

Лабораторная работа №7

Модель рекламной кампании

Ким М. А.

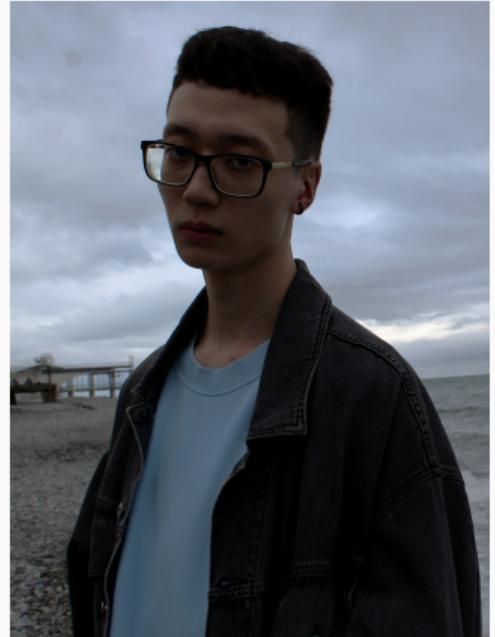
16 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Докладчик

- Ким Михаил Алексеевич
- студент уч. группы НФИбд-01-20
- Российский университет дружбы народов
- 1032201664@pfur.ru
- <https://github.com/exmanka>



Вводная часть

Актуальность

- Необходимость навыков моделирования реальных математических задач, построение графиков.

Объект и предмет исследования

- Язык программирования Julia
- Язык моделирования Modelica
- Модель рекламной кампании

Цели и задачи

- Продолжить знакомство с функционалом языков Julia и Modelica.
- Описать математическую модель рекламной кампании с помощью данных языков.
- Построить графики состояния систем в соответствии с поставленными задачами.

Материалы и методы

- Языки:
 - язык программирования Julia
 - язык моделирования Modelica
- Дополнительный комплекс программ:
 - Программное обеспечение OpenModelica
 - Интерактивный блокнот Pluto.jl

Процесс выполнения работы

Формулировка задания

Формулировка задания

Постройте график распространения рекламы, математическая модель которой описывается следующим уравнением:

1. $\frac{dn}{dt} = (0.77 + 0.00017n(t))(N - n(t))$
2. $\frac{dn}{dt} = (0.000055 + 0.29n(t))(N - n(t))$
3. $\frac{dn}{dt} = (0.5 \cdot t + 0.3 \cdot t \cdot n(t))(N - n(t))$

При этом объем аудитории $N = 610$, в начальный момент о товаре знает 10 человек. Для случая 2 определите в какой момент времени скорость распространения рекламы будет иметь максимальное значение.

Теоретическое введение

Теоретическое введение

Математическая модель рекламной кампании описывается следующим ОДУ:

$$\frac{dn}{dt} = (\alpha_1(t) + \alpha_2(t)n(t))(N - n(t)),$$

где N – число потенциальных клиентов; $n(t)$ – число клиентов, информированных о товаре и готовых его купить; $\frac{dn}{dt}$ – изменение числа клиентов, информированных о товаре и готовых его купить, со временем; $\alpha_1(t)$ – величина, характеризующая интенсивность рекламной компании; $\alpha_2(t)$ – величина, характеризующая интенсивность т.н. «сарафанного радио».

Pluto.jl

Код задания №1 (часть 1)

```
- begin
-     import Pkg
-     Pkg.activate() ⓘ
-     using DifferentialEquations
-     using LaTeXStrings
-     import Plots
- end

Activating project at `~/.julia/environments/v1.8` ⓘ
```

T

Период времени

```
- begin
-     const N = 610
-     const n₀ = 10
-     const α₁ = 0.000055
-     const α₂ = 0.29

-     "max_der[1] - dn/dt, max_der[2] - n, max_der[3] - t"
-     max_der = [-1e6, 0, 0]

-     "Начальные условия: u₀[1] - n"
-     u₀ = [n₀]

-     "Период времени"
-     T = (0.0, 0.1)
- end
```

F!

Правая часть нашей системы, р не используется. u[1] - n

```
"Правая часть нашей системы, р не используется. u[1] - n"
function F!(du, u, p, t)
    du[1] = (α₁ + α₂ * u[1]) * (N - u[1])
    if du[1] > max_der[1]
        max_der[1] = du[1]
        max_der[2] = u[1]
        max_der[3] = t
    end
end
```

```
prob = ODEProblem with uType Vector{Int64} and tType Float64. In-place: true
  timespan: (0.0, 0.1)
  u₀: 1-element Vector{Int64}:
    10
  prob = ODEProblem(F!, u₀, T)
```

Код задания №1 (часть 2)

```
sol =
```

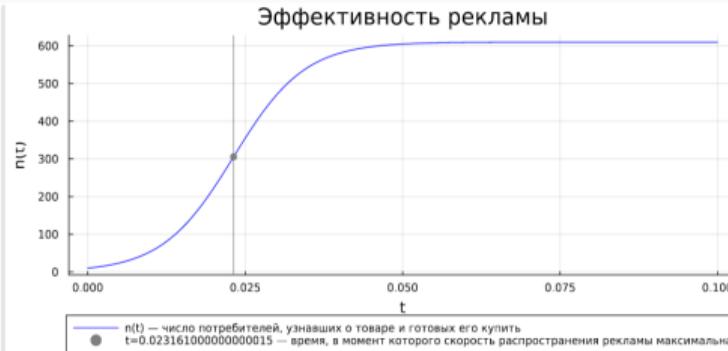
	timestamp	value1
1	0.0	10.0
2	0.001	11.8974
3	0.002	14.1463
4	0.003	16.8084
5	0.004	19.9547
6	0.005	23.6664
7	0.006	28.0357
8	0.007	33.1659
9	0.008	39.1718
10	0.009	46.1783

⋮ more

```
+ sol = solve(prob, dtmax=0.001)
```

```
- begin
-   const nn = []
-   for u in sol.u
-     push!(nn, u[1])
-   end
- end
```

Код задания №1. Получившийся график



```
. begin
.   fig = Plots.plot(
.     dpi=150,
.     grid=:xy,
.     gridcolor=:black,
.     gridwidth=1,
.     size=(800, 400),
.     legend=:outerbottom,
.     xlabel="t",
.     ylabel="n(t)",
.     plot_title="Эффективность рекламы")
.
.   Plots.plot!(fig[1], sol.t, nn, color=:blue, label="n(t) - число потребителей,
.   узнавших о товаре и готовых его купить")
.   Plots.vline!(fig[1], [max_der[3]], color=:grey, label="")
.   Plots.scatter!(fig[1], [max_der[3]], [max_der[2]], color=:grey,
.   markerstrokewidth=0.2, markersize=4, label="t=" * string(max_der[3]) * " - время,
.   в момент которого скорость распространения рекламы максимальна")
.
. end
```

GKS: Rectangle definition is invalid in routine SET_VIEWPORT

Измененный блок кода для задания №2. Получившийся график

T

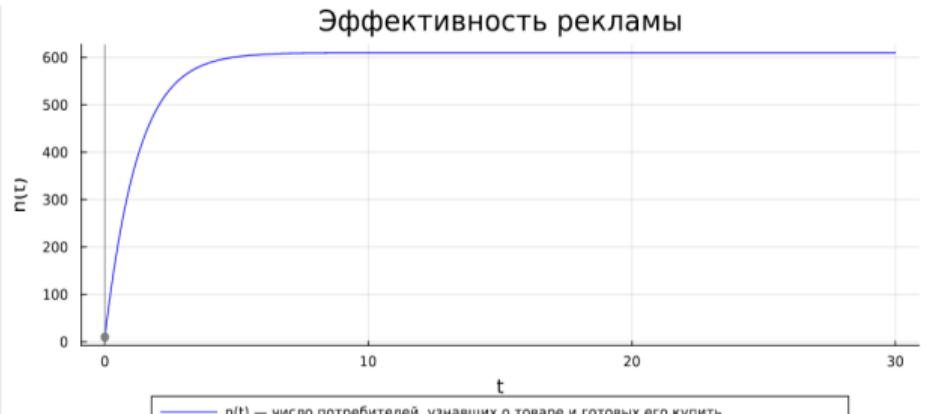
Период времени

```
begin
    const N = 610
    const n_0 = 10
    const α₁ = 0.77
    const α₂ = 0.00017

    "max_der[1] = dn/dt, max_der[2] = n, max_der[3] = t"
    max_der = [-16, 0, 0]

    "Начальные условия: u₀[1] = n"
    u₀ = [n_0]

    "Период времени"
    T = (0.0, 30.0)
end
```



Измененный блок кода для задания №3. Получившийся график

T

Период времени

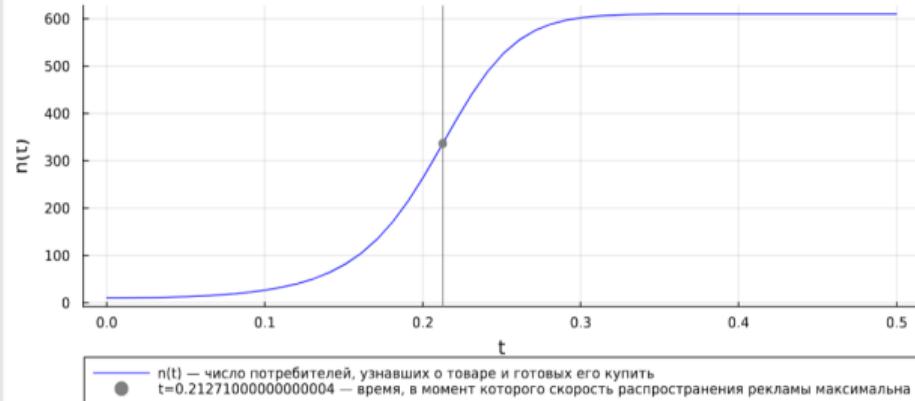
```
- begin
-   const N = 618
-   const n0 = 10
-   const u1 = 0.5
-   const u2 = 0.3
-
-   "max_der[1] = dn/dt, max_der[2] = n, max_der[3] = t"
-   max_der = [-1e8, 0, 0]
-
-   "Начальные условия: u0[1] = n"
-   u0 = [n0]
-
-   "Период времени"
-   T = {0.0, 0.5}
- end
```

F!

Правая часть нашей системы, p не используется. u[1] - n

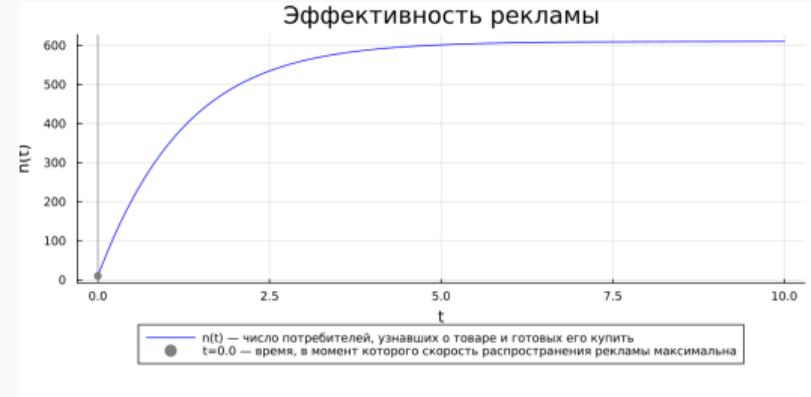
```
- "Правая часть нашей системы, p не используется. u[1] - n"
function F!(du, u, p, t)
  du[1] = (u1 * t + u2 * t * u[1]) * (N - u[1])
-
  if du[1] > max_der[1]
    max_der[1] = du[1]
    max_der[2] = u[1]
    max_der[3] = t
  end
end
```

Эффективность рекламы



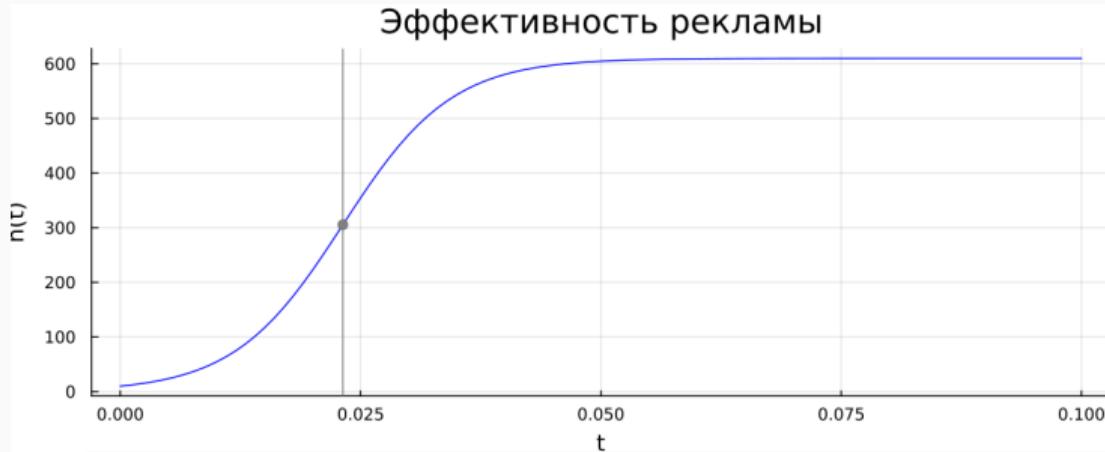
Julia

Код задания №1. Получившийся график



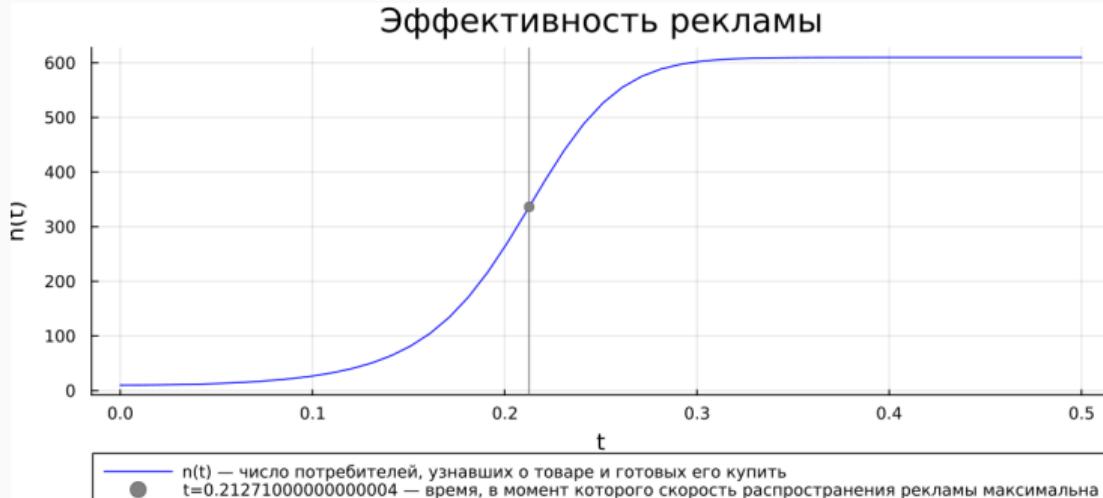
Измененный блок кода для задания №2. Получившийся график

```
5 const N = 610
6 const n_0 = 10
7 const alpha_1 = 0.000055
8 const alpha_2 = 0.29
9
10 "max_der[1] - dn/dt, max_der[2] - n, max_der[3] - t"
11 max_der = [-1e6, 0, 0]
12
13 "Начальные условия: u_0[1] - n"
14 u_0 = [n_0]
15
16 "Период времени"
17 T = (.0, .1)
```



Измененный блок кода для задания №3. Получившийся график

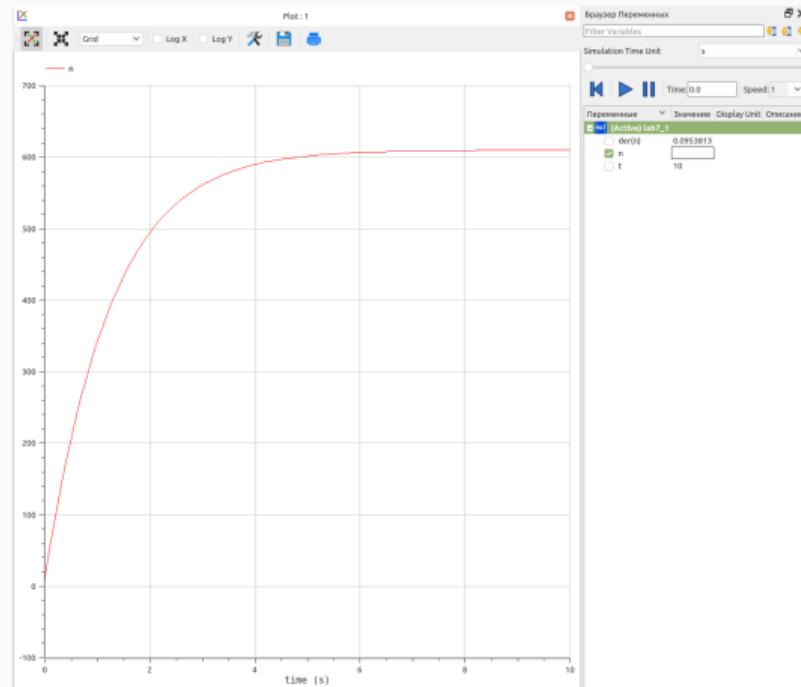
```
5 const N = 610
6 const n_0 = 10
7 const alpha_1 = 0.5
8 const alpha_2 = 0.3
9
10 "max_der[1] - dn/dt, max_der[2] - n, max_der[3] - t"
11 max_der = [-1e6, 0, 0]
12
13 "Начальные условия: u_0[1] - n"
14 u_0 = [n_0]
15
16 "Период времени"
17 T = (.0, .5)
18
19 "Правая часть нашей системы, p не используется. u[1] - n"
20 function F(du, u, p, t)
21     du[1] = (alpha_1 * t + alpha_2 * t * u[1]) * (N - u[1])
22
23     if du[1] > max_der[1]
24         max_der[1] = du[1]
25         max_der[2] = u[1]
26         max_der[3] = t
27     end
28 end
```



OpenModelica

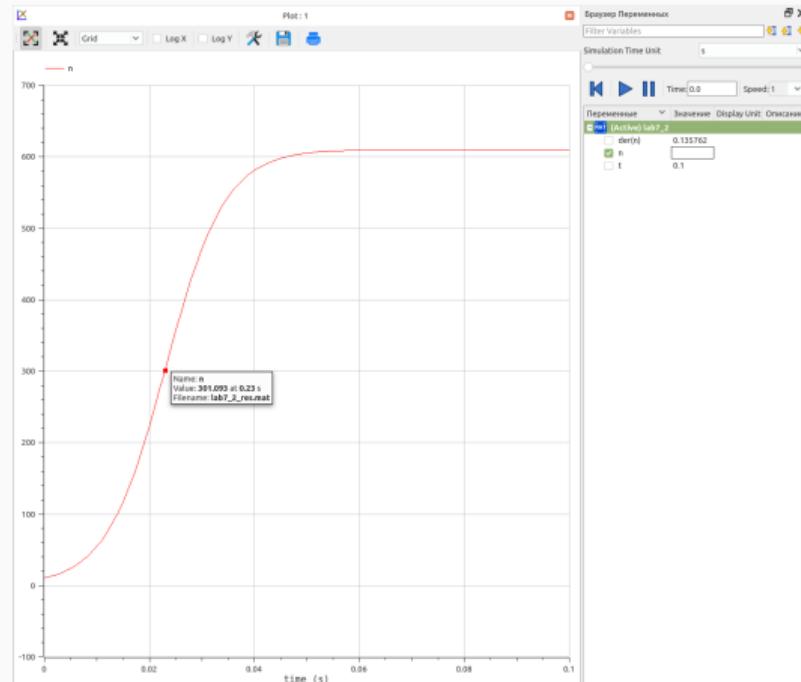
Код задания №1. Получившийся график

```
lab7_1
1 model lab7_1
2   constant Real alpha_1 = 0.77;
3   constant Real alpha_2 = 0.00017;
4   constant Integer N = 610;
5   constant Integer n_0 = 10;
6   Real t = time;
7   Real n(t);
8   initial equation
9     n = n_0;
10  equation
11    der(n) = (alpha_1 + alpha_2 * n) * (N - n);
12    annotation(experiment(StartTime=0, StopTime=10, Interval = 0.1));
13 end lab7_1;
```

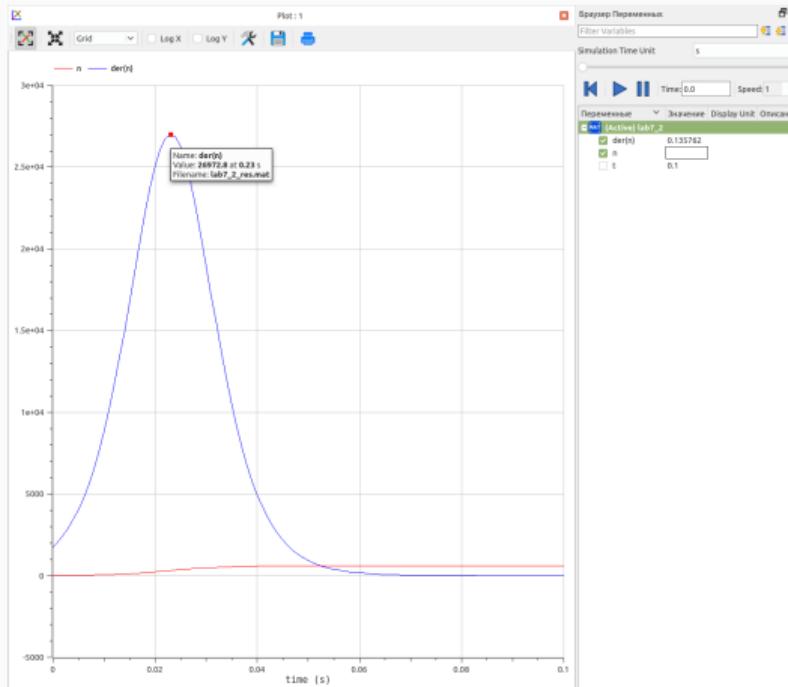


Код задания №2. Получившиеся графики. 1

```
lab7_2
1 model lab7_2
2   constant Real alpha_1 = 0.000055;
3   constant Real alpha_2 = 0.29;
4   constant Integer N = 610;
5   constant Integer n_0 = 10;
6   Real t = time;
7   Real n(t);
8   initial equation
9     n = n_0;
10  equation
11    der(n) = (alpha_1 + alpha_2 * n) * (N - n);
12    annotation(experiment(StartTime=0, StopTime=0.1, Interval = 0.001));
13 end lab7_2;
```

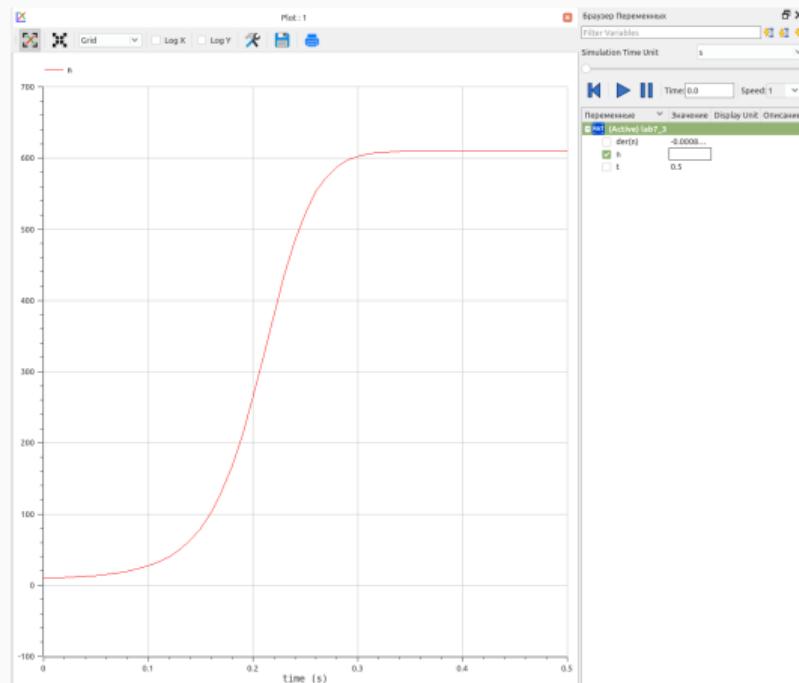


Код задания №2. Получившиеся графики. 2



Код задания №3. Получившийся график

```
lab7_3
1 model lab7_3
2   constant Real alpha_1 = 0.5;
3   constant Real alpha_2 = 0.3;
4   constant Integer N = 610;
5   constant Integer n_0 = 10;
6   Real t = time;
7   Real n(t);
8   initial equation
9     n = n_0;
10  equation
11    der(n) = (alpha_1 * t + alpha_2 * t * n) * (N - n);
12    annotation(experiment(StartTime=0, StopTime=0.5, Interval = 0.01));
13 end lab7_3;
```



Результаты

Результаты

- Описана математическая модель рекламной кампании с помощью языков Julia и Modelica.
- Построены графики состояния систем в соответствии с поставленными задачами.

Вывод

Продолжил знакомство с функционалом языка программирования Julia и языка моделирования Modelica, а также с функционалом программного обеспечения OpenModelica и интерактивного блокнота Pluto. Используя эти средства, построил математическую модель рекламной кампании.