

# **Лабораторная работа №8**

**Модель конкуренции двух фирм**

Ишанова А.И. группа НФИбд-02-19

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Задание работы</b>	<b>5</b>
	2.0.1 Вариант 18 . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Теоретическое введение</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Вывод</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Список литературы</b>	<b>17</b>

# List of Figures

4.1	Код программы для 1 случая (не учитываются социально-психологические факторы) . . . . .	12
4.2	График для 1 случая (не учитываются социально-психологические факторы) . . . . .	13
4.3	Код программы для 2 случая (учитываются социально-психологические факторы) . . . . .	14
4.4	График для 2 случая (учитываются социально-психологические факторы) . . . . .	15

# 1 Цель работы

Ознакомиться с моделью конкуренции фирм, реализовать модель в OpenModelica.

## 2 Задание работы

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

### 2.0.1 Вариант 18

*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:

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

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

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

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:

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

$$\frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1} M_2 - \left(\frac{b}{c_1} + 0.0009\right) M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2$$

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

$$M_0^1 = 4.2, M_0^2 = 3.8, p_{cr} = 11.4, N = 26, q = 1, \tau_1 = 14, \tau_2 = 22, \widetilde{p}_1 = 6.6, \widetilde{p}_2 = 4.5.$$

**Замечание:**

Значения  $p_{cr}, \widetilde{p}_{1,2}, N$  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.

$\widetilde{p}$  – 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.

### 3 Теоретическое введение

#### Модель одной фирмы

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.

Обозначим:

$N$  – число потребителей производимого продукта.

$S$  – доходы потребителей данного продукта. Считаем, что доходы всех потребителей одинаковы. Это предположение справедливо, если речь идет об одной рыночной нише, т.е. производимый продукт ориентирован на определенный слой населения.

$M$  – оборотные средства предприятия.

$\tau$  – длительность производственного цикла.

$p$  – рыночная цена товара.

$\tilde{p}$  – себестоимость продукта, то есть переменные издержки на производство единицы продукции.

$\delta$  – доля оборотных средств, идущая на покрытие переменных издержек.

$\kappa$  – постоянные издержки, которые не зависят от количества выпускаемой продукции.

$Q(S/p)$  – функция спроса, зависящая от отношения дохода  $S$  к цене  $p$ . Она равна количеству продукта, потребляемого одним потребителем в единицу вре-



мени.

Функцию спроса товаров долговременного использования часто представляют в простейшей форме:

$$Q = q - k \frac{p}{S} = q \left(1 - \frac{p}{p_{cr}}\right)$$

где  $q$  – максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени. Эта функция падает с ростом цены и при  $p = p_{cr}$  (критическая стоимость продукта) потребители отказываются от приобретения товара. Величина  $p_{cr} = Sq/k$ . Параметр  $k$  – мера эластичности функции спроса по цене. Таким образом, функция спроса в форме выше является пороговой (то есть,  $Q(S/p) = 0$  при  $p \geq p_{cr}$ ) и обладает свойствами насыщения.

Уравнения динамики оборотных средств можно записать в виде:

$$\frac{dM}{dt} = -\frac{M\delta}{\tau} + NQp - \kappa = -\frac{M\delta}{\tau} + Nq\left(1 - \frac{p}{p_{cr}}\right)p - \kappa$$

Уравнение для рыночной цены  $p$  представим в виде:

$$\frac{dp}{dt} = \gamma \left( -\frac{M\delta}{\tau \tilde{p}} + Nq \left(1 - \frac{p}{p_{cr}}\right) \right)$$

Первый член соответствует количеству поставляемого на рынок товара (то есть, предложению), а второй член – спросу.

Параметр  $\gamma$  зависит от скорости оборота товаров на рынке. Как правило, время торгового оборота существенно меньше времени производственного цикла  $\tau$ . При заданном  $M$  уравнение описывает быстрое стремление цены к равновесному значению цены, которое устойчиво.

В этом случае уравнение можно заменить алгебраическим соотношением:

$$-\frac{M\delta}{\tau \tilde{p}} + Nq \left(1 - \frac{p}{p_{cr}}\right) = 0$$

Из этого следует, что равновесное значение цены  $p$  равно:

$$p = p_{cr} \left(1 - \frac{M\delta}{\tau\tilde{p}Nq}\right)$$

Уравнение приобретает вид:

$$\frac{dM}{dt} = M\frac{\delta}{\tau}\left(\frac{p_{cr}}{\tilde{p}} - 1\right) - M^2\left(\frac{\delta}{\tau\tilde{p}}\right)^2\frac{p_{cr}}{Nq} - \kappa$$

Уравнение имеет два стационарных решения, соответствующих условию  $dM/dt = 0$ :

$$\widetilde{M}_{1,2} = \frac{1}{2}a \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} - b}$$

где

$$a = Nq\left(1 - \frac{\tilde{p}}{p_{cr}}\right)\tilde{p}\frac{\tau}{\delta}, b = \kappa Nq\frac{(\tau\tilde{p})^2}{p_{cr}\delta^2}$$

Следует, что при больших постоянных издержках (в случае  $a^2 < 4b$ ) стационарных состояний нет. Это означает, что в этих условиях фирма не может функционировать стабильно, то есть, терпит банкротство. Однако, как правило, постоянные затраты малы по сравнению с переменными (то есть,  $b \ll a^2$ ) и играют роль, только в случае, когда оборотные средства малы. При  $b \ll a$  стационарные значения  $M$  равны.

$$\widetilde{M}_+ = Nq\frac{\tau}{\delta}\left(1 - \frac{\tilde{p}}{p_{cr}}\right)\tilde{p}, \widetilde{M}_- = \kappa\tilde{p}\frac{\tau}{\delta(p_{cr} - \tilde{p})}$$

Первое состояние  $\widetilde{M}_+$  устойчиво и соответствует стабильному функционированию предприятия. Второе состояние  $\widetilde{M}_-$  неустойчиво, так, что при  $M < \widetilde{M}_-$  оборотные средства падают ( $dM/dt < 0$ ), то есть, фирма идет к банкротству. По смыслу  $\widetilde{M}_-$  соответствует начальному капиталу, необходимому для входа в рынок.

В обсуждаемой модели параметр  $\delta$  всюду входит в сочетании с  $\tau$ . Это значит,

что уменьшение доли оборотных средств, вкладываемых в производство, эквивалентно удлинению производственного цикла. Поэтому мы в дальнейшем положим:  $\delta = 1$ , а параметр  $\tau$  будем считать временем цикла, с учётом сказанного.[1]

## 4 Выполнение лабораторной работы

1. Пишем код для первого случая. (fig. 4.1)

```
1  model rivalry1
2  parameter Real M01 = 4.2;
3  parameter Real M02 = 3.8;
4  parameter Real pcr = 11.4;
5  parameter Real N = 26;
6  parameter Real q = 1;
7  parameter Real thau1 = 14;
8  parameter Real thau2 = 22;
9  parameter Real p1 = 6.6;
10 parameter Real p2 = 4.5;
11
12 parameter Real a1 = pcr/(thau1^2*p1^2*N*q);
13 parameter Real a2 = pcr/(thau2^2*p2^2*N*q);
14 parameter Real b = pcr/(thau1^2*p1^2*thau2^2*p2^2*N*q);
15 parameter Real c1 = (pcr-p1)/(thau1*p1);
16 parameter Real c2 = (pcr-p2)/(thau2*p2);
17
18 Real M1(start = M01);
19 Real M2(start = M02);
20
21 equation
22 der(M1) = M1 - b/c1*M1*M2 - a1/c1*M1^2;
23 der(M2) = c2/c1*M2 - b/c1*M1*M2 - a2/c1*M2^2;
24 end rivalry1;
```

Figure 4.1: Код программы для 1 случая (не учитываются социально-психологические факторы)

2. Компилируем и получаем график. (fig. 4.2)

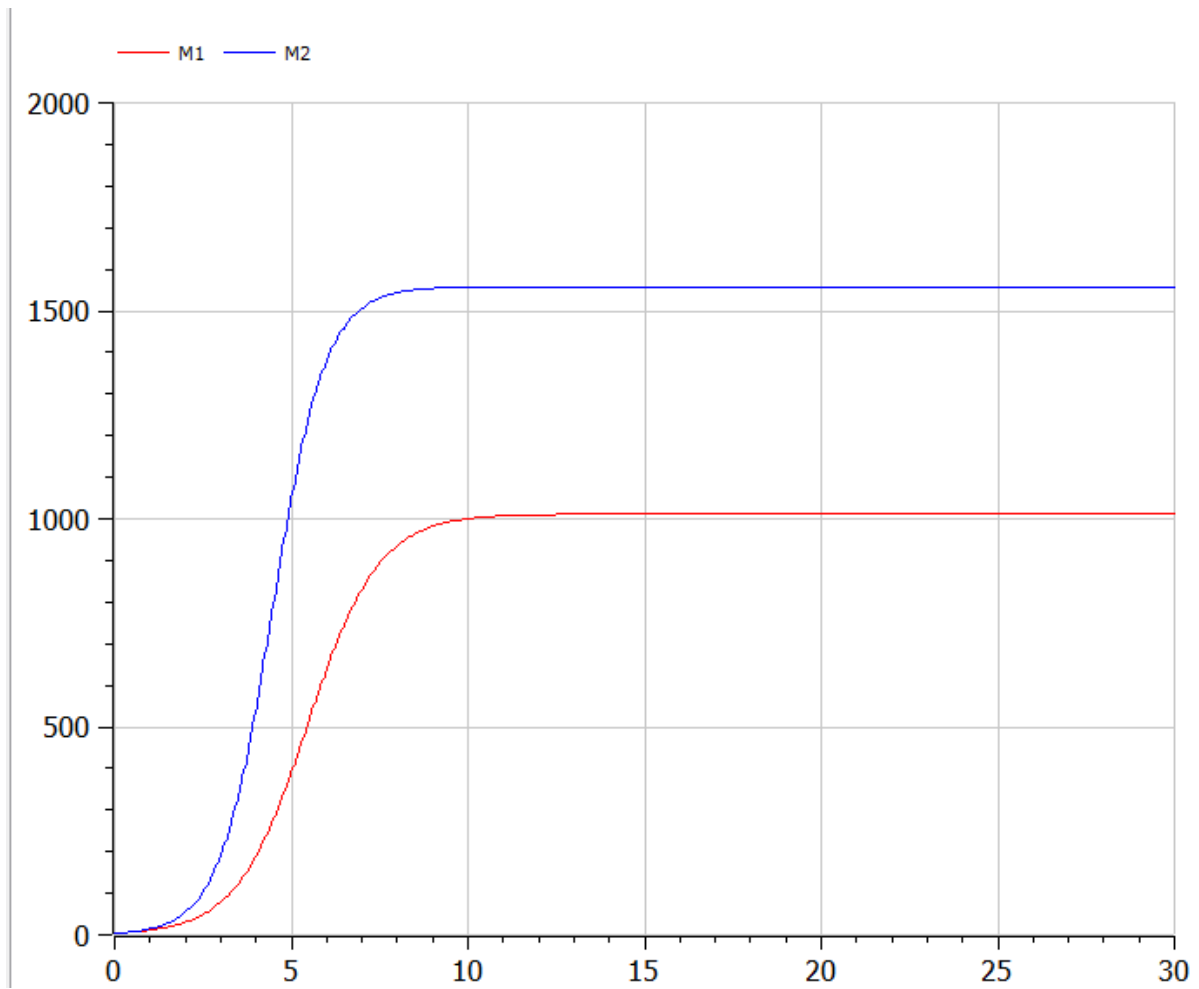


Figure 4.2: График для 1 случая (не учитываются социально-психологические факторы)

3. Пишем код для второго случая.(fig. 4.3).

```

1  model rivalry2
2  parameter Real M01 = 4.2;
3  parameter Real M02 = 3.8;
4  parameter Real pcr = 11.4;
5  parameter Real N = 26;
6  parameter Real q = 1;
7  parameter Real thau1 = 14;
8  parameter Real thau2 = 22;
9  parameter Real p1 = 6.6;
10 parameter Real p2 = 4.5;
11
12 parameter Real a1 = pcr/(thau1^2*p1^2*N*q);
13 parameter Real a2 = pcr/(thau2^2*p2^2*N*q);
14 parameter Real b = pcr/(thau1^2*p1^2*thau2^2*p2^2*N*q);
15 parameter Real c1 = (pcr-p1)/(thau1*p1);
16 parameter Real c2 = (pcr-p2)/(thau2*p2);
17
18 Real M1(start = M01);
19 Real M2(start = M02);
20
21 equation
22 der(M1) = M1 - (b/c1+0.0009)*M1*M2 - a1/c1*M1^2;
23 der(M2) = c2/c1*M2 - b/c1*M1*M2 - a2/c1*M2^2;
24 end rivalry2;

```

Figure 4.3: Код программы для 2 случая (учитываются социально-психологические факторы)

#### 4. Компилируем и получаем график. (fig. 4.4)

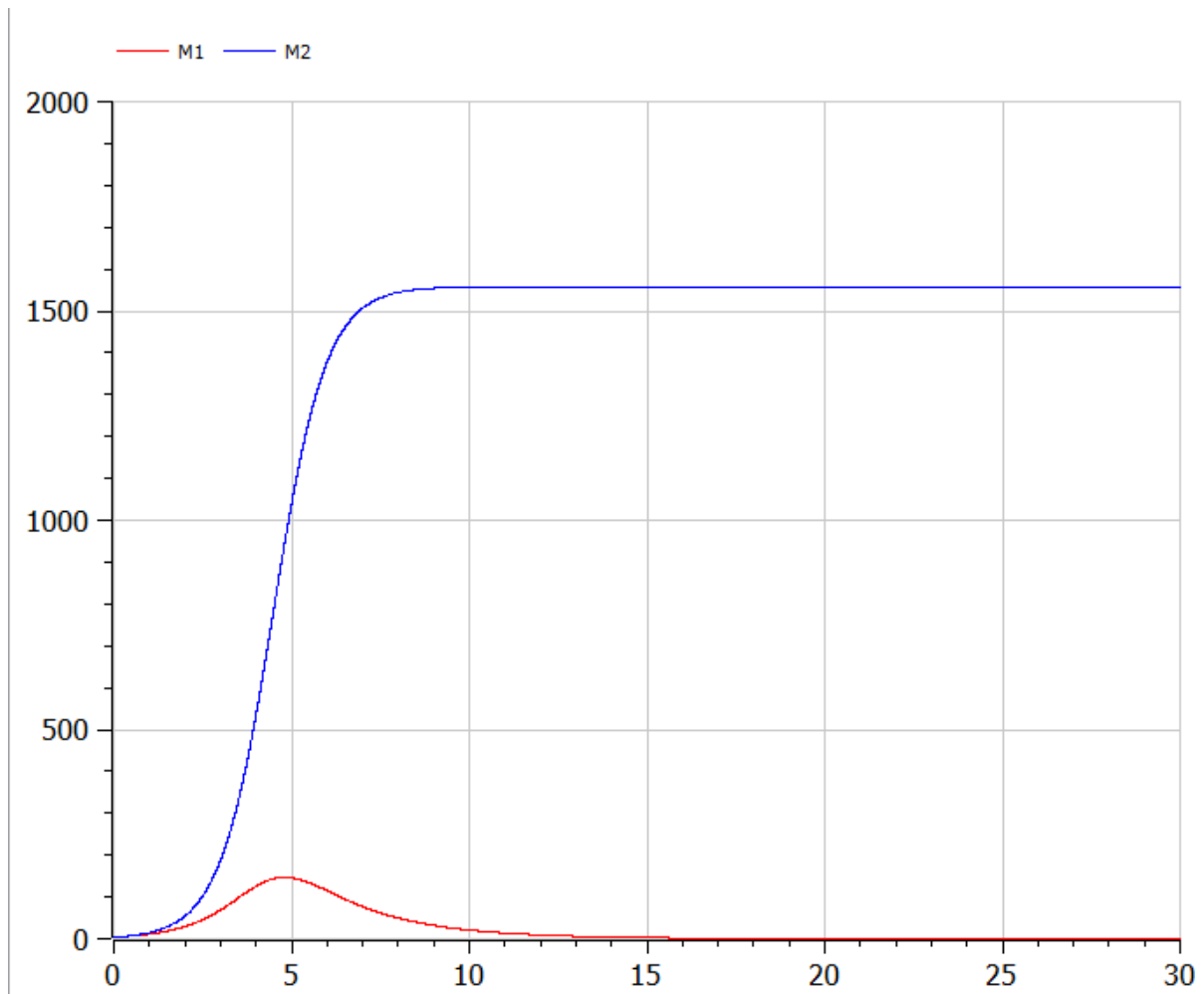


Figure 4.4: График для 2 случая (учитываются социально-психологические факторы)

## 5 Вывод

В ходе выполнения данной работы мы познакомились с моделью конкуренции фирм, реализовали модели в случае, когда не учитываются социально-психологические факторы, и в случае, когда они учитываются. И получили два графика зависимости оборотных средств предприятий от нормированного времени.



## **6 Список литературы**

1. Теоретические материалы курса.