Лабораторная работа №8

Абушек Дмитрий Олегович

НФИбд-01-20

* Изучить и построить модель конкуренции двух фирм

## Теоретическое введние

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.

## Теоретическое введние

Обозначим:

- число потребителей производимого продукта.

– 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.

– оборотные средства предприятия

- длительность производственного цикла

- рыночная цена товара

- себестоимость продукта, то есть переменные издержки на производство единицы продукции

- доля оборотных средств, идущая на покрытие переменных издержек

- постоянные издержки, которые не зависят от количества выпускаемой продукции

– функция спроса, зависящая от отношения дохода к цене . Она равна количеству продукта, потребляемого одним потребителем в единицу времени.

## Теоретическое введние. Построение математической модели (1)

Функцию спроса товаров долговременного использования часто представляют в простейшей форме:

где – максимальная потребность одного человека в продукте в единицу времени. Эта функция падает с ростом цены и при (критическая стоимость продукта) потребители отказываются от приобретения товара. Величина . Параметр – мера эластичности функции спроса по цене. Таким образом, функция спроса является пороговой (то есть, при ) и обладает свойствами насыщения.

## Теоретическое введние. Построение математической модели (2)

Уравнения динамики оборотных средств приобретает (1):

## Теоретическое введние. Построение математической модели (3)

Уравнения динамики оборотных средств приобретает (2):

## Теоретическое введние. Построение математической модели (4)

В обсуждаемой модели параметр всюду входит в сочетании с . Это значит, что уменьшение доли оборотных средств, вкладываемых в производство, эквивалентно удлинению производственного цикла. Поэтому мы в дальнейшем положим: , а параметр будем считать временем цикла, с учётом сказанного.

## Задание лабораторной работы. Вариант 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:

где

также введена нормировка

## Задание лабораторной работы. Вариант 1

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 будет отличаться. Пусть в рамках рассматриваемой модели динамика изменения объемов продаж фирмы 1 и фирмы 2 описывается следующей системой уравнений:

Для обоих случаев рассмотрим задачу со следующими начальными условиями и параметрами

## Задачи

1. Изучить модель конкуренции двух фирм
2. Построить графики изменения оборотных средств двух фирм для обоих случаев

# Ход выполнения лабораторной работы

## Математическая модель

По представленному выше теоретическому материалу были составлены модели на обоих языках программирования.

# Решение с помощью программ

# Код

Julia

using Plots  
using DifferentialEquations  
  
kr = 15  
t1 = 11  
p1 = 8  
t2 = 14  
p2 = 6  
N = 17  
q = 1  
  
a1 = kr / (t1 \* t1 \* p1 \* p1 \* N \* q)  
a2 = kr / (t2 \* t2 \* p2 \* p2 \* N \*q)  
b = kr / (t1 \* t1 \* t2 \* t2 \* p1 \* p1 \* p2 \* p2 \* N \* q)  
c1 = (kr - p1) / (t1 \* p1)  
c2 = (kr - p2) / (t2 \* p2)  
  
  
function ode\_fn(du, u, p, t)  
 M1, M2 = u  
 du[1] = u[1] - b / c1\*u[1] \* u[2] - a1 / c1\*u[1] \* u[1]  
 du[2] = c2 / c1\*u[2] - b / c1\*u[1] \* u[2] - a2 / c1\*u[2] \* u[2]  
end  
  
v0 = [2.5, 1.5]  
tspan = (0.0, 30.0)  
prob = ODEProblem(ode\_fn, v0, tspan)  
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)  
M1 = [u[1] for u in sol.u]  
M2 = [u[2] for u in sol.u]  
T = [t for t in sol.t]  
  
plt = plot(  
 dpi = 600,  
 legend = true)  
  
plot!(plt, T, M1, label = "Оборотные средства фирмы #1", color = :green)  
  
plot!(plt, T, M2, label = "Оборотные средства фирмы #2", color = :red)  
  
savefig(plt, "lab08\_1.png")

using Plots  
using DifferentialEquations  
  
kr = 15  
t1 = 11  
p1 = 8  
t2 = 14  
p2 = 6  
N = 17  
q = 1  
  
a1 = kr / (t1 \* t1 \* p1 \* p1 \* N \* q)  
a2 = kr / (t2 \* t2 \* p2 \* p2 \* N \*q)  
b = kr / (t1 \* t1 \* t2 \* t2 \* p1 \* p1 \* p2 \* p2 \* N \* q)  
c1 = (kr - p1) / (t1 \* p1)  
c2 = (kr - p2) / (t2 \* p2)  
  
  
function ode\_fn(du, u, p, t)  
 M1, M2 = u  
 du[1] = u[1] - (b / c1 + 0.0002)\*u[1] \* u[2] - a1 / c1\*u[1] \* u[1]  
 du[2] = c2 / c1\*u[2] - b / c1\*u[1] \* u[2] - a2 / c1\*u[2] \* u[2]  
end  
  
v0 = [8.8, 9.9]  
tspan = (0.0, 30.0)  
prob = ODEProblem(ode\_fn, v0, tspan)  
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)  
M1 = [u[1] for u in sol.u]  
M2 = [u[2] for u in sol.u]  
T = [t for t in sol.t]  
  
plt = plot(  
 dpi = 600,  
 legend = :topright)  
  
plot!(plt, T, M1, label = "Оборотные средства фирмы #1", color = :green)  
  
plot!(plt, T, M2, label = "Оборотные средства фирмы #2", color = :red)  
  
savefig(plt, "lab08\_2.png")

OpenModelica

model lab08\_1  
Real kr = 15;  
Real t1 = 11;  
Real p1 = 8;  
Real t2 = 14;  
Real p2 = 6;  
Real N = 17;  
Real q = 1;  
  
Real a1 = kr / (t1 \* t1 \* p1 \* p1 \* N \* q);  
Real a2 = kr / (t2 \* t2 \* p2 \* p2 \* N \* q);  
Real b = kr / (t1 \* t1 \* t2 \* t2 \* p1 \* p1 \* p2 \* p2 \* N \* q);  
Real c1 = (kr - p1) / (t1 \* p1);  
Real c2 = (kr - p2) / (t2 \* p2);  
  
Real M1;  
Real M2;  
initial equation  
M1 = 2.5;  
M2 = 1.5;  
equation  
der(M1) = M1 - b / c1 \* M1 \* M2 - a1 / c1 \* M1 \* M1;  
der(M2) = c2 / c1 \* M2 - b / c1 \* M1 \* M2 - a2 / c1 \* M2 \* M2;  
end lab08\_1;

model lab08\_2  
Real kr = 15;  
Real t1 = 11;  
Real p1 = 8;  
Real t2 = 14;  
Real p2 = 6;  
Real N = 17;  
Real q = 1;  
  
Real a1 = kr / (t1 \* t1 \* p1 \* p1 \* N \* q);  
Real a2 = kr / (t2 \* t2 \* p2 \* p2 \* N \* q);  
Real b = kr / (t1 \* t1 \* t2 \* t2 \* p1 \* p1 \* p2 \* p2 \* N \* q);  
Real c1 = (kr - p1) / (t1 \* p1);  
Real c2 = (kr - p2) / (t2 \* p2);  
  
Real M1;  
Real M2;  
initial equation  
M1 = 2.5;  
M2 = 1.5;  
equation  
der(M1) = M1 - (b / c1 + 0.0002) \* M1 \* M2 - a1 / c1 \* M1 \* M1;  
der(M2) = c2 / c1 \* M2 - b / c1 \* M1 \* M2 - a2 / c1 \* M2 \* M2;  
end lab08\_2;

## Результаты работы кода на Julia и Open Modelica для первого случая:

![“График, построенный на языке Julia”](data:text/html; charset=utf-8;base64,)

“График, построенный на языке Julia”

![“График, построенный на языке Open Modelica”](data:text/html; charset=utf-8;base64,)

“График, построенный на языке Open Modelica”

## Результаты работы кода на Julia и Open Modelica для второго случая:

![“График, построенный на языке Julia”](data:text/html; charset=utf-8;base64,)

“График, построенный на языке Julia”

![“График, построенный на языке Open Modelica”](data:text/html; charset=utf-8;base64,)

“График, построенный на языке Open Modelica”

## Анализ полученных результатов. Сравнение языков.

* В итоге проделанной работы на языках Julia и OpenModelica мы построили графики изменения оборотных средств для двух фирм для случаев, когда конкурентная борьба ведётся только рыночными методами и когда, помимо экономического фактора влияния, используются еще и социально-психологические факторы
* Кроме того, построение модели конкуренции двух фирм на языке OpenModelica занимает значительно меньше строк кода, чем аналогичное построение на Julia

# Вывод

## Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы была изучена модель конкуренции двух фирм и в дальнейшем построена модель на языках Julia и Open Modelica.

## Список литературы. Библиография

[1] Документация по Julia: https://docs.julialang.org/en/v1/

[2] Документация по OpenModelica: https://openmodelica.org/

[3] Решение дифференциальных уравнений: https://www.wolframalpha.com/

[4] Мальтузианская модель роста: https://www.stolaf.edu//people/mckelvey/envision.dir/malthus.html

[5] Математические модели конкурентной среды: https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/12019/1/Gorynya\_2018.pdf