

Лабораторная работа №8

Модель конкуренции двух фирм

Шубнякова Дарья НКНбд-01-22

1. Вводная часть

2. Основная часть

3. Результаты

1. Вводная часть

1.1 Цели и задачи

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.

Построить необходимые нам графики с помощью языка Julia и в OpenModelica.

2. Основная часть

2.1 Выполнение лабораторной работы

2.1.1 Прописываем код на языке Julia.

```
[3]: using DifferentialEquations
      using Plots

      gr(size=(1000, 800), dpi=300, legendfontsize=12, tickfontsize=10, guidefontsize=12)

      # Параметры для моего варианта
      p_cr = 11.5 # критическая стоимость (тыс.ед.)
      N = 35      # число потребителей (тыс.чел)
      q = 1       # максимальная потребность

      # Фирма 1
      tau1 = 18   # длительность производственного цикла
      p_tilde1 = 7.8 # себестоимость (тыс.ед.)
      M10 = 4.8    # начальные оборотные средства (млн.ед.)

      # Фирма 2
      tau2 = 28   # длительность производственного цикла
      p_tilde2 = 5.7 # себестоимость (тыс.ед.)
      M20 = 4.3    # начальные оборотные средств (млн.ед.)

      # Расчет коэффициентов
      a1 = p_cr / (tau1^2 * p_tilde1^2 * N * q)
      a2 = p_cr / (tau2^2 * p_tilde2^2 * N * q)
      b = p_cr / (tau1^2 * tau2^2 * p_tilde1^2 * p_tilde2^2 * N * q)
      c1 = (p_cr - p_tilde1) / (tau1 * p_tilde1)
      c2 = (p_cr - p_tilde2) / (tau2 * p_tilde2)

      println("Рассчитанные коэффициенты:")
      println("a1 = ", round(a1, digits=6))
      println("a2 = ", round(a2, digits=6))
      println("b = ", round(b, digits=9))
      println("c1 = ", round(c1, digits=6))
      println("c2 = ", round(c2, digits=6))

      # Случай 1: Только рыночная конкуренция
```

2.2 Продолжение кода.

```
# Случай 2: С социально-психологическими факторами
function case2!(du, u, p, t)
    M1, M2 = u
    du[1] = M1 - (b/c1 + 0.0004)*M1*M2 - (a1/c1)*M1^2
    du[2] = (c2/c1)*M2 - (b/c1)*M1*M2 - (a2/c1)*M2^2
end

# Временной интервал для безразмерного времени theta
tspan = (0.0, 30.0)
u0 = [M10, M20]

# Решение систем
prob1 = ODEProblem(case1!, u0, tspan)
prob2 = ODEProblem(case2!, u0, tspan)

sol1 = solve(prob1, Tsit5(), reltol=1e-8, abstol=1e-8)
sol2 = solve(prob2, Tsit5(), reltol=1e-8, abstol=1e-8)

# Построение графиков
p1 = plot(sol1, label=["Фирма 1" "Фирма 2"],
    xlabel="Безразмерное время θ", ylabel="Оборотные средства М (млн.ед.)",
    title="Случай 1: Только рыночная конкуренция",
    linewidth=2, grid=true, legend=:right)

p2 = plot(sol2, label=["Фирма 1" "Фирма 2"],
    xlabel="Безразмерное время θ", ylabel="Оборотные средства М (млн.ед.)",
    title="Случай 2: С социально-психологическими факторами",
    linewidth=2, grid=true, legend=:right)

# Сохранение графиков
savefig(p1, "competition_case1.png")
savefig(p2, "competition_case2.png")

# Вывод стационарных состояний для случая 1
println("\nСтационарные состояния для случая 1:")
println("Фирма 1 конечное значение: ", round(sol1.u[end][1], digits=3))
println("Фирма 2 конечное значение: ", round(sol1.u[end][2], digits=3))
```

2.3 Продолжение кода.

```
# Анализ результатов
println("\nАнализ результатов:")
println("Случай 1: Обе фирмы достигают стабильного состояния")
println("Случай 2: Влияние социально-психологических факторов изменяет динамику")

# Дополнительный анализ стационарных точек
# Для случая 1: решаем систему уравнений  $dM/d\theta = 0$ 
function stationary_points()
    # Уравнения:  $M1*(1 - (b/c1)*M2 - (a1/c1)*M1) = 0$ 
    #              $M2*((c2/c1) - (b/c1)*M1 - (a2/c1)*M2) = 0$ 

    # Тривиальное решение
    println("\nСтационарные точки:")
    println("1.  $M1 = 0, M2 = 0$ ")

    # Нетривиальные решения
    # Из первого уравнения:  $1 - (b/c1)*M2 - (a1/c1)*M1 = 0$ 
    # Из второго уравнения:  $(c2/c1) - (b/c1)*M1 - (a2/c1)*M2 = 0$ 

    # Решаем систему линейных уравнений
    A = [a1/c1 b/c1; b/c1 a2/c1]
    B = [1; c2/c1]

    M_stationary = A \ B
    println("2.  $M1 =$ ", round(M_stationary[1], digits=3), ",  $M2 =$ ", round(M_stationary[2],
end

stationary_points()
```


2.4 Получаем отчет о работе модели.

Рассчитанные коэффициенты:

$a1 = 1.7e-5$

$a2 = 1.3e-5$

$b = 1.0e-9$

$c1 = 0.026353$

$c2 = 0.036341$

Стационарные состояния для случая 1:

Фирма 1 конечное значение: 1580.915

Фирма 2 конечное значение: 2817.207

Анализ результатов:

Случай 1: Обе фирмы достигают стабильного состояния

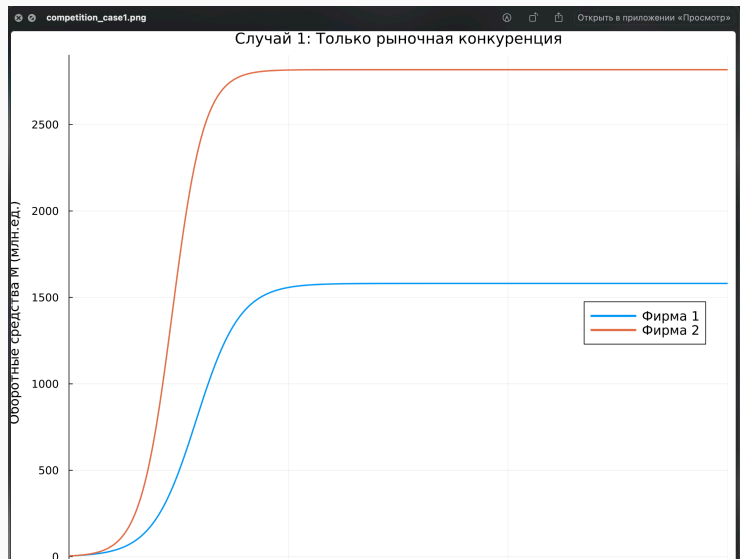
Случай 2: Влияние социально-психологических факторов изменяет динамику

Стационарные точки:

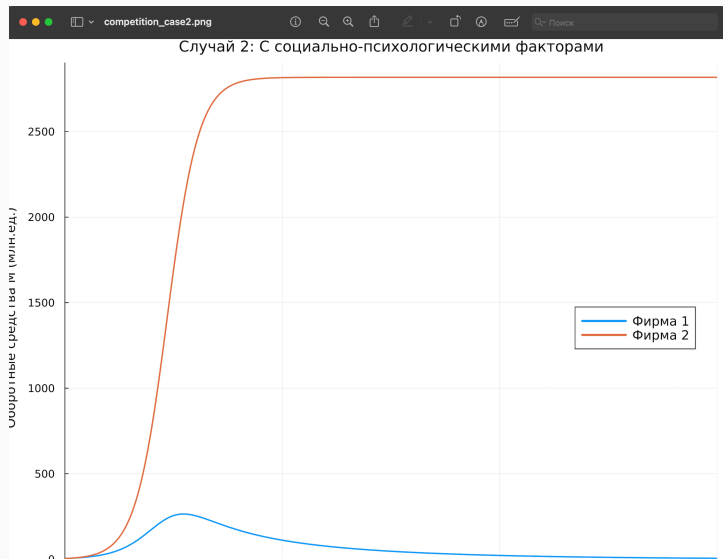
1. $M1 = 0$, $M2 = 0$

2. $M1 = 1580.915$, $M2 = 2817.207$

2.5 Получаем соответствующий график в первом случае: Только рыночная конкуренция.



2.6 И получаем второй график для второго случая: С социально-психологическими факторами.



2.7 Прописываем код на OpenModelica.

```
1 model Lab8_CompetitionModel_Correct
2   // Параметры для моего варианта
3   parameter Real p_cr = 11.5; // критическая стоимость (тыс.ед.)
4   parameter Real N = 35;      // число потребителей (тыс.чел)
5   parameter Real q = 1;       // максимальная потребность
6
7   // Фирма 1
8   parameter Real tau1 = 18;    // длительность производственного цикла
9   parameter Real p_tilde1 = 7.8; // себестоимость (тыс.ед.)
10  parameter Real M10 = 4.8;     // начальные оборотные средства (млн.ед.)
11
12  // Фирма 2
13  parameter Real tau2 = 28;     // длительность производственного цикла
14  parameter Real p_tilde2 = 5.7; // себестоимость (тыс.ед.)
```

2.8 Продолжение кода.

```
15 parameter Real M20 = 4.3;      // начальные оборотные средства (млн.ед.)
16
17 // Расчет коэффициентов
18 parameter Real a1 = p_cr / (tau1 * tau1 * p_tilde1 * p_tilde1 * N * q);
19 parameter Real a2 = p_cr / (tau2 * tau2 * p_tilde2 * p_tilde2 * N * q);
20 parameter Real b = p_cr / (tau1 * tau1 * tau2 * tau2 * p_tilde1 * p_tilde1 *
p_tilde2 * p_tilde2 * N * q);
21 parameter Real c1 = (p_cr - p_tilde1) / (tau1 * p_tilde1);
22 parameter Real c2 = (p_cr - p_tilde2) / (tau2 * p_tilde2);
23
24 // Безразмерное время (независимая переменная)
25 Real theta(start=0, fixed=true);
```

2.9 Продолжение кода.

```
27 // Переменные состояния для случая 1
28 Real M1_case1(start = M10); // Firma 1 - случай 1
29 Real M2_case1(start = M20); // Firma 2 - случай 1
30
31 // Переменные состояния для случая 2
32 Real M1_case2(start = M10); // Firma 1 - случай 2
33 Real M2_case2(start = M20); // Firma 2 - случай 2
34
35 equation
36 // Определение безразмерного времени
37 der(theta) = 1;
38
39 // СЛУЧАЙ 1: Только рыночная конкуренция
40 //  $dM1/d\theta = M1 - (b/c1)*M1*M2 - (a1/c1)*M1^2$ 
```

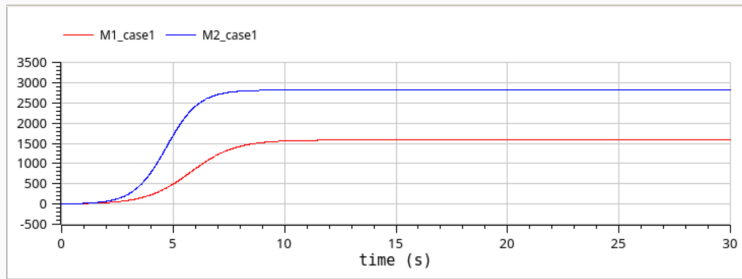
2.10 Продолжение кода.

```
41  der(M1_case1) = M1_case1 - (b/c1)*M1_case1*M2_case1 - (a1/c1)*M1_case1*M1_case1;  
42  
43  // dM2/dθ = (c2/c1)*M2 - (b/c1)*M1*M2 - (a2/c1)*M2²  
44  der(M2_case1) = (c2/c1)*M2_case1 - (b/c1)*M1_case1*M2_case1 - (a2/  
c1)*M2_case1*M2_case1;  
45  
46  // СЛУЧАЙ 2: С социально-психологическими факторами  
47  // dM1/dθ = M1 - (b/c1 + 0.0004)*M1*M2 - (a1/c1)*M1²  
48  der(M1_case2) = M1_case2 - (b/c1 + 0.0004)*M1_case2*M2_case2 - (a1/ℓ  
c1)*M1_case2*M1_case2;  
49  
50  // dM2/dθ = (c2/c1)*M2 - (b/c1)*M1*M2 - (a2/c1)*M2²
```

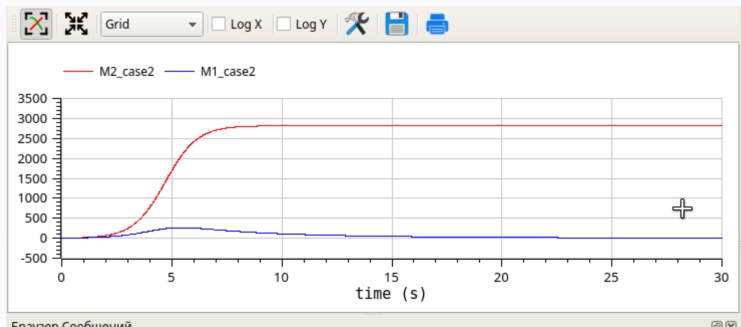
2.11 Продолжение кода.

```
51 der(M2_case2) = (c2/c1)*M2_case2 - (b/c1)*M1_case2*M2_case2 - (a2/  
52 c1)*M2_case2*M2_case2;  
53  
54 annotation(  
55     experiment(  
56         StartTime=0,  
57         StopTime=30, // Безразмерное время  $\theta$  от 0 до 30  
58         Tolerance=1e-8,  
59         NumberOfIntervals=5000  
60     )  
61 );  
62 end Lab8_CompetitionModel_Correct;
```


2.12 Получаем график для первого случая: Только рыночная конкуренция.



2.13 И получаем второй график для второго случая: С социально-психологическими факторами.



3. Результаты

3. Результаты

Мы реализовали модель конкуренции двух фирм. На графиках ознакомились с двумя случаями:

- 1) Только рыночная конкуренция
- 2) С социально-психологическими факторами