

Лабораторная работа №8

Модель конкуренции двух фирм

Абу Сувейлим Мухаммед Мунифович

Содержание

1	Цель работы	4
2	Задание	5
2.1	Случай 1	5
2.2	Случай 2	5
3	Теоретическое введение	8
4	Выполнение лабораторной работы	10
4.1	Моделирование на языке программирования Julia	10
4.1.1	Случай 1 на языке программирования Julia	10
4.1.2	Случай 2 на языке программирования Julia	14
4.2	Моделирование на языке программирования OpenModelica . . .	16
4.2.1	Случай 1 на языке программирования Julia	16
4.2.2	Случай 2 на языке программирования Julia	17
4.3	Исходный код	19
4.3.1	Julia	19
4.3.2	OpenModelica	24
5	Вывод	28
6	Библиография	29

Список иллюстраций

4.1	График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$, по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) Julia	13
4.2	График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2) по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) Julia	15
4.3	График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2) по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) (время до 10 т у до 500) Julia	16
4.4	График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$, по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) OpenModelica	17
4.5	График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2) по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) OpenModelica	18
4.6	График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2) по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) (время до 10 т у до 500) OpenModelica	19

1 Цель работы

- Целью работы является познакомиться с простейшую модель конкуренции двух фирм (и модель одной фирмы) и проанализировать её.

2 Задание

Вариант № 36

2.1 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:

$$\frac{dM_1}{d\theta} = M_1 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2 \quad (1)$$

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

2.2 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:

$$\frac{dM_1}{d\theta} = M_1 - \frac{b}{c_1} M_1 M_2 - \frac{a_1}{c_1} M_1^2 \quad (3)$$

$$\frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1} M_2 - \left(\frac{b}{c_1} + 0.0063\right) M_1 M_2 - \frac{a_2}{c_1} M_2^2 \quad (4)$$

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

$$M_0^1 = 3.7, \quad M_0^2 = 2.8,$$

$$p_{cr} = 27, \quad N = 37, \quad q = 1,$$

$$\tau_1 = 27, \quad \tau_2 = 17,$$

$$\tilde{p}_1 = 6.7, \quad \tilde{p}_2 = 11.7$$

Замечание: p_{cr}, \tilde{p}_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

$$\theta = \frac{t}{c_1} - \text{безразмерное время}$$

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

Математическому моделированию процессов конкуренции и сотрудничества двух фирм на различных рынках посвящено довольно много научных работ, в основном использующих аппарат теории игр и статистических решений. В качестве примера можно привести работы таких исследователей, как Курно, Stackelberg, Бертран, Нэш, Парето, основные результаты которых приведены в [1].

Следует отметить, что динамические дифференциальные модели уже давно и успешно используются для математического моделирования самых разнообразных по своей природе процессов. Достаточно упомянуть широко используемую в экологии модель «хищник-жертва» Вольтера [2], математическую теорию развития эпидемий, модели боевых действий. В качестве классических примеров дифференциальных моделей экономической динамики отметим модель Эванса установления равновесной цены на рынке одного товара, односекторную модель экономического роста Солоу [1], однопродуктовые динамические макроэкономические модели Леонтьева [3].

Задача решалась в следующей постановке.

На рынке однородного товара присутствуют две основные фирмы, разделяющие его между собой, т.е. имеет место классическая дуополия.

Безусловно, это является весьма сильным предположением, однако оно вполне оправдано в тех случаях, когда доля продаж остальных конкурентов на рассматриваемом сегменте рынка пренебрежимо мала. Хорошим примером может служить отечественный рынок микропроцессоров, который по существу разделили между

собой две фирмы: Intel и AMD.

Изменение объемов продаж конкурирующих фирм с течением времени описывается системой дифференциальных уравнений: (1), (2), (3)(4). [4]

4 Выполнение лабораторной работы

4.1 Моделирование на языке программирования Julia

4.1.1 Случай 1 на языке программирования Julia

1. Во-первых, я использовал пакеты Plots и DifferentialEquations для построения графиков и для решения дифференциальных уравнений, соответственно.

```
using Plots
```

```
using DifferentialEquations
```

2. Инициализировал нужны нам константы и функции в модели. $Mi_1 = 3.7$ - начальное значение объема оборотных средств M_1 ; $Mi_2 = 2.8$ - начальное значение объема оборотных средств M_2 ; $p_cr = 27$ - критическая стоимость продукта; $N = 37$ - число потребителей производимого продукта; $q = 1$ - максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени; $\tau_1 = 27$ - длительность производственного цикла фирмы 1; $\tau_2 = 17$ - длительность производственного цикла фирмы 2; $\tilde{p}_1 = 6.7$ - себестоимость продукта у фирмы 1; $\tilde{p}_2 = 11.7$ - себестоимость продукта у фирмы 2;

```
#начальные значения
```

```
Mi1 = 3.7 #начальное значение объема оборотных средств M1
```

```
Mi2 = 2.8 #начальное значение объема оборотных средств M2
```

```
p_cr = 27 #критическая стоимость продукта
```

```

N = 37 #число потребителей производимого продукта
q = 1 #максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени
tau1 = 27 #длительность производственного цикла фирмы 1
tau2 = 17 #длительность производственного цикла фирмы 2
p1 = 6.7 #себестоимость продукта у фирмы 1
p2 = 11.7 #себестоимость продукта у фирмы 2
a1 = p_cr/(tau1^2*p1^2*N*q)
a2 = p_cr/(tau2^2*p2^2*N*q)
b = p_cr/(tau1^2*p1^2*tau2^2*p2^2*N*q)
c1 = (p_cr - p1)/(tau1*p1)
c2 = (p_cr - p2)/(tau2*p2)

```

3. Далее я написал модель, описывающая динамики оборотных средств двух фирм, производящие взаимозаменяемые товары одинакового качества и находящиеся в одной рыночной нише.

#уравнение, описывающее распространение рекламы

```

function caseOne(du, u, p, t)
    M1, M2 = u
    du[1] = u[1] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a1/c1)*u[1]^2
    du[2] = (c2/c1)*u[2] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a2/c1)*u[2]^2
end

```

4. Далее я обозначал интервал времени.

```

#интервал времени и начальные значения
#интервал времени и начальные значения
tspan = (0, 60)
u0 = [Mi1, Mi2]

```

5. Здесь я дал аргументы для функции ODEProblem которая указывает на дифф уравнение. Далее, я уравнение решил. Шаг времени = 0.05

```
prob = ODEProblem(caseOne, u0, tspan)
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
```

6. Здесь я переименовал названия переменных.

```
M1 = [u[1] for u in sol.u]
M2 = [u[2] for u in sol.u]
Time = [t for t in sol.t]
```

7. Далее я подготовил пространство для первого графика.

```
pltOne = plot(dpi = 300, legend = :topright)
```

8. Наконец, я построил график динамики изменения числа людей в каждой из трех групп в случае, когда $I(0) \leq I^*$.

```
plot!(
    pltOne,
    Time,
    M1,
    title = "График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый)",
    titlefont = font(8),
    xlabel = "Время",
    ylabel = "оборотные средства",
    guidefontsize=8,
    label = "M1",
    color=:blue
)
plot!(
    pltOne,
    Time,
    M2,
```

```

    title = "График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2
(зеленый)",
    titlefont = font(8),
    xlabel = "Время",
    ylabel = "оборотные средства",
    label = "M2",
    guidefontsize=8,
    color=:green
)

```

9. Получуный график изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$, по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время)

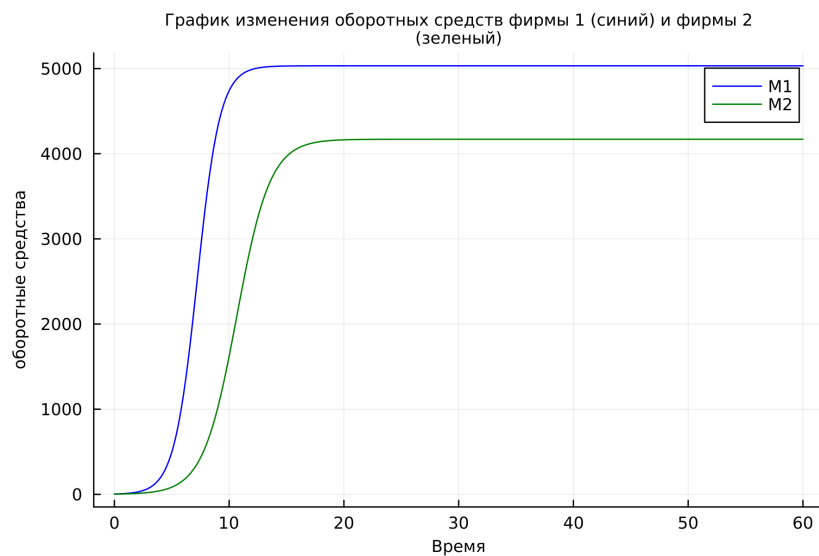


Рис. 4.1: График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$, по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) Julia

По графику видно, что рост оборотных средств предприятий идет независимо друг от друга. В математической модели (17) этот факт отражается в коэффициенте, стоящим перед членом $M_1 M_2$: в рассматриваемой задаче он одинаковый в

обоих уравнениях (b/c_1) . Это было обозначено в условиях задачи. Каждая фирма достигает свое максимальное значение объема продаж и остается на рынке с этим значением, то есть каждая фирма захватывает свою часть рынка потребителей, которая не изменяется.

4.1.2 Случай 2 на языке программирования Julia

1. Я только изменил коэффициенты в нашей системы. Все остальное как и было.

#уравнение, описывающее динамики оборотных средств двух фирм, производящие взаимозаменяемого
#одинакового качества и находящиеся в одной рыночной нише

```
function caseTwo(du, u, p, t)
    M1, M2 = u
    du[1] = u[1] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a1/c1)*u[1]^2
    du[2] = (c2/c1)*u[2] - (b/c1 + 0.00063)*u[1]*u[2] - (a2/c1)*u[2]^2
end
```

3. Получуный график изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ (оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2), по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время). Итервал времени от 0 до 60.

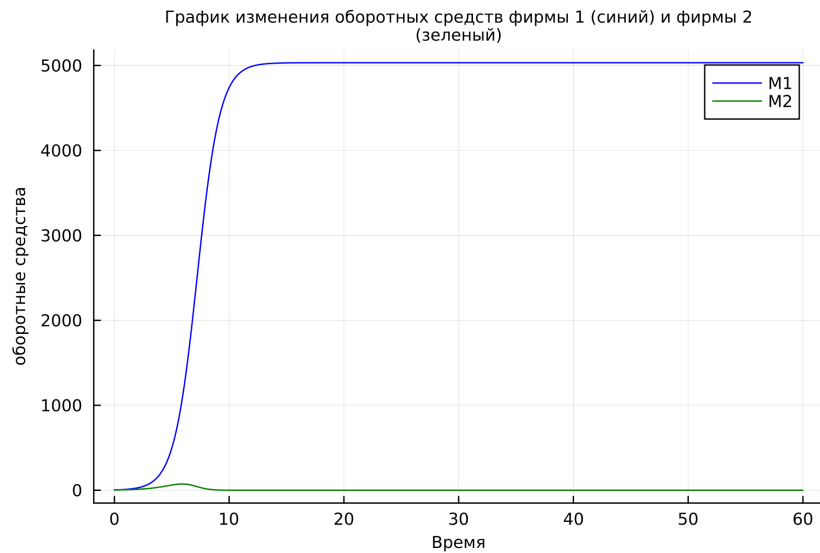


Рис. 4.2: График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2) по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) Julia

4. Получуный график изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ (оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2), по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время). Иетервал времени от 0 до 10 и диапазон у до 500.

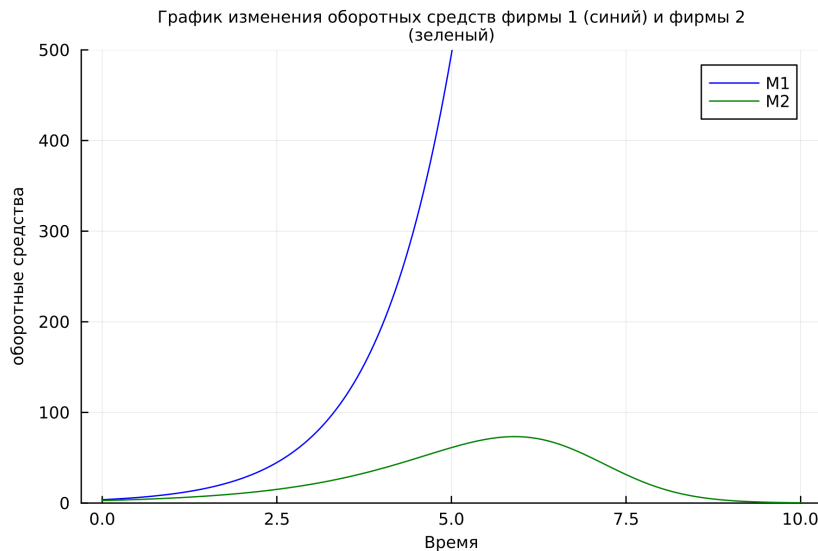


Рис. 4.3: График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2) по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) (время до 10 т у до 500) Julia

По графику видно, что 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.

4.2 Моделирование на языке программирования

OpenModelica

4.2.1 Случай 1 на языке программирования Julia

1. В OpenModelica все проще. Я просто переписал код из Julia. В этой программе все величины имеют тот же смысл, что и в Julia. Переменная t указывает на время.
2. Получуный график изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$, по оси абсцисс значения

$$\theta = \frac{t}{c_1} \text{ (безразмерное время)}$$

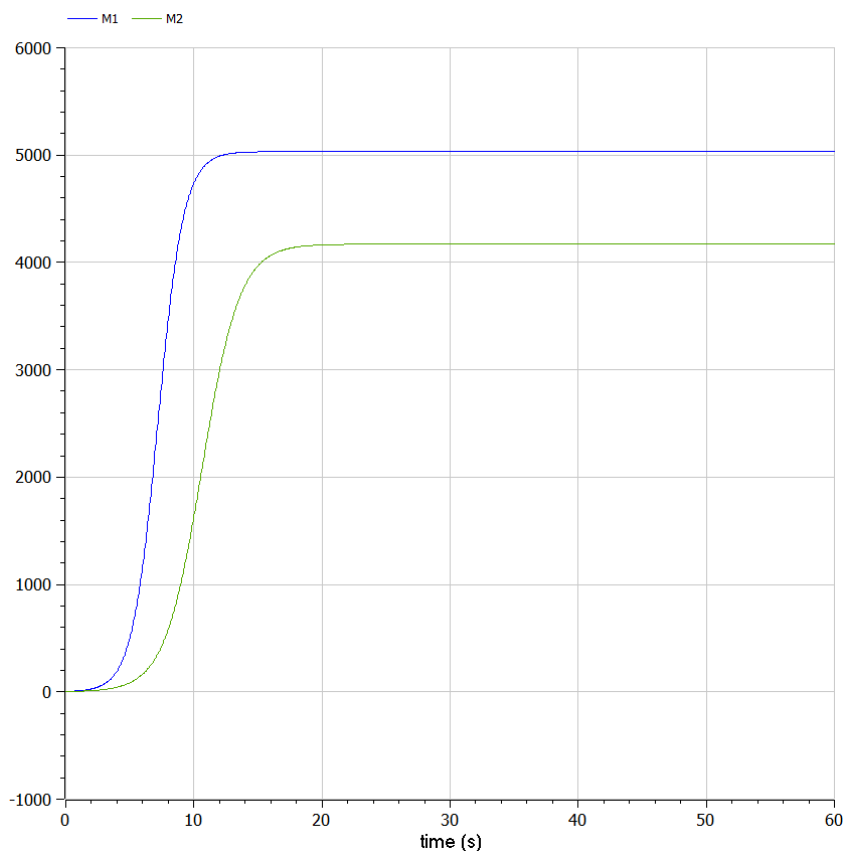


Рис. 4.4: График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$, по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) OpenModelica

4.2.2 Случай 2 на языке программирования Julia

- Получуный график изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ (оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2), по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время). Иетервал времени от 0 до 60.

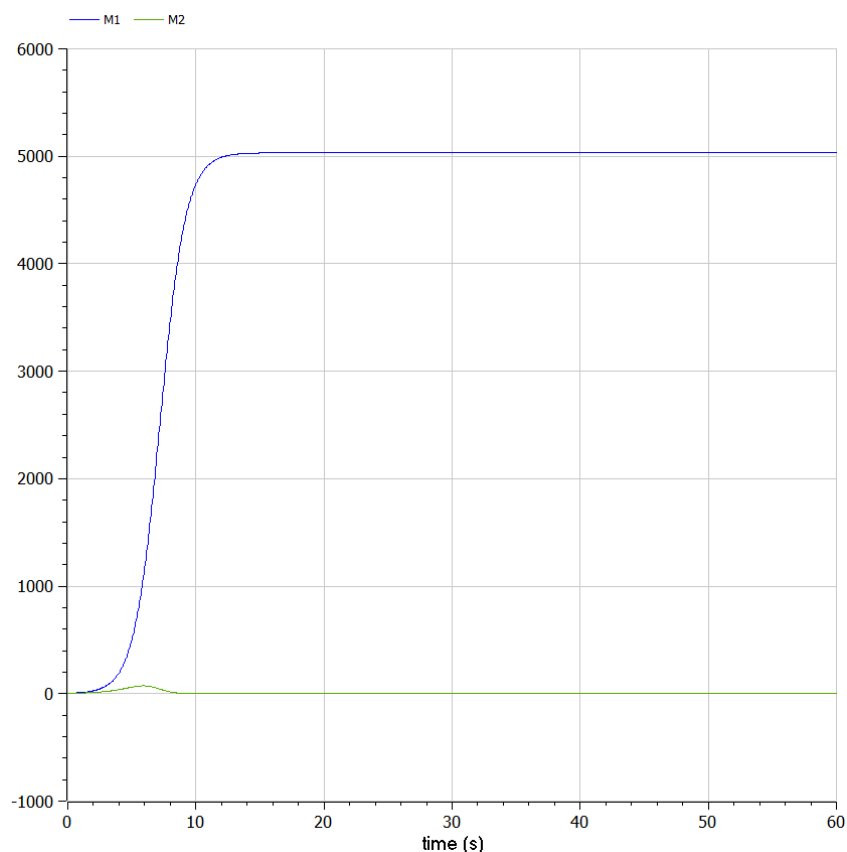


Рис. 4.5: График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2) по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) OpenModelica

4. Полученный график изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ (оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2), по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время). Интервал времени от 0 до 10 и диапазон y до 500.

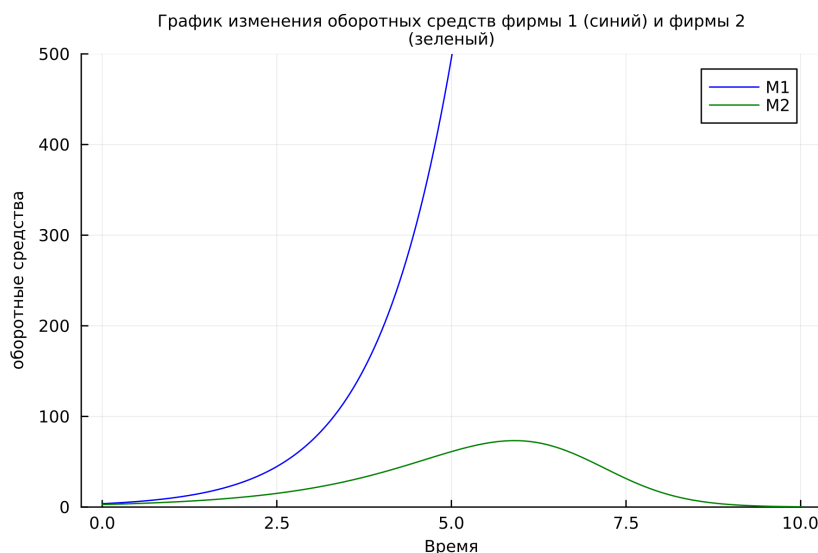


Рис. 4.6: График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый). По оси ординат значения $M_1, 2$ оборотные средства фирмы 1 и фирмы 2) по оси абсцисс значения $\theta = \frac{t}{c_1}$ (безразмерное время) (время до 10 т у до 500) OpenModelica

4.3 Исходный код

4.3.1 Julia

1. Случай 1 на Julia

```
using Plots
```

```
using DifferentialEquations
```

```
#начальные значения
```

```
Mi1 = 3.7 #начальное значение объема оборотных средств M1
```

```
Mi2 = 2.8 #начальное значение объема оборотных средств M2
```

```
p_cr = 27 #критическая стоимость продукта
```

```
N = 37 #число потребителей производимого продукта
```

```
q = 1 #максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени
```

```
tau1 = 27 #длительность производственного цикла фирмы 1
```

```
tau2 = 17 #длительность производственного цикла фирмы 2
p1 = 6.7 #себестоимость продукта у фирмы 1
p2 = 11.7 #себестоимость продукта у фирмы 2
```

```
a1 = p_cr/(tau1^2*p1^2*N*q)
a2 = p_cr/(tau2^2*p2^2*N*q)
b = p_cr/(tau1^2*p1^2*tau2^2*p2^2*N*q)
c1 = (p_cr - p1)/(tau1*p1)
c2 = (p_cr - p2)/(tau2*p2)
```

```
#уравнение, описывающее динамики оборотных средств двух фирм, производящие взаимодополняющие
#одинакового качества и находящиеся в одной рыночной нише
```

```
function caseOne(du, u, p, t)
    M1, M2 = u
    du[1] = u[1] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a1/c1)*u[1]^2
    du[2] = (c2/c1)*u[2] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a2/c1)*u[2]^2
end
```

```
#интервал времени и начальные значения
```

```
tspan = (0, 60)
u0 = [Mi1, Mi2]
```

```
prob = ODEProblem(caseOne, u0, tspan)
```

```
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
```

```
M1 = [u[1] for u in sol.u]
```

```
M2 = [u[2] for u in sol.u]
```

```
Time = [t for t in sol.t]
```

```
pltOne = plot(dpi = 300, legend =:topright)
```

```
plot!(  
    pltOne,  
    Time,  
    M1,  
    title = "График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2  
(зеленый)",  
    titlefont = font(8),  
    xlabel = "Время",  
    ylabel = "оборотные средства",  
    guidefontsize=8,  
    label = "M1",  
    color=:blue  
)  
plot!(  
    pltOne,  
    Time,  
    M2,  
    title = "График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2  
(зеленый)",  
    titlefont = font(8),  
    xlabel = "Время",  
    ylabel = "оборотные средства",  
    label = "M2",  
    guidefontsize=8,
```

```
color=:green
)
```

```
savefig(pltOne, "C:\\Users\\Mo\\work\\study\\2023-2024\\Математическое моделирова
```

[5]

2. Случай 2 на Julia

```
using Plots
```

```
using DifferentialEquations
```

```
#начальные значения
```

```
Mi1 = 3.7 #начальное значение объема оборотных средств M1
```

```
Mi2 = 2.8 #начальное значение объема оборотных средств M2
```

```
p_cr = 27 #критическая стоимость продукта
```

```
N = 37 #число потребителей производимого продукта
```

```
q = 1 #максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени
```

```
tau1 = 27 #длительность производственного цикла фирмы 1
```

```
tau2 = 17 #длительность производственного цикла фирмы 2
```

```
p1 = 6.7 #себестоимость продукта у фирмы 1
```

```
p2 = 11.7 #себестоимость продукта у фирмы 2
```

```
a1 = p_cr/(tau1^2*p1^2*N*q)
```

```
a2 = p_cr/(tau2^2*p2^2*N*q)
```

```
b = p_cr/(tau1^2*p1^2*tau2^2*p2^2*N*q)
```

```
c1 = (p_cr - p1)/(tau1*p1)
```

```
c2 = (p_cr - p2)/(tau2*p2)
```

```
#уравнение, описывающее динамики оборотных средств двух фирм, производящие взаимод
```

```
#одинакового качества и находящиеся в одной рыночной нише
```

```

function caseTwo(du, u, p, t)
    M1, M2 = u
    du[1] = u[1] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a1/c1)*u[1]^2
    du[2] = (c2/c1)*u[2] - (b/c1 + 0.00063)*u[1]*u[2] - (a2/c1)*u[2]^2
end

#интервал времени и начальные значения
tspan = (0, 10)
u0 = [Mi1, Mi2]

prob = ODEProblem(caseTwo, u0, tspan)

sol = solve(prob, dtmax = 0.05)

M1 = [u[1] for u in sol.u]
M2 = [u[2] for u in sol.u]
Time = [t for t in sol.t]

pltOne = plot(dpi = 300, legend = :topright, ylims=(0,500))

plot!(
    pltOne,
    Time,
    M1,
    title = "График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2 (зеленый)",
    titlefont = font(8),

```

```

        xlabel = "Время",
        ylabel = "оборотные средства",
        guidefontsize=8,
        label = "M1",
        color=:blue
    )
plot!(
    pltOne,
    Time,
    M2,
    title = "График изменения оборотных средств фирмы 1 (синий) и фирмы 2
(зеленый)",
    titlefont = font(8),
    xlabel = "Время",
    ylabel = "оборотные средства",
    label = "M2",
    guidefontsize=8,
    color=:green
)

savefig(pltOne, "C:\\Users\\Mo\\work\\study\\2023-2024\\Математическое моделирова

```

4.3.2 OpenModelica

1. Случай 1 на OpenModelica

```

model lab8_1

//начальные значения

```



```

Real p_cr = 27; //критическая стоимость продукта
Real N = 37; //число потребителей производимого продукта
Real q = 1; //максимальная потребность одного человека в продукте в единицу
Real tau1 = 27; //длительность производственного цикла фирмы 1
Real tau2 = 17; //длительность производственного цикла фирмы 2
Real p1 = 6.7; //себестоимость продукта у фирмы 1
Real p2 = 11.7; //себестоимость продукта у фирмы 2
Real M1;
Real M2;

Real a1 = p_cr/(tau1^2*p1^2*N*q);
Real a2 = p_cr/(tau2^2*p2^2*N*q);
Real b = p_cr/(tau1^2*p1^2*tau2^2*p2^2*N*q);
Real c1 = (p_cr - p1)/(tau1*p1);
Real c2 = (p_cr - p2)/(tau2*p2);

Real t = time;

initial equation

M1 = 3.7;
M2 = 2.8;

equation

der(M1) = M1 - (b/c1)*M1*M2 - (a1/c1)*M1^2;
der(M2) = (c2/c1)*M2 - (b/c1)*M1*M2 - (a2/c1)*M2^2;

```

```
end lab8_1;
```

2. Случай 2 на OpenModelica

```
model lab8_2
```

```
//начальные значения
```

```
Real p_cr = 27; //критическая стоимость продукта
```

```
Real N = 37; //число потребителей производимого продукта
```

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

```
Real tau1 = 27; //длительность производственного цикла фирмы 1
```

```
Real tau2 = 17; //длительность производственного цикла фирмы 2
```

```
Real p1 = 6.7; //себестоимость продукта у фирмы 1
```

```
Real p2 = 11.7; //себестоимость продукта у фирмы 2
```

```
Real M1;
```

```
Real M2;
```

```
Real a1 = p_cr/(tau1^2*p1^2*N*q);
```

```
Real a2 = p_cr/(tau2^2*p2^2*N*q);
```

```
Real b = p_cr/(tau1^2*p1^2*tau2^2*p2^2*N*q);
```

```
Real c1 = (p_cr - p1)/(tau1*p1);
```

```
Real c2 = (p_cr - p2)/(tau2*p2);
```

```
Real t = time;
```

```
initial equation
```

```
M1 = 3.7;
```

```
M2 = 2.8;
```

equation

$$\text{der}(M1) = M1 - (b/c1)*M1*M2 - (a1/c1)*M1^2;$$
$$\text{der}(M2) = (c2/c1)*M2 - (b/c1 + 0.00063)*M1*M2 - (a2/c1)*M2^2;$$

end lab8_2;

5 Вывод

- Построил графики изменения объемов оборотных средств каждой фирмы.

6 Библиография

1. Малыхин В.И. Москва: ЛЕНАНД, 2014. С. –216.
2. Bell J.G. // SIAM Review. Society for Industrial; Applied Mathematics, 1990. Т. 32, № 3. С. 487–489.
3. Н. Б.Л. / под ред. Шопенко Д.В. Санкт-Петербург: ИВЭСЭП, 2002. С. –60.
4. Копылов А. В. П.А.Э. // УСПЕХИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. 2003. № 8. С. 29–32.
5. JuliaHub I. Julia 1.10 Documentation [Электронный ресурс]. 2024. URL: <https://docs.julialang.org/en/v1/> (дата обращения: 30.03.2024).