

# Отчёт по лабораторной работе 7

## Простейший вариант 54

Еленга Невлора Люглеш

### Содержание

1	Цель работы .....	1
2	Теоретическая справка .....	1
3	Задание.....	2
4	Выполнение лабораторной работы .....	3
4.1	код.....	3
5	Вопросы к лабораторной работе.....	7
6	Выводы.....	9
7	Список литературы.....	9

### 1 Цель работы

Построить графики распространения рекламы, определить в какой момент времени скорость распространения рекламы будет иметь максимальное значение.

### 2 Теоретическая справка

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 незнающих.

Модель рекламной кампании описывается следующими величинами. Считаем, что  $dn/dt$  - 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:

$$\alpha_1(t)(N - n(t))$$

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

$$\alpha_2(t)n(t)(N - n(t))$$

эта величина увеличивается с увеличением потребителей узнавших о товаре. Математическая модель распространения рекламы описывается уравнением:

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

### 3 Задание

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

Вариант 54

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

$$\frac{\partial n}{\partial t} = (0.64 + 0.00004n(t))(N - n(t))$$

$$\frac{\partial n}{\partial t} = (0.00007 + 0.7n(t))(N - n(t))$$

$$\frac{\partial n}{\partial t} = (0.4t + 0.3\sin(2t)n(t))(N - n(t))$$

При этом объем аудитории  $N=1403$ , в начальный момент о товаре знает 9 человек. Для случая 2 определите в какой момент времени скорость распространения рекламы будет иметь максимальное значение.

## 4 Выполнение лабораторной работы

### 4.1 код

```
• Julia
using Plots
using DifferentialEquations

"коэффициент уравнения 1"
a1 = 0.64
a2 = 0.00004

"коэффициент уравнения 2"
b1 = 0.00007
b2 = 0.7

"коэффициент уравнения 3"
c1 = 0.4
c2 = 0.3
N = 1403
n0 = 9

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*sin(2*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=(1,2),
        dpi=300,
        legend=true)
```

```

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

plot!(
    plt[2],
    T,
    N2,
    label="решение уравнения 2",
    color=:green)

plot!(
    plt[2],
    T,
    N3,
    label="решение уравнения 3",
    color=:red)

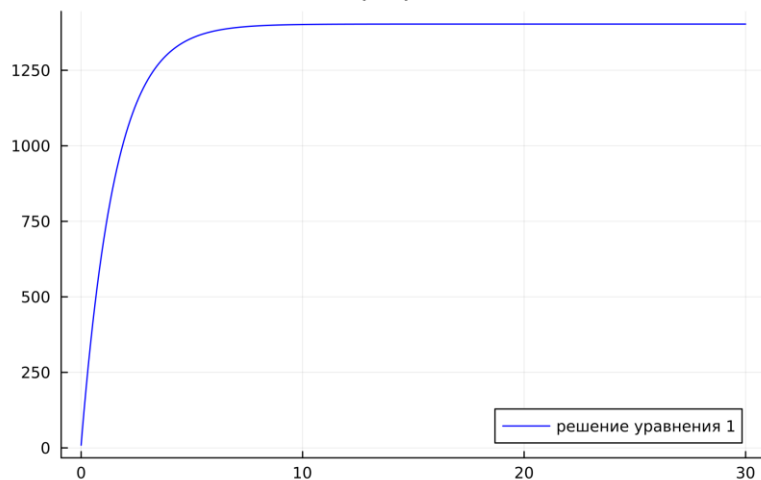
savefig("lab7-11.png")

```

1)Случай где

$$\frac{\partial n}{\partial t} = (0.64 + 0.00004n(t))(N - n(t))$$

график N



- Julia

- Openmodelica

```
model lab7mod1
```

```
constant Real a1=0.64; //Коэффициент 1
```

```
constant Real a2=0.00004; //Коэффициент 2
```

```
constant Real N=1403; // максимальное количество людей, которых может
```

заинтересовать товар

Real n;

initial equation

n=9; // количество людей, знающих о товаре в начальный момент времени

equation

der(n)=(a1+a2\*n)\*(N-n); //уравнение, описывающее распространение рекламы

end lab7mod1;

??).

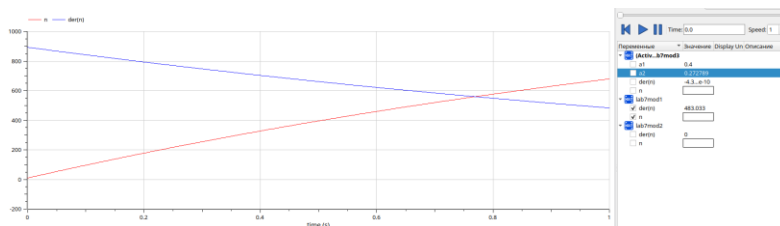
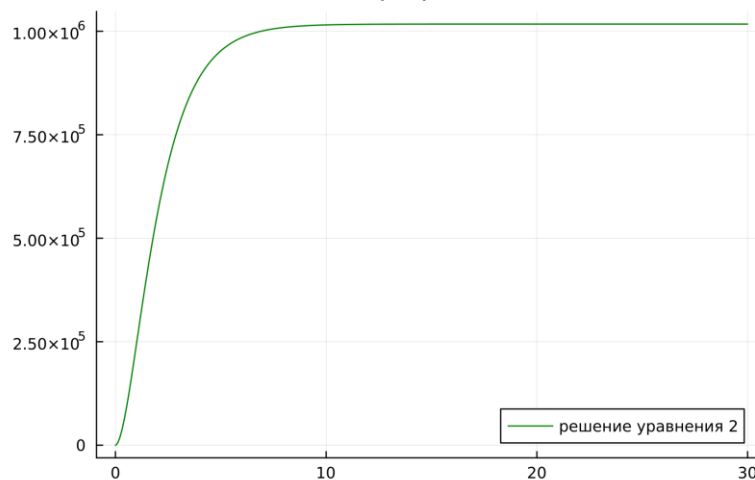


график распространения рекламы

2) Случай где

$$\frac{\partial n}{\partial t} = (0.00007 + 0.7n(t))(N - n(t))$$

график N



- Julia
- Openmodelica

model lab7mod2

constant Real a1=0.00007; //Коэффициент 1

constant Real a2=0.7; //Коэффициент 2

constant Real N=1403; // максимальное количество людей, которых может заинтересовать товар

Real n;

initial equation

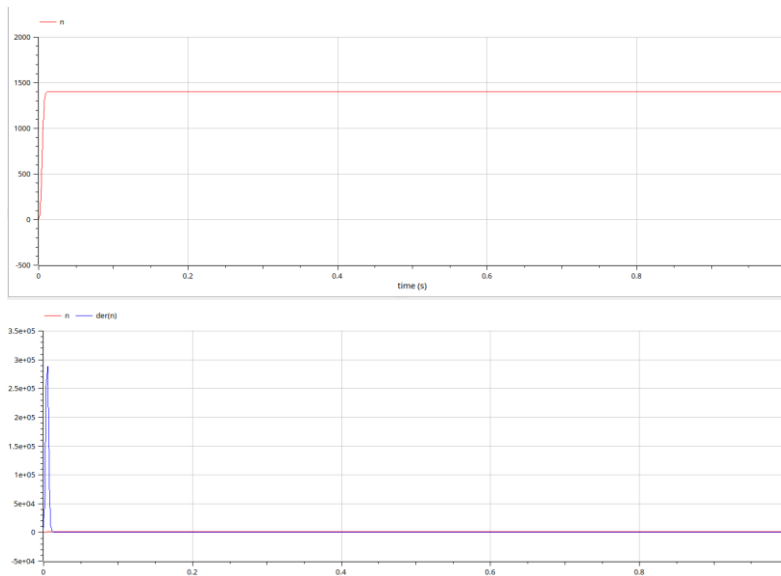
n=9; // количество людей, знающих о товаре в начальный момент времени

equation

der(n)=(a1+a2\*n)\*(N-n); //уравнение, описывающее распространение рекламы

end lab7mod2;

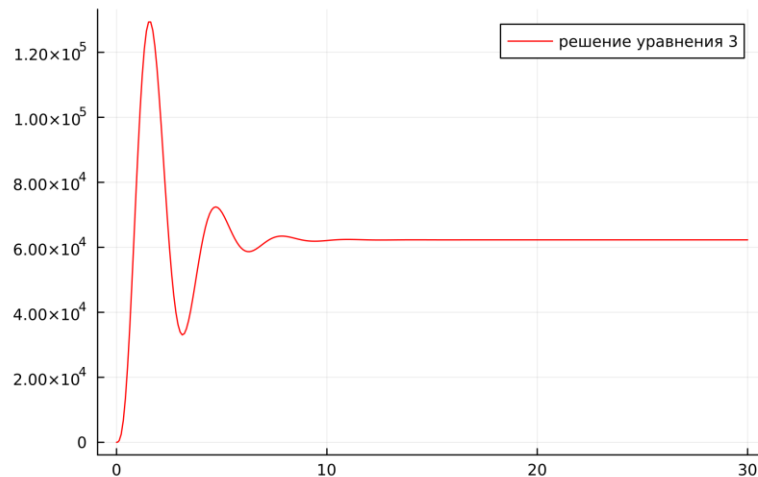
(??).



3) Случай где

$$\frac{\partial n}{\partial t} = (0.4t + 0.3\sin(2t)n(t))(N - n(t))$$

график N



- Julia

- Openmodelica

```

model lab7mod3
constant Real N=1403; // максимальное количество людей, которых может
заинтересовать товар

Real n;
Real a1;
Real a2;

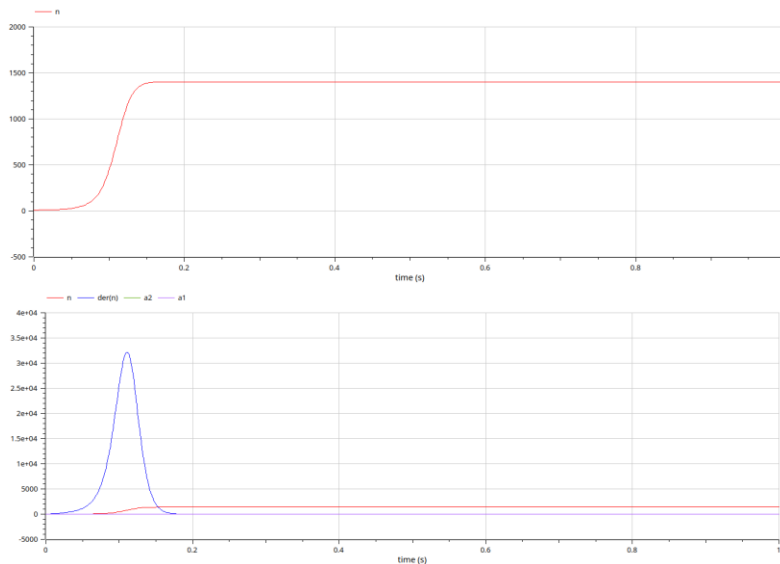
initial equation
n=9; // количество людей, знающих о товаре в начальный момент времени
a1=0.4*time; //Коэффициент ?1
a2=0.3*sin(2*time); //Коэффициент ?2

equation
a1=0.4*time; //Коэффициент ?1
a2=0.3*sin(2*time); //Коэффициент ?2
der(n)=(a1+a2*n)*(N-n); //уравнение, описывающее распространение рекламы

end lab7mod3;

??).

```



## 5 Вопросы к лабораторной работе

1. Модель Мальтуса (дать пояснение, где используется данная модель).

$$\frac{\partial N}{\partial t} = rN$$

где  $N$  — исходная численность населения,  $r$  — коэффициент пропорциональности, для которого  $r = b - d$  ( $b$  — коэффициент рождаемости,  $d$  — коэффициент смертности),  $t$  — время.

Модель используется в экологии для расчета изменения популяции особей животных.

2. Уравнение логистической кривой (дать пояснение, что описывает данное уравнение).

$$\frac{\partial P}{\partial t} = rP \left(1 - \frac{P}{K}\right)$$

где  $r$  — характеризует скорость роста (размножения),  $K$  — поддерживающая ёмкость среды (то есть, максимально возможная численность популяции).

Исходные предположения для вывода уравнения при рассмотрении популяционной динамики выглядят следующим образом:

скорость размножения популяции пропорциональна её текущей численности, при прочих равных условиях;

скорость размножения популяции пропорциональна количеству доступных ресурсов, при прочих равных условиях. Таким образом, второй член уравнения отражает конкуренцию за ресурсы, которая ограничивает рост популяции.

3. В модели распространения рекламы.

$$\alpha_1(t)$$

— интенсивность рекламной кампании, зависящая от затрат.

$$\alpha_2(t)$$

— интенсивность рекламной кампании, зависящая от сарафанного радио.

4. Как ведет себя рассматриваемая модель при

$$\alpha_1(t) \gg \alpha_2(t)$$

При данных условиях получается модель типа модели Мальтуса, решение которой имеет вид (рис.4):



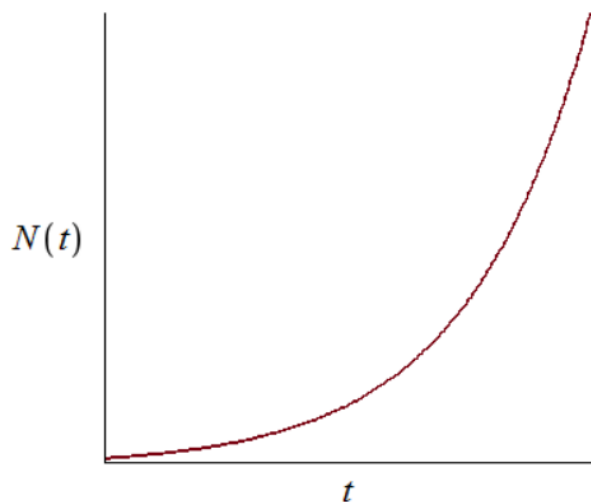
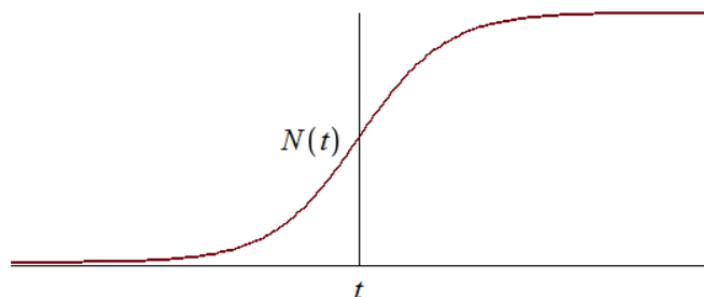


рис.4

5. Как ведет себя рассматриваемая модель при

$$\alpha_1(t) \ll \alpha_2(t)$$

При данных условиях получаем уравнение логистической кривой (рис.5):



## 6 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы я научилась строить графики распространения рекламы, определять в какой момент времени скорость распространения рекламы будет иметь максимальное значение.

## 7 Список литературы

Кулябов Д. С. Лабораторная работа №7:

[https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971582/mod\\_resource/content/2/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%E2%84%96%206.pdf](https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971582/mod_resource/content/2/%D0%9B%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%E2%84%96%206.pdf)