
Front matter

title: "Лабораторная работа н.7" subtitle: "Задача об эффективности рекламы" author: "Петров Артем Евгеньевич"

Generic options

lang: ru-RU toc-title: "Содержание"

Bibliography

bibliography: bib/cite.bib csl: pandoc/csl/gost-r-7-0-5-2008-numeric.csl

Pdf output format

toc: true # Table of contents toc-depth: 2 lof: true # List of figures lot: true # List of tables fontsize: 12pt
linestretch: 1.5 papersize: a4 documentclass: scrreprt

l18n polyglossia

polyglossia-lang: name: russian options: - spelling=modern - babelshorthands=true polyglossia-otherlangs:
name: english

l18n babel

babel-lang: russian babel-otherlangs: english

Fonts

mainfont: PT Serif romanfont: PT Serif sansfont: PT Sans monofont: PT Mono mainfontoptions: Ligatures=TeX
romanfontoptions: Ligatures=TeX sansfontoptions: Ligatures=TeX,Scale=MatchLowercase monofontoptions:
Scale=MatchLowercase,Scale=0.9

Biblatex

biblatex: true biblio-style: "gost-numeric" biblatexoptions:

- parenttracker=true
- backend=biber
- hyperref=auto
- language=auto
- autolang=other*
- citestyle=gost-numeric

Pandoc-crossref LaTeX customization

figureTitle: "Рис." tableTitle: "Таблица" listingTitle: "Листинг" lofTitle: "Список иллюстраций" lotTitle:
"Список таблиц" lolTitle: "Листинги"

Misc options

indent: true header-includes:

- `\usepackage{indentfirst}`
- `\usepackage{float} # keep figures where there are in the text`
- `\floatplacement{figure}{H} # keep figures where there are in the text`

Цель работы

Рассмотреть задачу об распространении и решить ее с помощью языка программирования Julia

Задание

Вариант № 22

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

1. $\frac{dn}{dt} = (0.68 + 0.00018n(t))(N - n(t))$
2. $\frac{dn}{dt} = (0.00001 + 0.35n(t))(N - n(t))$
3. $\frac{dn}{dt} = (0.51\sin(5t) + 0.31\cos(3t)n(t))(N - n(t))$

При этом объем аудитории $N = 963$, в начальный момент о товаре знает 12 человек. Для случая 2 определите в какой момент времени скорость распространения рекламы будет иметь максимальное значение.

{#fig:001 width=70%}

Теоретическое введение(рис. 1)

Эффективность рекламы

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 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:

$$\frac{dn}{dt} = (\alpha_1(t) + \alpha_2(t)n(t))(N - n(t)) \quad (1)$$

При $\alpha_1(t) \gg \alpha_2(t)$ получается модель типа модели Мальтуса, решение которой

{#fig:002 width=70%}

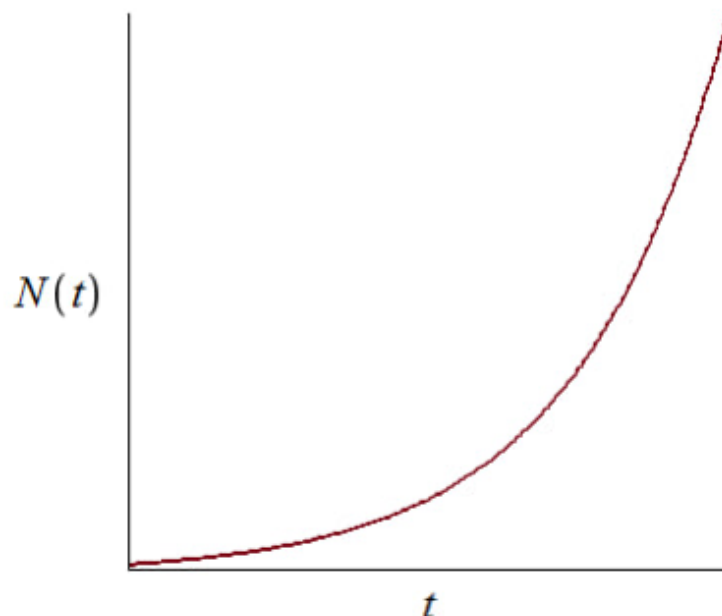


Рисунок 2.1. График решения уравнения модели Мальтуса

В обратном случае, при $\alpha_1(t) \ll \alpha_2(t)$ получаем уравнение логистической кривой:

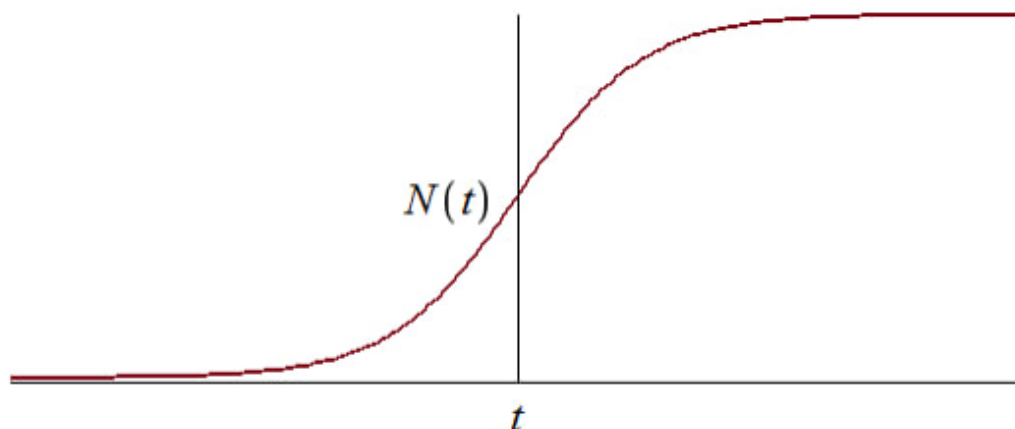


Рисунок 2.2. График логистической кривой

{#fig:003 width=70%}

Выполнение лабораторной работы

1. Подключение необходимых библиотек

Подключим необходимые библиотеки:

```
using Plots
using DifferentialEquations
```

2. Выполнение лабораторной для задачи 1.

Код программы:

```
N = 963
n0 = 12

alpha = 0.68
beta = 0.00018

function ode(du, u, p, t)
    du[1] = (alpha + beta*u[1]) * (N - u[1])

end

t_arr = (0, 30)
problem = ODEProblem(ode, [n0], t_arr)

solution = solve(problem, dtmax = 0.05)

n = [u[1] for u in solution.u]
T = [t for t in solution.t]

plt = plot(
    dpi = 500,
    title = "Advertisement efficiency",
    xlabel = "time",
    ylabel = "people know",
    legend = true
)

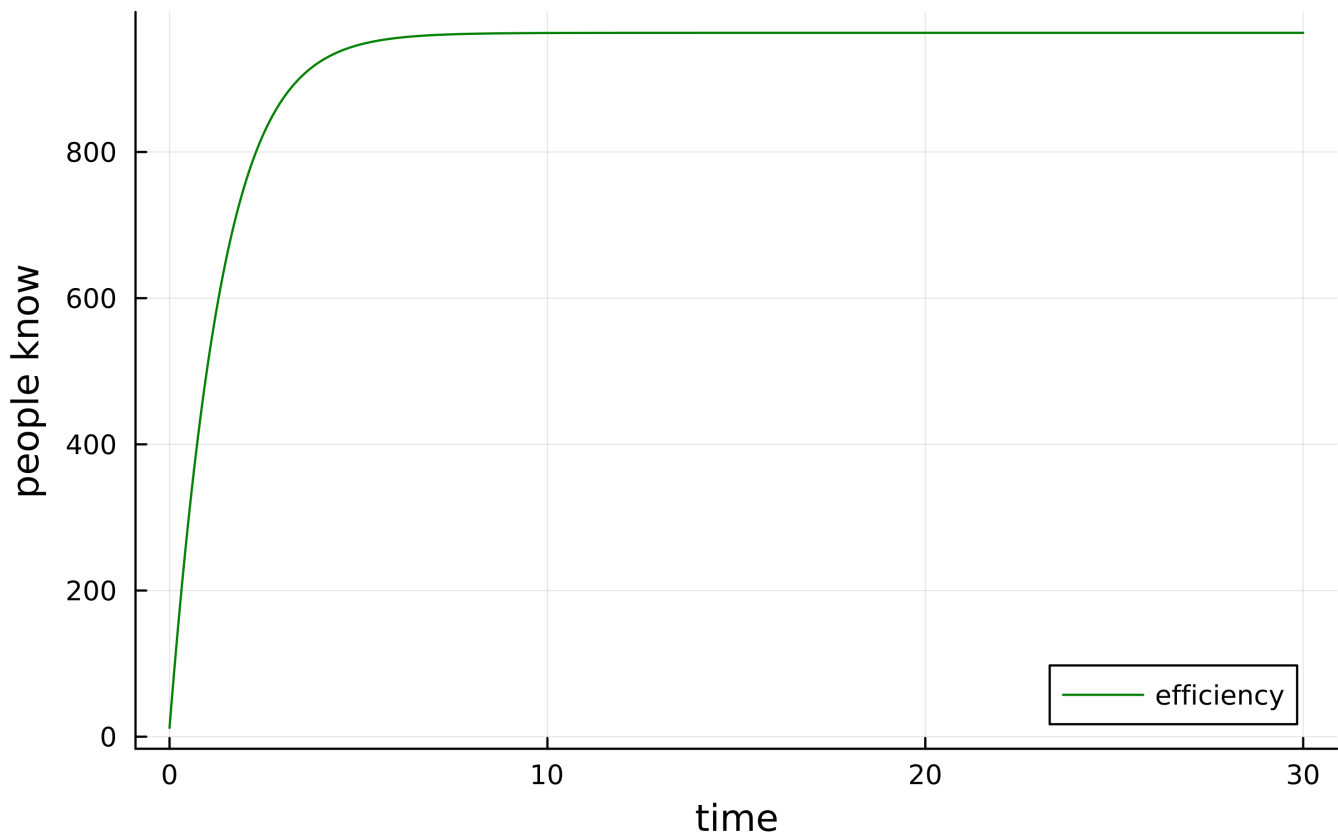
plot!(
    plt,
    T,
    n,
    label = "efficiency",
    color = :green
)

savefig(plt, "./lab7/image/lab7_1.png")
```

График эффективности рекламы для задачи 1.

В итоге, получим вот такой график(рис. 1):

Advertisement efficiency



{#fig:001 width=70%}

3. Выполнение лабораторной для задачи 2.

Код программы:

```
N = 963
n0 = 12

alpha = 0.00001
beta = 0.35

function ode(du, u, p, t)
    du[1] = (alpha + beta * u[1]) * (N - u[1])
end

t_arr = (0, 0.1)
problem = ODEProblem(ode, [n0], t_arr)
solution = solve(problem, dtmax = 0.01)

n = [u[1] for u in solution.u]
T = [t for t in solution.t]

function findmax_dn(T, sol)
    max_dn = 0
    max_t = 0
    max_n = 0
```

```

    for (i, t) in enumerate(T)
        if sol(t, Val{1})[1] > max_dn
            max_dn = sol(t, Val{1})[1]
            max_t = t
            max_n = n[i]
        end
    end
    return max_dn, max_t, max_n
end

max_dn, max_t, max_n = findmax_dn(T, solution)

plt = plot(
    dpi = 500,
    title = "Advertisement efficiency",
    xlabel = "time",
    ylabel = "people know",
    legend = true
)

plot!(
    plt,
    T,
    n,
    label = "Spreading",
    color = :green
)

plot!(
    plt,
    [max_t],
    [max_n],
    seriestype = :scatter,
    label = "Maximum popularity growth",
    color = :black
)

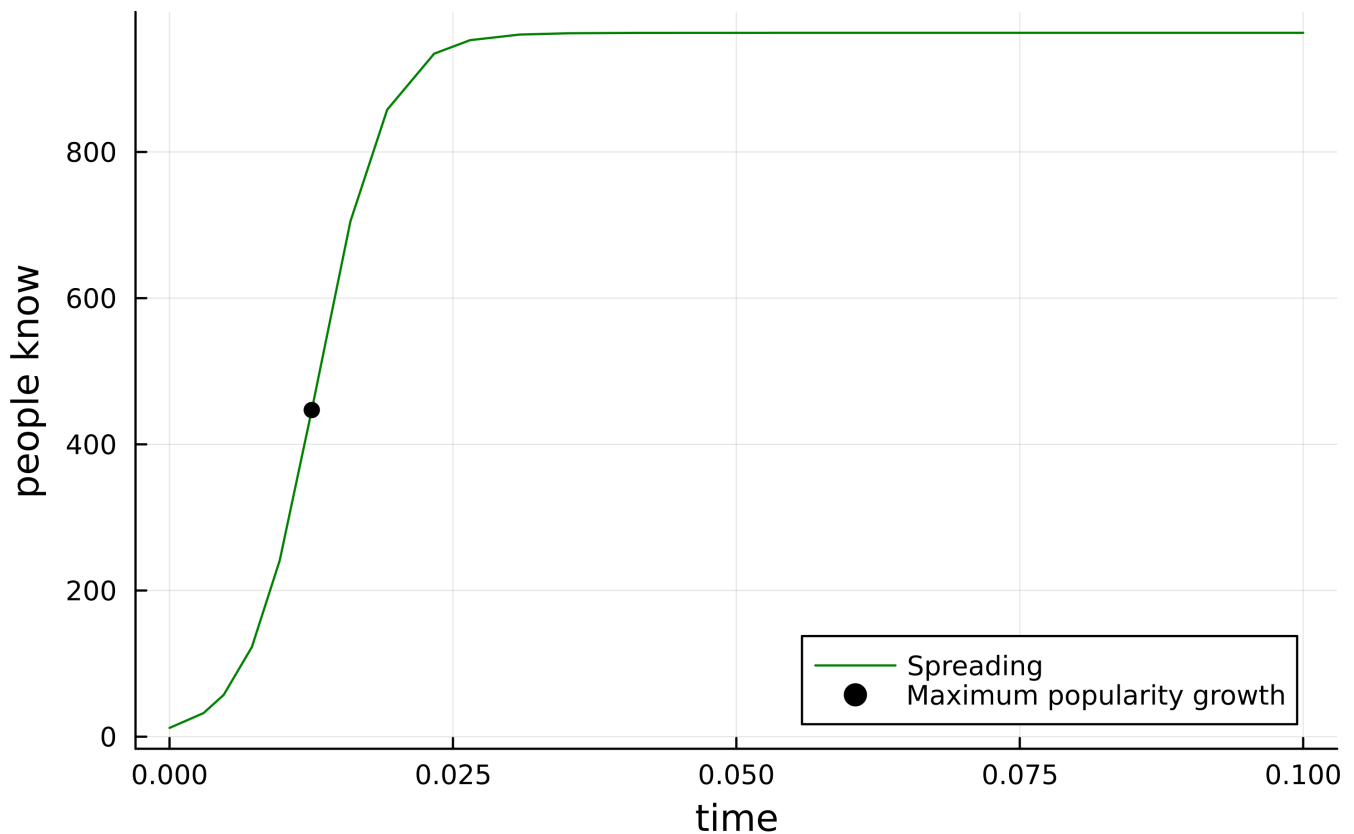
savefig(plt, "./lab7/image/lab7_2.png")

```

График эффективности рекламы для задачи 2.

В итоге, получим вот такой график(рис. 2):

Advertisement efficiency



{#fig:002 width=70%}

4. Выполнение лабораторной для задачи 3.

Код программы:

```
N = 963
n0 = 12

alpha = 0.51
beta = 0.31

function ode(du, u, p, t)
    du[1] = (alpha*sin(5*t) + beta*cos(3*t)*u[1]) * (N - u[1])
end

t_arr = (0, 0.1)
problem = ODEProblem(ode, [n0], t_arr)

solution = solve(problem, dtmax = 0.01)

n = [u[1] for u in solution.u]
T = [t for t in solution.t]

plt = plot(
    dpi = 500,
```



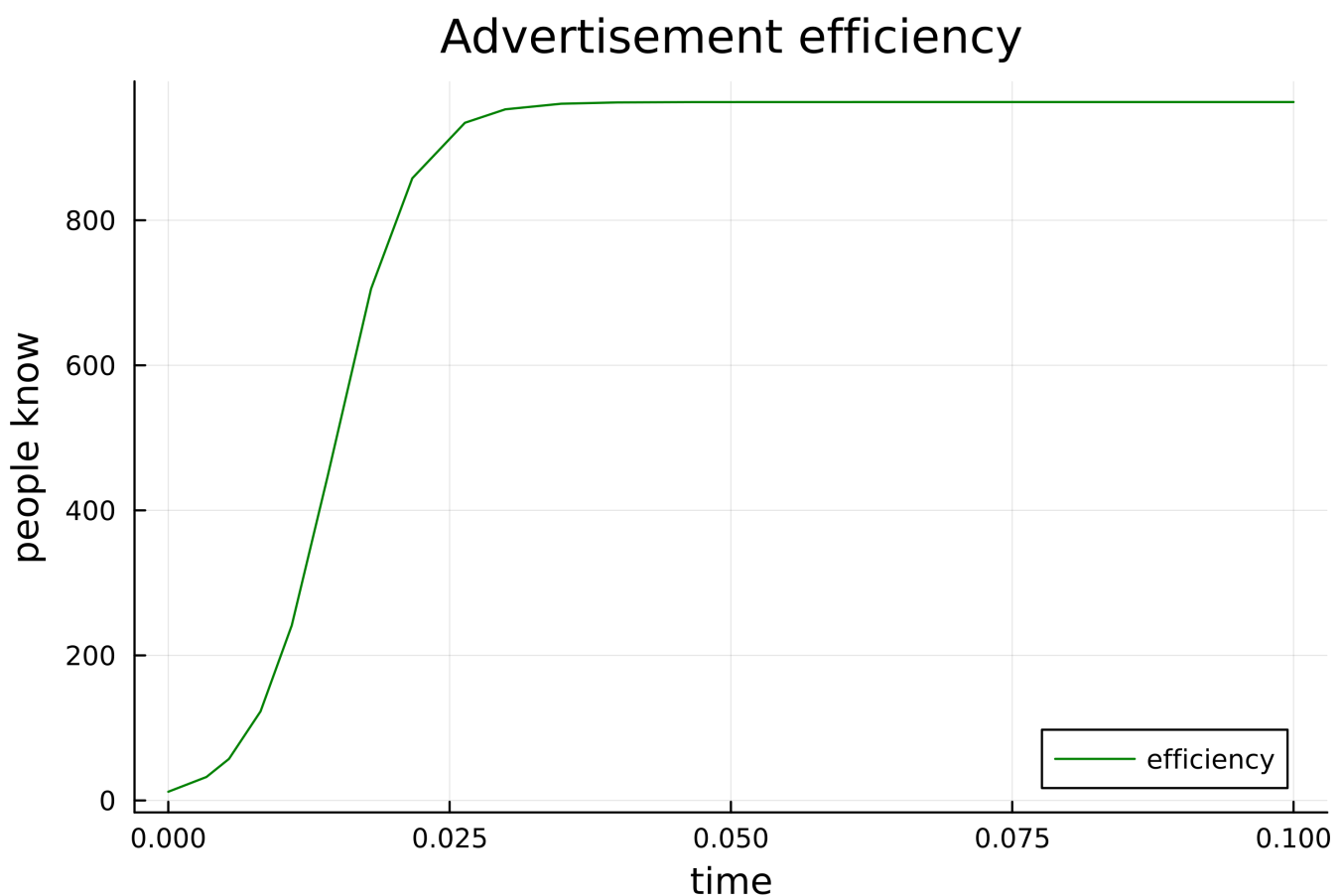
```
title = "Advertisement efficiency",
xlabel = "time",
ylabel = "people know",
legend = true
)

plot!(
    plt,
    T,
    n,
    label = "efficiency",
    color = :green
)

savefig(plt, "./lab7/image/lab7_3.png")
```

График эффективности рекламы для задачи 3.

В итоге, получим вот такой график(рис. 3):



{#fig:003 width=70%}

Выводы

В этой лабораторной работе мы изучили задачу об эффективности рекламы и подкрепили свои знания языка Julia и его библиотек.