameter Real p1= 12.5; //себестоимость продукта у фирмы 1
5 parameter Real tau2=25 ; //длительность производственного цикла фирмы 2
6 parameter Real p2= 8.9; //себестоимость продукта у фирмы 2
7 parameter Real N= 40; //число потребителей производимого продукта
8 parameter Real q= 1; //максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени
9
10 parameter Real a1= p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q);
11 parameter Real a2= p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q);
12 parameter Real b= p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q);
13 parameter Real c1= (p_cr-p1)/(tau1*p1);
14 parameter Real c2= (p_cr-p2)/(tau2*p2);
15
16 parameter Real M01=7;
17 parameter Real M02=6.1;
18
19 Real M1(start=M01);
20 Real M2(start=M02);
21 Real tetha;
22 equation
23 time=c1*tetha;
24 //второй случай
25 der(M1)=M1 - (b/c1 + 0.00068)*M1*M2 - (a1/c1)*M1*M1;
26 der(M2)=(c2/c1)*M2 - (b/c1)*M1*M2 - (a2/c1)*M2*M2;
27
28 end lab82;

```

Рис. 0.3: Код программы случай 2

```
model lab82
```

```
parameter Real p_cr = 38; //критическая стоимость продукта
```

```
parameter Real tau1 = 19; //длительность производственного цикла формы 1
```

```
parameter Real p1= 12.5; //себестоимость продукта у фирмы 1
```

```
parameter Real tau2=25 ; //длительность производственного цикла фирмы 2
```

```
parameter Real p2= 8.9; //себестоимость продукта у фирмы 2
```

```
parameter Real N= 40; //число потребителей производимого продукта
```

```
parameter Real q= 1; //максимальная потребность одного человека в продукте в единицу
```

```
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 M01=7;
parameter Real M02=6.1;

Real M1(start=M01);
Real M2(start=M02);
Real tetha;
equation
time=c1*tetha;
//второй случай
der(M1)=M1 - (b/c1 + 0.00068)*M1*M2 - (a1/c1)*M1*M1;
der(M2)=(c2/c1)*M2 - (b/c1)*M1*M2 - (a2/c1)*M2*M2;

end lab82;

```

График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 с учетом социально-психологического фактора(@fig:004):

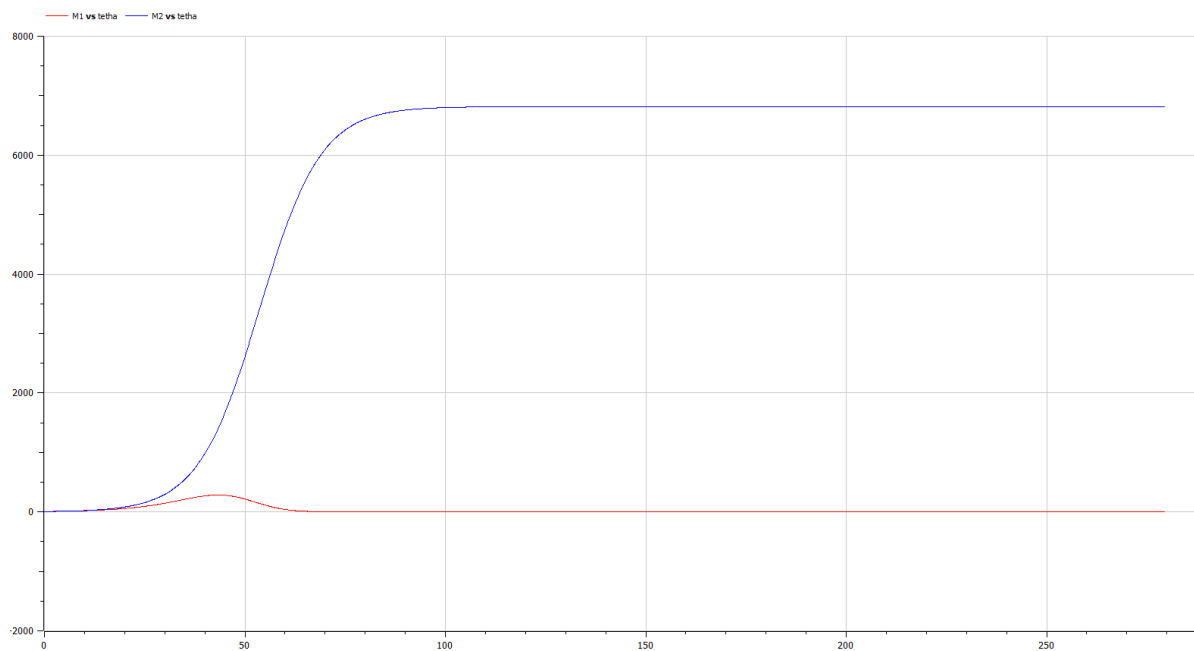


Рис. 0.4: График изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 с учетом социально-психологического фактора

## **Выводы**

В ходе выполнения работы мы рассмотрели и построили модель конкуренция двух фирм для двух случаев : 1) без учета социально-психологического фактора  
2) с учетом социально-психологического фактора



# Библиография

- Родионов, Ю.В. Основы математического моделирования: учебное электронное издание / Ю.В. Родионов, А.Д. Нахман ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2018. – 111 с. : табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=570456>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8265-1886-1. – Текст : электронный.
- Самарский Александр Андреевич. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры [Текст] / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2002. - 320 с. : ил. - ISBN 5-92221-0120-X : 115.94. (ЕТ 20)
- Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В.Н. Ашихмин, М.Б. Гитман, И.Э. Келлер [и др.]; Под ред. П.В. Трусова. - Электронные текстовые данные. - М. : Логос, 2015. - 440 с. : ил. - (Новая Университетская Библиотека). - ISBN 978-5-98704-637-1. URL: <http://lib.rudn.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/5847>
- Документация по системе Modelica – Режим доступа: <https://www.modelica.org/>