

## **Отчёт по лабораторной работе 7**

### **Простейший вариант 23**

Ду нашсменту Висенте Феликс

## Содержание

Цель работы .....	3
Задание .....	3
Теоретическое введение.....	3
Выполнение лабораторной работы.....	5

## Цель работы

Решаем Задача об Эффективность рекламы.

## Задание

Формула определения номера задания:  $(S_n \bmod N) + 1$ , где  $S_n$  — номер студбилета,  $N$  — количество заданий.

Вариант № 23 Постройте график распространения рекламы, математическая модель которой описывается следующим уравнением:

$$\frac{dn}{dt} = \begin{cases} (0.51 + 0.000099n(t))(N - n(t)) \\ (0.000019 + 0.99n(t))(N - n(t)) \\ (0.99t + 0.3\cos(4t)n(t))(N - n(t)) \end{cases}$$

При этом объем аудитории  $N = 945$ , в начальный момент о товаре знает 13 человек. Для случая 2 определите в какой момент времени скорость распространения рекламы будет иметь максимальное значение.

## Теоретическое введение

Организуется рекламная кампания нового товара или услуги. Необходимо, чтобы прибыль будущих продаж с избытком покрывала издержки на рекламу. Вначале расходы могут превышать прибыль, поскольку лишь малая часть потенциальных покупателей будет информирована о новинке. Затем, при увеличении числа продаж, возрастает и прибыль, и, наконец, наступит момент, когда рынок насытится, и рекламировать товар станет бесполезным. Предположим, что торговыми учреждениями реализуется некоторая продукция, о которой в момент времени  $t$  из числа потенциальных покупателей  $N$  знает лишь  $n$  покупателей. Для ускорения сбыта продукции запускается реклама по радио, телевидению и других средств массовой информации. После запуска рекламной кампании информация о продукции начнет распространяться среди потенциальных покупателей путем общения друг с другом. Таким образом, после запуска рекламных объявлений скорость изменения числа знающих о продукции людей пропорциональна как числу знающих о товаре покупателей, так и числу покупателей о нем не знающих. Модель рекламной кампании описывается следующими величинами. Считаем, что  $\frac{dn}{dt}$  скорость изменения со временем числа потребителей, узнавших о товаре и готовых его купить,  $t$  - время, прошедшее с начала рекламной кампании,  $n(t)$  - число уже информированных клиентов. Эта величина пропорциональна числу покупателей, еще не знающих о нем, это описывается следующим образом:  $\alpha_1(N - n(t))$ , где  $N$  — общее число потенциальных платежеспособных покупателей,  $\alpha_1(t) > 0$  — характеризует интенсивность рекламной кампании (зависит от затрат на рекламу в данный момент времени). Помимо этого, узнавшие о товаре потребители также распространяют полученную информацию среди потенциальных покупателей, не знающих о нем (в этом случае работает т.н. сарафанное радио).

Этот вклад в рекламу описывается величиной  $\alpha_2 n(t)(N - n(t))$  \$, эта величина увеличивается с увеличением потребителей узнавших о товаре. Математическая модель распространения рекламы описывается уравнением:

$$\alpha_1 = 0.51 \quad \alpha_2 = 0.000099$$

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

При  $\alpha_1 \gg \alpha_2$  получается модель типа модели Мальтуса, решение которой имеет вид

график N

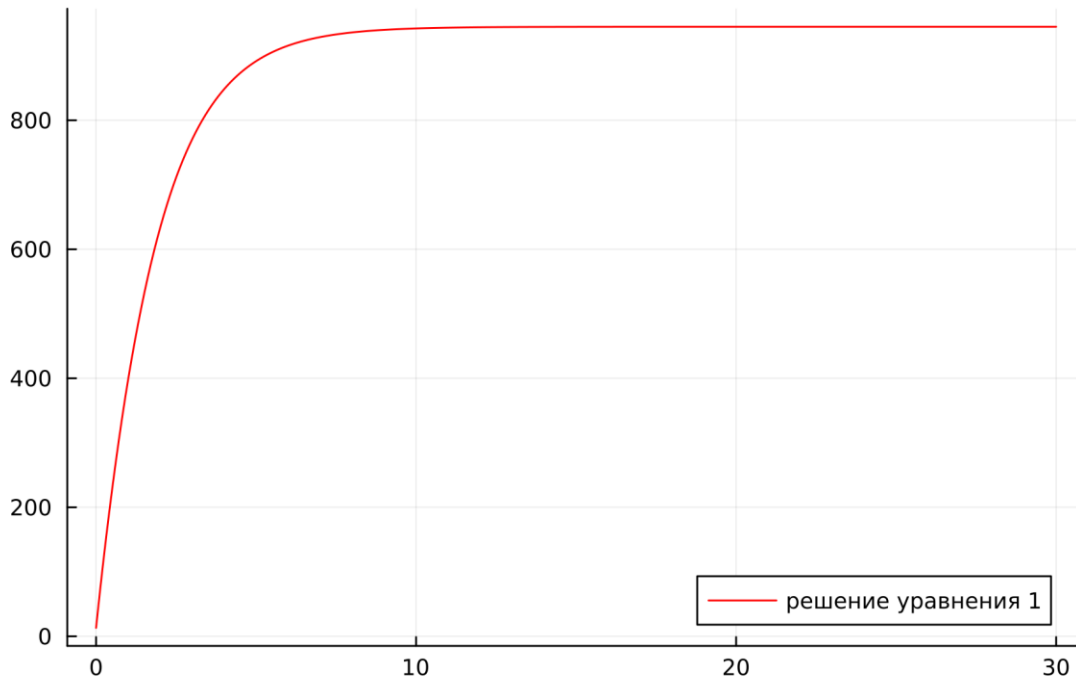


Рисунок 1

В обратном случае, при  $\alpha_1 \ll \alpha_2$  получаем уравнение логистической кривой:  $\alpha_1 = 0.99$   
 $\alpha_2 = 0.000019$

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

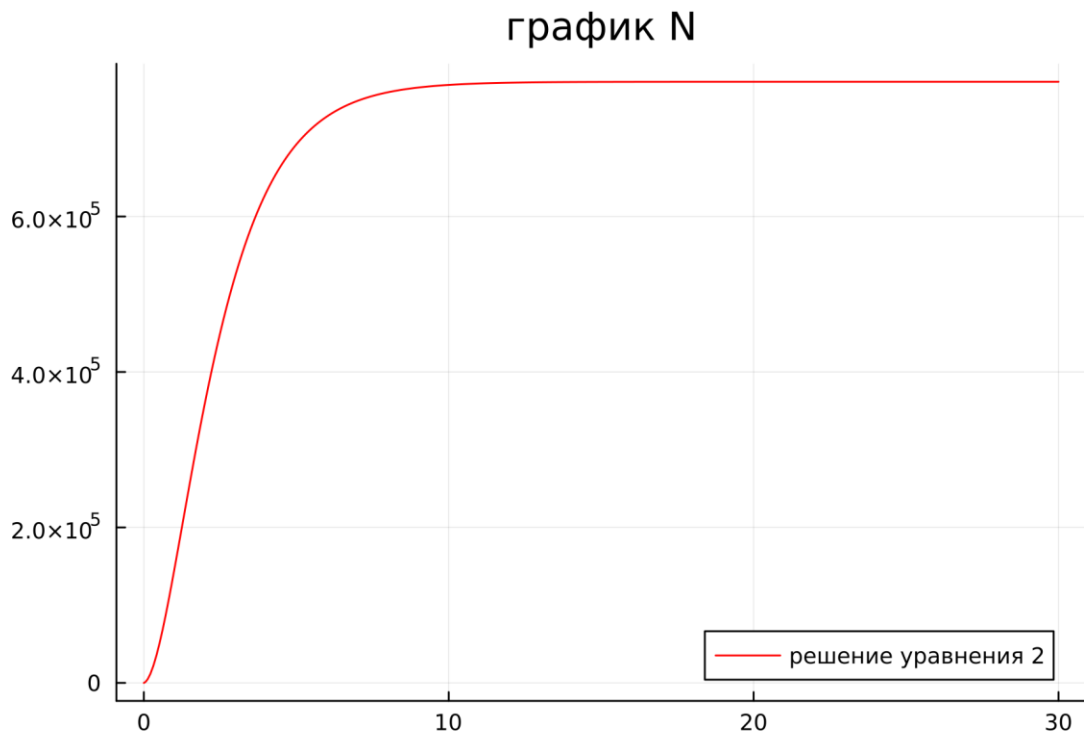


Рисунок 2

## Выполнение лабораторной работы

1. julia

1.1

using Plots

using DifferentialEquations

"коэффициент уравнения 1"

a1 = 0.51

a2 = 0.000099

"коэффициент уравнения 2"

b1 = 0.000019

b2 = 0.99

"коэффициент уравнения 3"

c1 = 0.99

c2 = 0.3

N = 945

n0 = 13

function odn\_f(du, u, p, t)

    x, y, z = u

    du[1]= (a1+a2\*u[1])\*(N-u[1])

```

        du[2]= (b1+b2*u[1])*(N-u[1])
        du[3]= (c1*t+c2*cos(4*t)*u[1])*(N-u[1])
    end
    u0 = [n0, n0, n0]
    tspan =(0.0, 30.0)
    prob1 = ODEProblem(odn_f, u0, tspan)
    sol1 = solve(prob1, dtmax=0.1)

    N1 = [u[1] for u in sol1.u]
    N2 = [u[2] for u in sol1.u]
    N3 = [u[3] for u in sol1.u]
    T = [t for t in sol1.t]

    plt =
        plot(
            layout=(1),
            dpi=300,
            legend=true)

    plot!(
        plt[1],
        T,
        N1,
        title="график N",
        label="решение уравнения 1",
        color=:red)

    savefig("lab71.png")

```

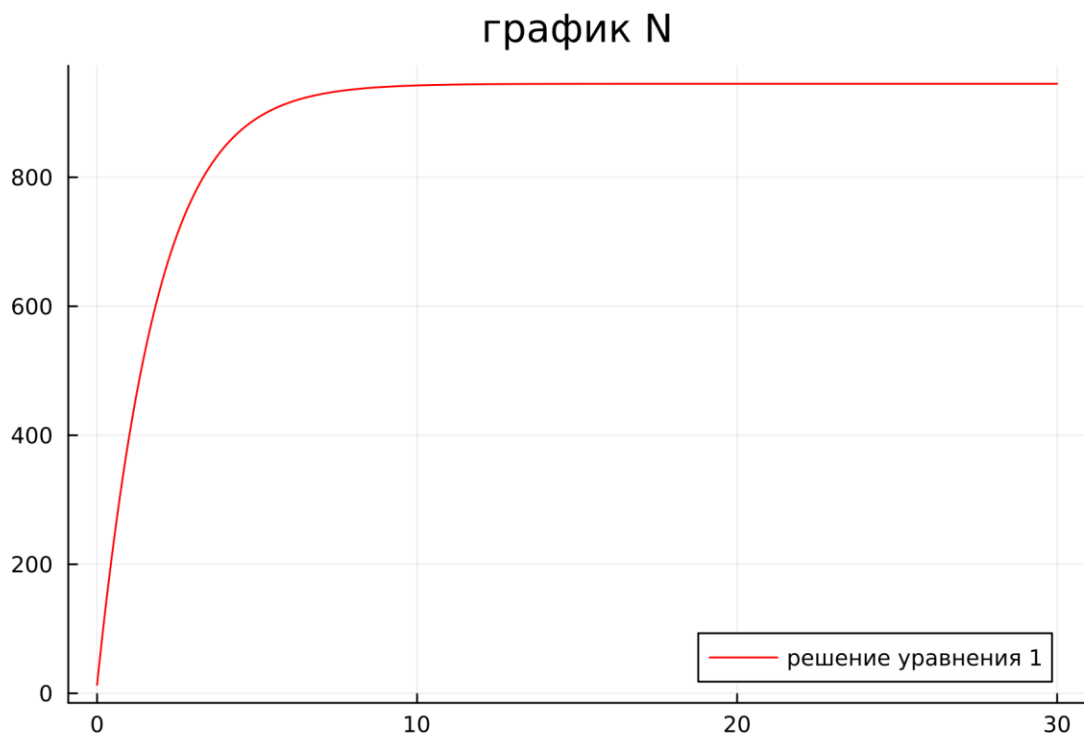


Рисунок 1

1.2

using Plots

using DifferentialEquations

"коэффициент уравнения 1"

a1 = 0.51

a2 = 0.000099

"коэффициент уравнения 2"

b1 = 0.000019

b2 = 0.99

"коэффициент уравнения 3"

c1 = 0.99

c2 = 0.3

N = 945

n0 = 13

```
function odn_f(du, u, p, t)
    x, y, z = u
    du[1]= (a1+a2*u[1])*(N-u[1])
    du[2]= (b1+b2*u[1])*(N-u[1])
    du[3]= (c1*t+c2*cos(4*t)*u[1])*(N-u[1])
end
```

```

u0 = [n0, n0, n0]
tspan = (0.0, 30.0)
prob1 = ODEProblem(odn_f, u0, tspan)
sol1 = solve(prob1, dtmax=0.1)

N1 = [u[1] for u in sol1.u]
N2 = [u[2] for u in sol1.u]
N3 = [u[3] for u in sol1.u]
T = [t for t in sol1.t]

plt =
    plot(
        layout=(1),
        dpi=300,
        legend=true)

    plot!(
        plt[1],
        T,
        N2,
        title="график N",
        label="решение уравнения 2",
        color=:red)

    savefig("lab72.png")

```



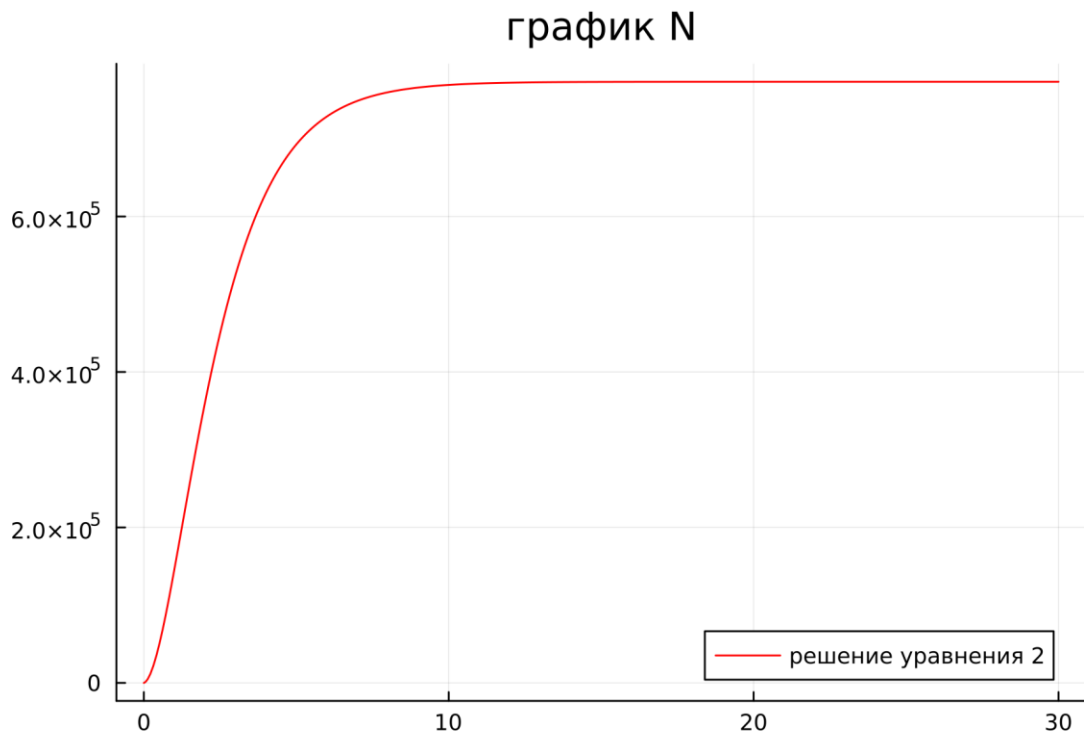


Рисунок 2

```
1.3)
using Plots
using DifferentialEquations
```

"коэффициент уравнения 1"

```
a1 = 0.51
a2 = 0.000099
```

"коэффициент уравнения 2"

```
b1 = 0.000019
b2 = 0.99
```

"коэффициент уравнения 3"

```
c1 = 0.99
c2 = 0.3
N = 945
n0 = 13
```

```
function odn_f(du, u, p, t)
    x, y, z = u
    du[1]= (a1+a2*u[1])*(N-u[1])
    du[2]= (b1+b2*u[1])*(N-u[1])
    du[3]= (c1*t+c2*cos(4*t)*u[1])*(N-u[1])
end
```

```

u0 = [n0, n0, n0]
tspan = (0.0, 30.0)
prob1 = ODEProblem(odn_f, u0, tspan)
sol1 = solve(prob1, dtmax=0.1)

```

```

N1 = [u[1] for u in sol1.u]
N2 = [u[2] for u in sol1.u]
N3 = [u[3] for u in sol1.u]
T = [t for t in sol1.t]

```

```

plt =
    plot(
        layout=(1),
        dpi=300,
        legend=true)

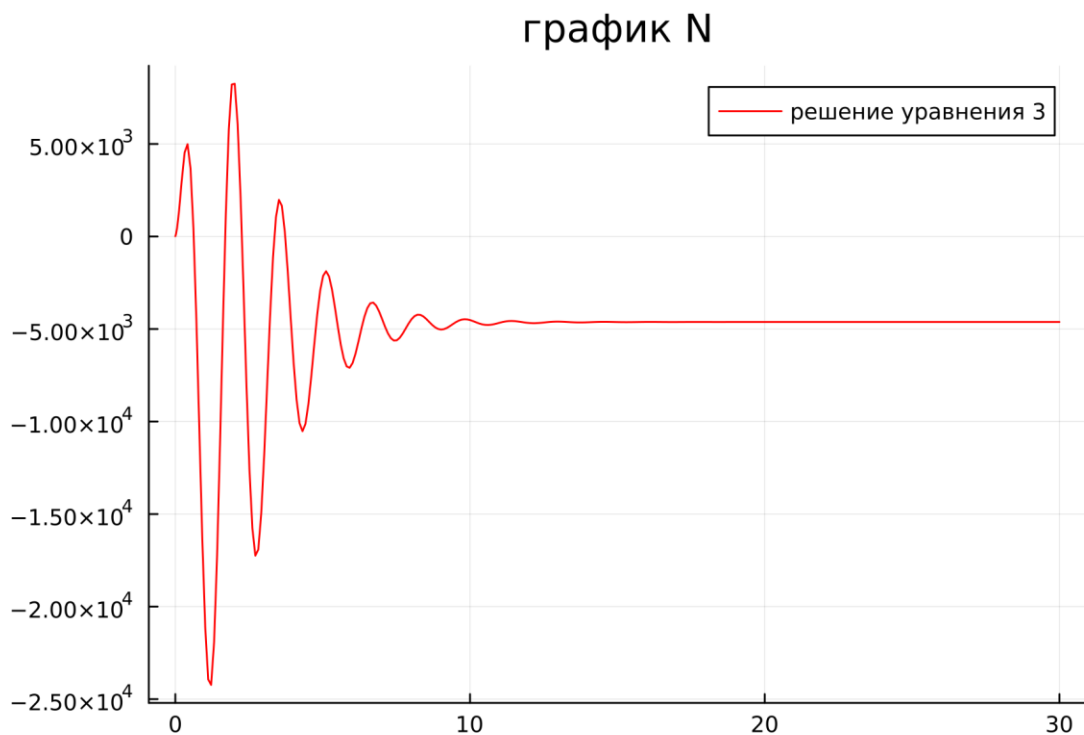
    plot!(
        plt[1],
        T,
        N3,
        title="график N",
        label="решение уравнения 3",
        color=:red)

```

```

savefig("lab73.png")

```



2.OMEDIt 2.1)

```

model lab71
parameter Real N = 945;
parameter Real N0 = 13;
Real n(start = N0);

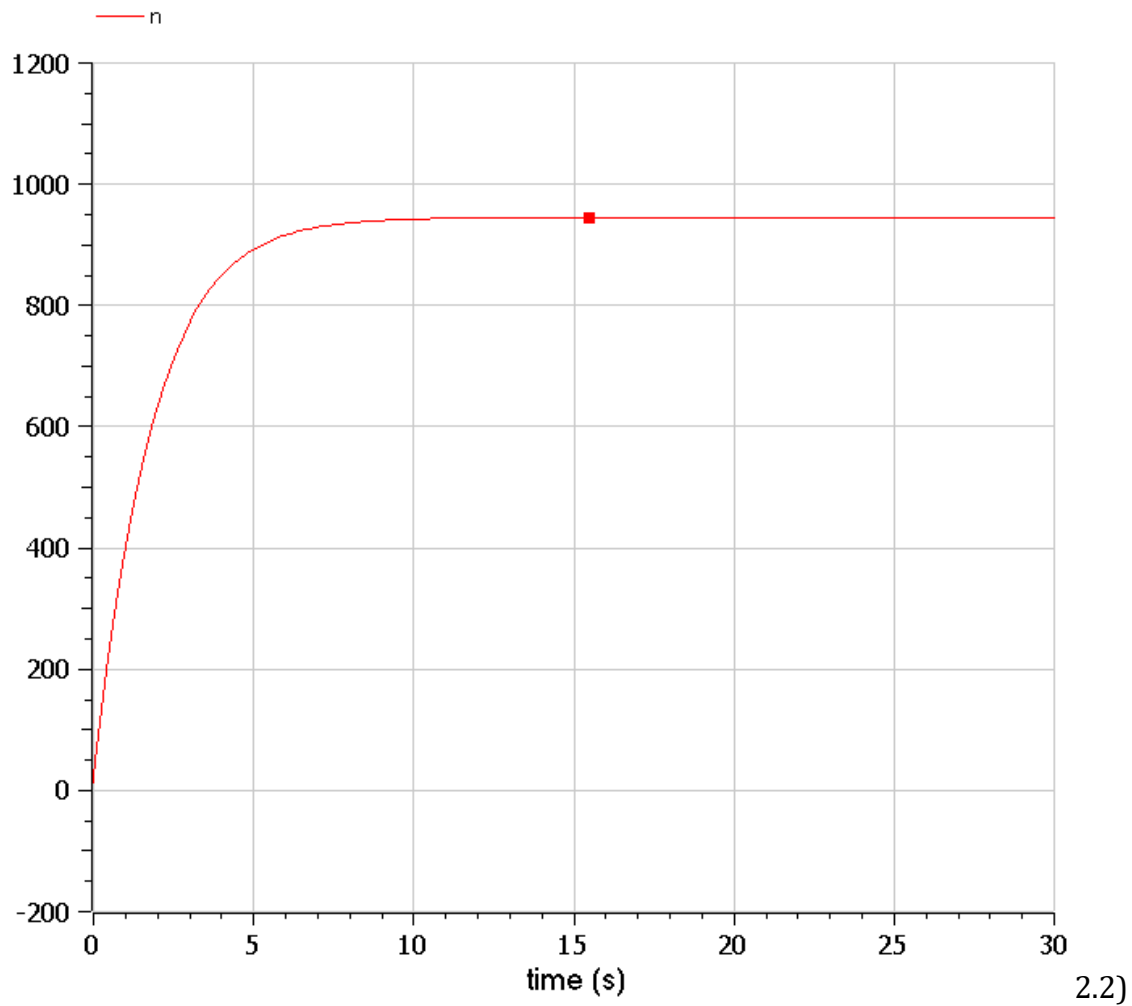
function f
  input Real t;
  output Real result;
  algorithm
    result:=0.51;
  end f;

function g
  input Real t;
  output Real result;
  algorithm
    result:=0.000099;
  end g;
equation
der(n)=(f(time)+g(time)*n)*(N-n);

annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 30, Tolerance = 1e-6,
Interval = 0.1));

end lab71;

```



```

model lab72
parameter Real N = 945;
parameter Real N0 = 13;
Real n(start = N0);

```

```

function f
  input Real t;
  output Real result;
algorithm
  result:=0.000019;
end f;

```

```

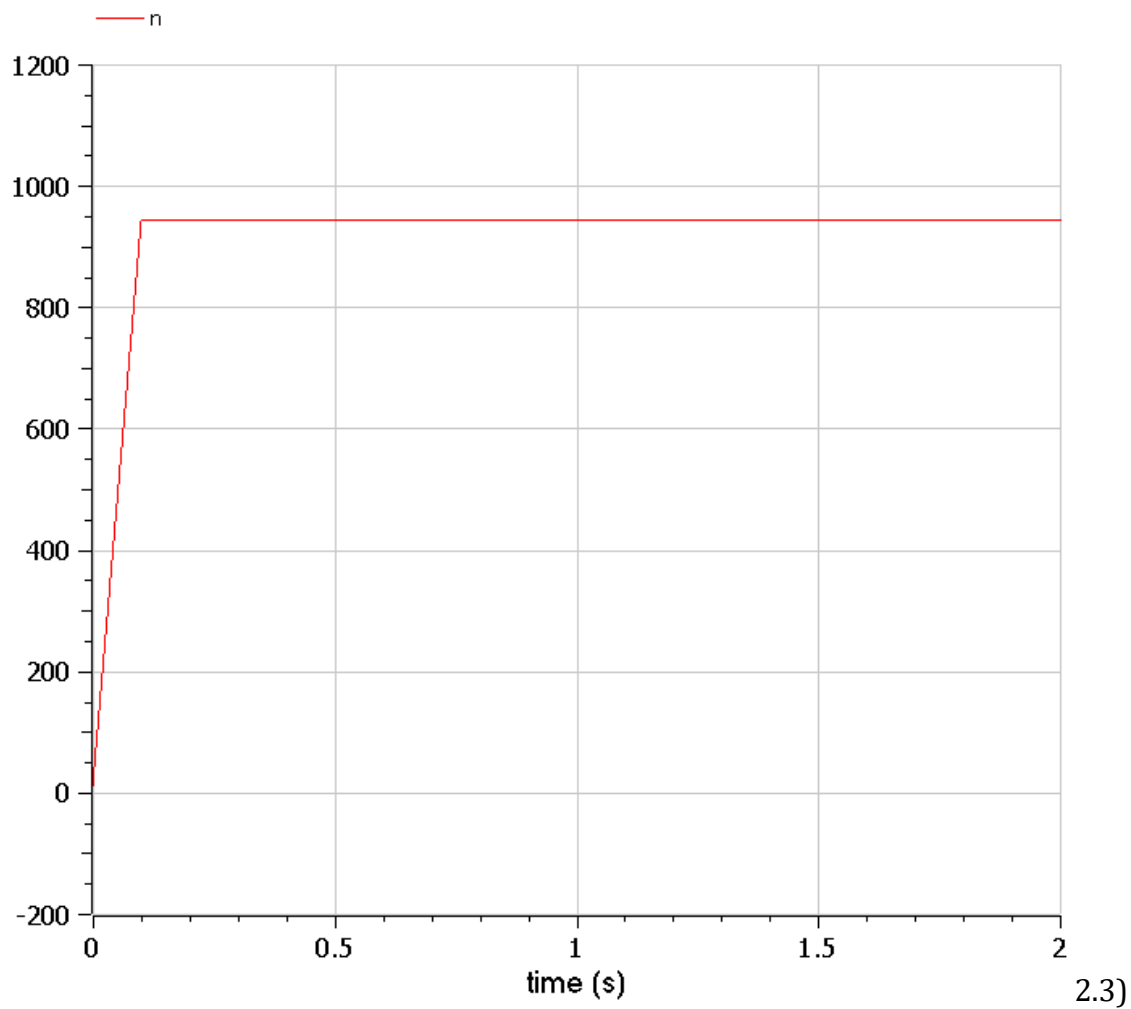
function g
  input Real t;
  output Real result;
algorithm
  result:=0.99;
end g;
equation

```

```
der(n)=(f(time)+g(time)*n)*(N-n);
```

```
annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 2.0, Tolerance = 1e-6,  
Interval = 0.1));
```

```
end lab72;
```



```
model lab73
```

```
parameter Real N = 945;  
parameter Real N0 = 13;  
Real n(start = N0);
```

```
function f  
  input Real t;  
  output Real result;  
  algorithm  
    result:=0.99*t;
```

```

end f;

function g
    input Real t;
    output Real result;
    algorithm
        result:=0.3*cos(4*t);
    end g;

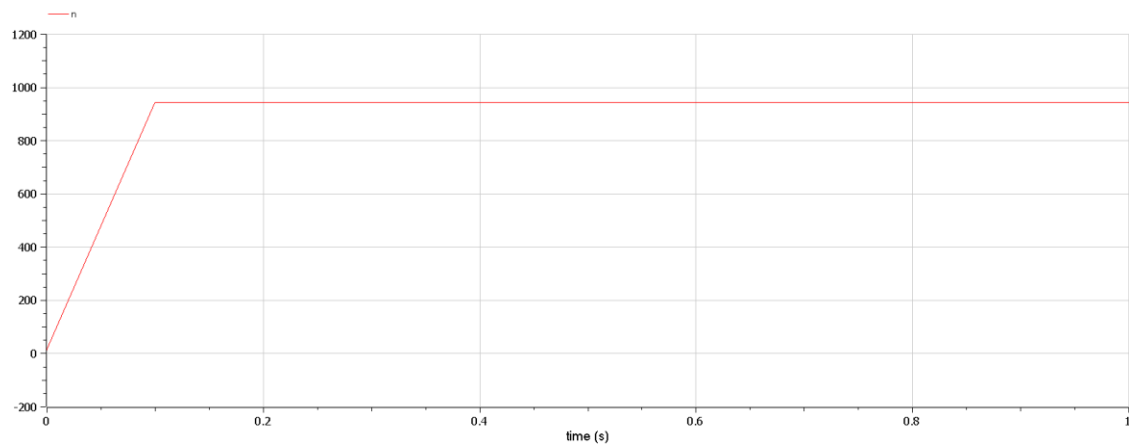
equation

der(n)=(f(time)+g(time)*n)*(N-n);

annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 1.0, Tolerance = 1e-6,
Interval = 0.1));

end lab73;

```



*Рисунок 6*