

# Отчет по лабораторной работе №8

## Модель конкуренции двух фирм - вариант 43

Мулихин Павел Вячеславович НФИбд-01-18

### Содержание

Цель работы .....	1
Задание .....	1
Выполнение лабораторной работы .....	1
Теоретические сведения .....	1
Задача .....	3
Выводы .....	7

### Цель работы

Изучить модель конкуренции

### Задание

1. Изучить модель конкуренции двух фирм
2. Построить графики изменения оборотных средств в двух случаях

### Выполнение лабораторной работы

#### Теоретические сведения

Для построения модели конкуренции хотя бы двух фирм необходимо рассмотреть модель одной фирмы. Вначале рассмотрим модель фирмы, производящей продукт длительного 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

$k$  - 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 времени.

Функцию спроса товаров долговременного использования часто представляют в простейшей форме:

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

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 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:

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

Уравнение для рыночной цены  $p$  представим в виде:

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

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

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

равновесное значение цены  $p$  равно

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

Тогда уравнения динамики оборотных средств приобретает вид

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

Это 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

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

Получается, 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

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

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.

## Задача

### 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

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

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

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

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

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

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:

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

$$\frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1} M_2 - \left(\frac{b}{c_1} + 0,00024\right) M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2$$

Для обоих случаев рассмотрим задачу со следующими начальными условиями и параметрами

$$M_0^1 = 5.7 \quad M_0^2 = 3.4$$

$$p_{cr} = 30 \quad N = 30 \quad q = 1$$

$$\tau_1 = 11 \quad \tau_2 = 14$$

$$\tilde{p}_1 = 10.5 \quad \tilde{p}_2 = 9.2$$

```
import numpy as np
from scipy.integrate import odeint
import matplotlib.pyplot as plt
import math
```

```

t0 = 0
t = np.arange(t0, 20, 0.01)

x0 = [7, 7.7]
p_cr = 27
N = 37
q = 1

tau1 = 17
tau2 = 16

p1 = 15
p2 = 12

d = 0.00024

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

t = np.arange( t0, 20, 0.01)

def syst1 (y, t):
    y1, y2 = y
    return [y1 - (b/c1)*y1*y2 -(a1/c1)*y1*y1, (c2/c1)*y2 - (b/c1)*y1*y2 -
(a2/c1)*y2*y2]

def syst2 (y, t):
    y1, y2 = y
    return [y1 - (b/c1)*y1*y2 -(a1/c1)*y1*y1, (c2/c1)*y2 - ((b/c1) + d)*y1*y2 -
(a2/c1)*y2*y2]

y1 = odeint (syst1, x0, t)
y2 = odeint (syst2, x0, t)

M11 = y1[:,0]
M12 = y1[:,1]

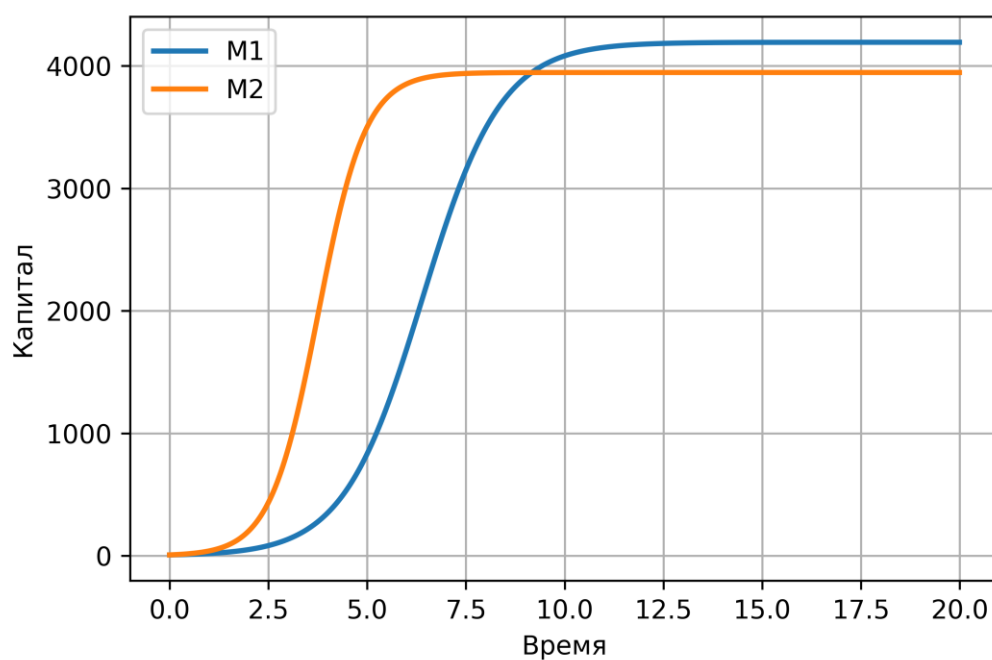
M21 = y2[:,0]
M22 = y2[:,1]

fig = plt.figure (facecolor = 'white')
plt.plot (t, M11, linewidth = 2, label = 'M1')
plt.plot (t, M12, linewidth = 2, label = 'M2')
plt.xlabel ("Время")
plt.ylabel ("Капитал")
plt.grid (True)
plt.legend ()

```

```
plt.show ()
fig.savefig ('image/01.png', dpi = 600)

fig2 = plt.figure (facecolor = 'white')
plt.plot (t, M21, linewidth = 2, label = 'M1')
plt.plot (t, M22, linewidth = 2, label = 'M2')
plt.xlabel ("Время")
plt.ylabel ("Капитал")
plt.grid (True)
plt.legend ()
plt.show ()
fig2.savefig ('image/02.png', dpi = 600)
```



*График для случая 1*

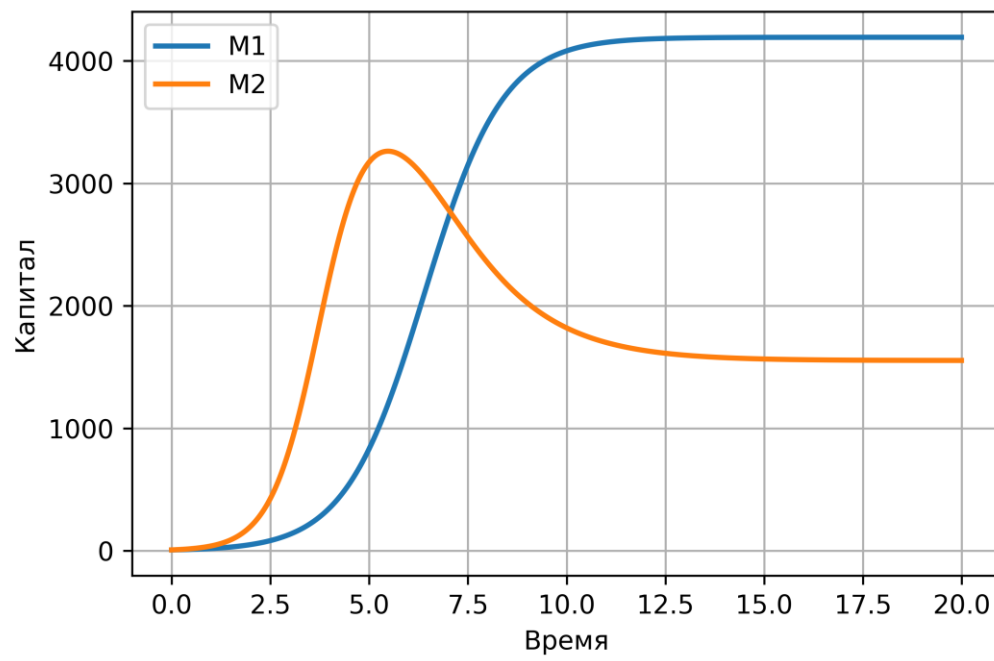


График для случая 2

## Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы была изучена модель конкуренции и построены графики.