

Лабораторная работа №8

Модель конкуренции двух фирм

Голощапова Ирина Борисовна

31 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Голощапова Ирина Борисовна
- студентка уч. группы НФИбд-01-20
- Российский университет дружбы народов
- 1032201666@pfur.ru
- <https://github.com/ibgoloshchapowa>

Вводная часть

Экономическая сфера регулярно претерпевает сильные изменения: создаются новые рабочие места, наблюдается рост производства в различных сферах промышленности, улучшаются технологии. Важной ее частью является мировая экономическая система, которая имеет сложную иерархическую структуру. Поэтому в данной работе будет рассматриваться вопрос математического моделирования конкурентных взаимоотношений в мировой экономике.

- Модель конкуренции двух фирм
- Язык программирования Julia
- Язык моделирования OpenModelica

Рассмотреть и подробно изучить принцип построения модели конкуренции двух фирм.

Согласно своему варианту (вариант №7):

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.

Условие задачи. Вариант №7

$$\frac{dM_1}{d\theta} = M_1 - \frac{b}{c_1}M_1M_2 - \frac{a_1}{c_1}M_1^2 \quad (1)$$

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

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

$$\frac{dM_1}{d\theta} = M_1 - \left(\frac{b}{c_1} + 0.0016\right)M_1M_2 - \frac{a_1}{c_1}M_1^2 \quad (3)$$

$$\frac{dM_2}{d\theta} = \frac{c_2}{c_1}M_2 - \frac{b}{c_1}M_1M_2 - \frac{a_2}{c_1}M_2^2 \quad (4)$$

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

Выполнение работы

Построение модели конкуренции. Случай 1

Построение модели на языке OpenModelica. Случай 1

1. Листинг программы в OpenModelica

```
1  model lab8
2  parameter Real p_cr = 19;
3  parameter Real tau1 = 15;
4  parameter Real p1 = 12;
5  parameter Real tau2 = 18;
6  parameter Real p2 = 10;
7  parameter Real N = 22;
8  parameter Real q = 1;
9  parameter Real a1 = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q);
10 parameter Real a2 = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q);
11 parameter Real b = p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q);
12 parameter Real c1 = (p_cr-p1)/(tau1*p1);
13 parameter Real c2 = (p_cr-p2)/(tau2*p2);
14 parameter Real d = 0.0016;
15 Real M1(start=2.4);
16 Real M2(start=1.7);
17
18 equation
19 der(M1) = M1 - (b/c1)*M1*M2 - (a1/c1)*M1*M1;
20 der(M2) = (c2/c1)*M2 - (b/c1)*M1*M2 - (a2/c1)*M2*M2;
21 annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 30, Interval = 0.3));
22 end lab8;
```

Рис. 1: Листинг программы. OpenModelica. Случай 1

2. Получаем следующий результат:

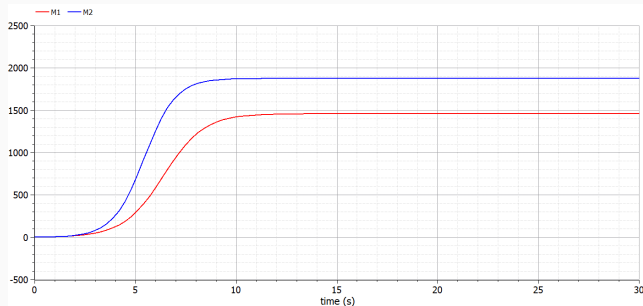


Рис. 2: График на OpenModelica. Случай 1

**Построение модели
конкуренции на языке Julia.
Случай 1**

Построение модели на языке Julia. Случай 1

4. Листинг программы на Julia

```
1 using DifferentialEquations
2
3 function lorenz!(du, u, p, t)
4     du[1] = u[1] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a1/c1)*u[1]*u[1]
5     du[2] = (c2/c1)*u[2] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a2/c1)*u[2]*u[2]
6 end
7
8 const N = 22
9 const q = 1
10 const p_cr = 19
11 const tau1 = 15
12 const tau2 = 18
13 const p1 = 12
14 const p2 = 10
15 const a1 = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q)
16 const a2 = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q)
17 const b = p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q)
18 const c1 = (p_cr - p1)/(tau1*p1)
19 const c2 = (p_cr - p2)/(tau2*p2)
20 const d = 0.0016
21 const M1 = 2.4
22 const M2 = 1.7
23
24 u0 = [M1, M2]
25
26 p = (0.01, 0.02)
27 tspan = (0.0, 30.0)
28
29 prob = ODEProblem(lorenz!, u0, tspan, p)
30 sol = solve(prob, dtmax=0.1)
31
32 using Plots; gr()
33 plot(sol)
34 savefig("julia_1.png")
```

Рис. 3: Листинг программы. Julia. Случай 1

Построение модели на языке Julia. Случай 1

5. Результат на Julia выглядит следующим образом

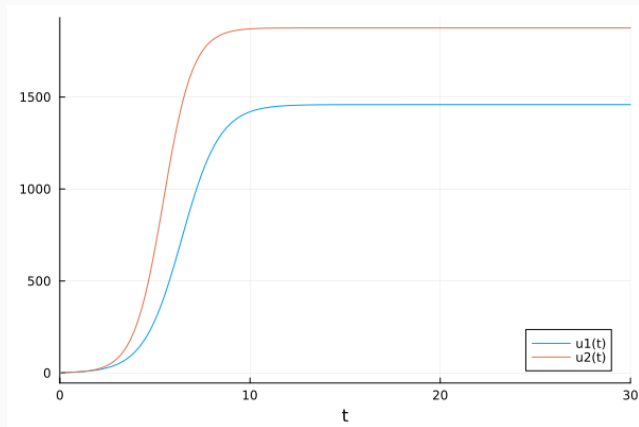


Рис. 4: График на Julia. Случай 1

Построение модели конкуренции. Случай 2

6. Листинг программы в OpenModelica

```
1  model lab8_2
2  parameter Real p_cr = 19;
3  parameter Real tau1 = 15;
4  parameter Real p1 = 12;
5  parameter Real tau2 = 18;
6  parameter Real p2 = 10;
7  parameter Real N = 22;
8  parameter Real q = 1;
9  parameter Real a1 = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q);
10 parameter Real a2 = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q);
11 parameter Real b = p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q);
12 parameter Real c1 = (p_cr-p1)/(tau1*p1);
13 parameter Real c2 = (p_cr-p2)/(tau2*p2);
14 parameter Real d = 0.0016;
15 Real M1(start=2.4);
16 Real M2(start=1.7);
17
18 equation
19 der(M1) = M1 - (b/c1+d)*M1*M2 - (a1/c1)*M1*M1;
20 der(M2) = (c2/c1)*M2 - (b/c1)*M1*M2 - (a2/c1)*M2*M2;
21 annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 30, Interval = 0.3));
22 end lab8_2;
```

Рис. 5: Листинг программы. OpenModelica. Случай 2

7. Получаем следующий результат:

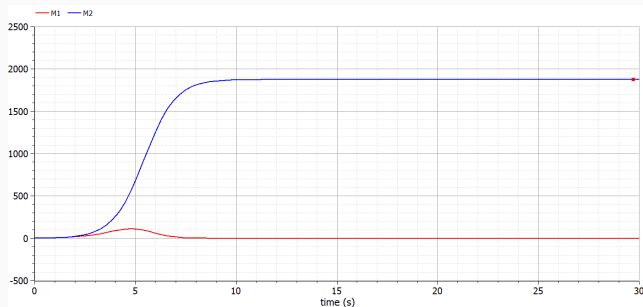


Рис. 6: График на OpenModelica. Случай 2

**Построение модели
конкуренции на языке Julia.
Случай 2**

Построение модели на языке Julia. Случай 2

8. Листинг программы на Julia

```
1 using DifferentialEquations
2
3 function lorenz!(du, u, p, t)
4     du[1] = u[1] - (b/c1+d)*u[1]*u[2] - (a1/c1)*u[1]*u[1]
5     du[2] = (c2/c1)*u[2] - (b/c1)*u[1]*u[2] - (a2/c1)*u[2]*u[2]
6 end
7
8 const N = 22
9 const q = 1
10 const p_cr = 19
11 const tau1 = 15
12 const tau2 = 18
13 const p1 = 12
14 const p2 = 10
15 const a1 = p_cr/(tau1*tau1*p1*p1*N*q)
16 const a2 = p_cr/(tau2*tau2*p2*p2*N*q)
17 const b = p_cr/(tau1*tau1*tau2*tau2*p1*p1*p2*p2*N*q)
18 const c1 = (p_cr - p1)/(tau1*p1)
19 const c2 = (p_cr - p2)/(tau2*p2)
20 const d = 0.0016
21 const M1 = 2.4
22 const M2 = 1.7
23
24 u0 = [M1, M2]
25
26 p = (0.01, 0.02)
27 tspan = (0.0, 30.0)
28
29 prob = ODEProblem(lorenz!, u0, tspan, p)
30 sol = solve(prob, dtmax=0.1)
31
32 using Plots; gr()
33 plot(sol)
34 savefig("julia_2.png")
35
```

Построение модели на языке Julia. Случай 2

9. Результат на Julia выглядит следующим образом

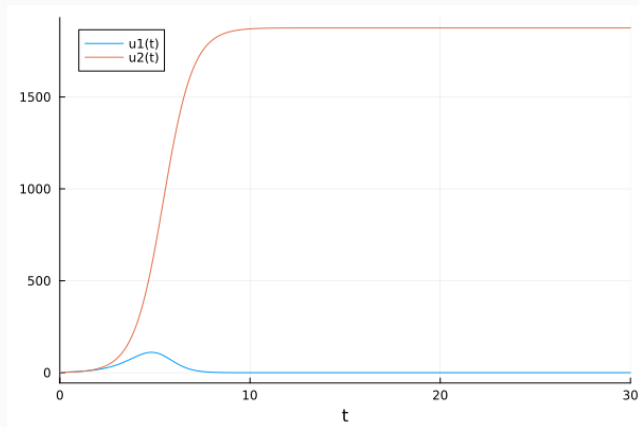


Рис. 8: Графики на Julia. Случай 2

Результаты

В ходе лабораторной работы нам удалось рассмотреть и подбробнее изучить принцип построения модели конкуренции двух фирм, а также построить графики изменения оборотных средств фирмы 1 и фирмы 2 без учета постоянных издержек и с введенной нормировкой для случая 1 и случая 2.