

# **Лабораторная работа № 7**

**Модель распространения рекламы (Вариант 9)**

Сулицкий Богдан Романович НФИбд-02-20

# Содержание

<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>Задание[1]</b>	<b>5</b>
Теоретическое введение[2]: . . . . .	5
<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>7</b>
Код на Julia . . . . .	7
Код на OpenModelica . . . . .	12
<b>Выводы</b>	<b>18</b>
<b>Список литературы</b>	<b>19</b>

# Список иллюстраций

1	Подключение библиотек и создание переменных . . . . .	7
2	Функции уравнение и визуализации . . . . .	8
3	Решение ОДУ и построение мат. моделей . . . . .	9
4	Математическая модель - I случай . . . . .	10
5	Математическая модель - II случай . . . . .	11
6	Математическая модель - III случай . . . . .	12
7	OpenModelica - I случай . . . . .	13
8	OpenModelica - II случай . . . . .	14
9	OpenModelica - III случай . . . . .	15
10	Математическая модель - I случай . . . . .	16
11	Математическая модель - II случай . . . . .	16
12	Математическая модель - III случай . . . . .	17

## Цель работы

Целью данной работы является построение математической модели эффективности распространения рекламы о салоне красоты. Задать эффективность в трёх случаях. Построить решение на основе начальных данных. Сделать на основании построений выводы.

## Задание[1]

1. Изучить модель эффективности распространения рекламы
2. Построить графики распространения рекламы в трех заданных случаях
3. Определить для случая 2 момент времени, в который скорость распространения рекламы будет максимальной
4. Сделать выводы из трех моделей

## Теоретическое введение[2]:

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 другим средствам 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,  $N$  - общее число потенциальных платежеспособных покупателей,  $n(t)$  - 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  $\alpha_1 > 0$  - 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.

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

1.  $\frac{dn}{dt} = (0.7 + 0.00051n(t))(N - n(t))$
2.  $\frac{dn}{dt} = (0.00004 + 0.75n(t))(N - n(t))$
3.  $\frac{dn}{dt} = (0.75\sin(0.5t) + 0.35\cos(0.6t))(N - n(t))$

При этом объем аудитории  $N = 1210$ , в начальный момент о товаре знает 13 человек.

Для случая 2 определить в какой момент времени скорость распространения рекламы будет иметь максимальное значение.

# Выполнение лабораторной работы

## Код на Julia

Подключаем нужные библиотеки и создаем переменные.(1)

```
using PyPlot
using DifferentialEquations

range = (0, 1)
N = 1210
N0 = 13
```

Рис. 1: Подключение библиотек и создание переменных

С помощью Differential Equations[3] создадим функции уравнения и визуализации.(2)

```

function f_1(du, u, p, t) # функция для 1 и 2 случая
    du[1] = (a1 * t + a2 * t * u[1]) * (N - u[1])
end

function f_2(du, u, p, t) # функция для случая 3
    du[1] = (a1 * sin(0.5*t) + a2 * sin(0.6*t) * u[1]) * (N - u[1])
end

function draw() # отображение
    PyPlot.axes()
    plot(time, n, color="red")
    show()
    close()
end

```

Рис. 2: Функции уравнение и визуализации

Решаем ОДУ для трёх случаев и создаем математические модели.(3)



```

a1 = 0.7 # случай 1
a2 = 0.000051
ode = ODEProblem(f_1, [N0], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.01)
n = [u[1] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw()

a1 = 0.00004 # случай 2
a2 = 0.75
ode = ODEProblem(f_1, [N0], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.01)
n = [u[1] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw()

a1 = 0.75 # случай 3
a2 = 0.35
ode = ODEProblem(f_2, [N0], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.01)
n = [u[1] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw()

```

Рис. 3: Решение ОДУ и построение мат. моделей

Результаты:(4-6)

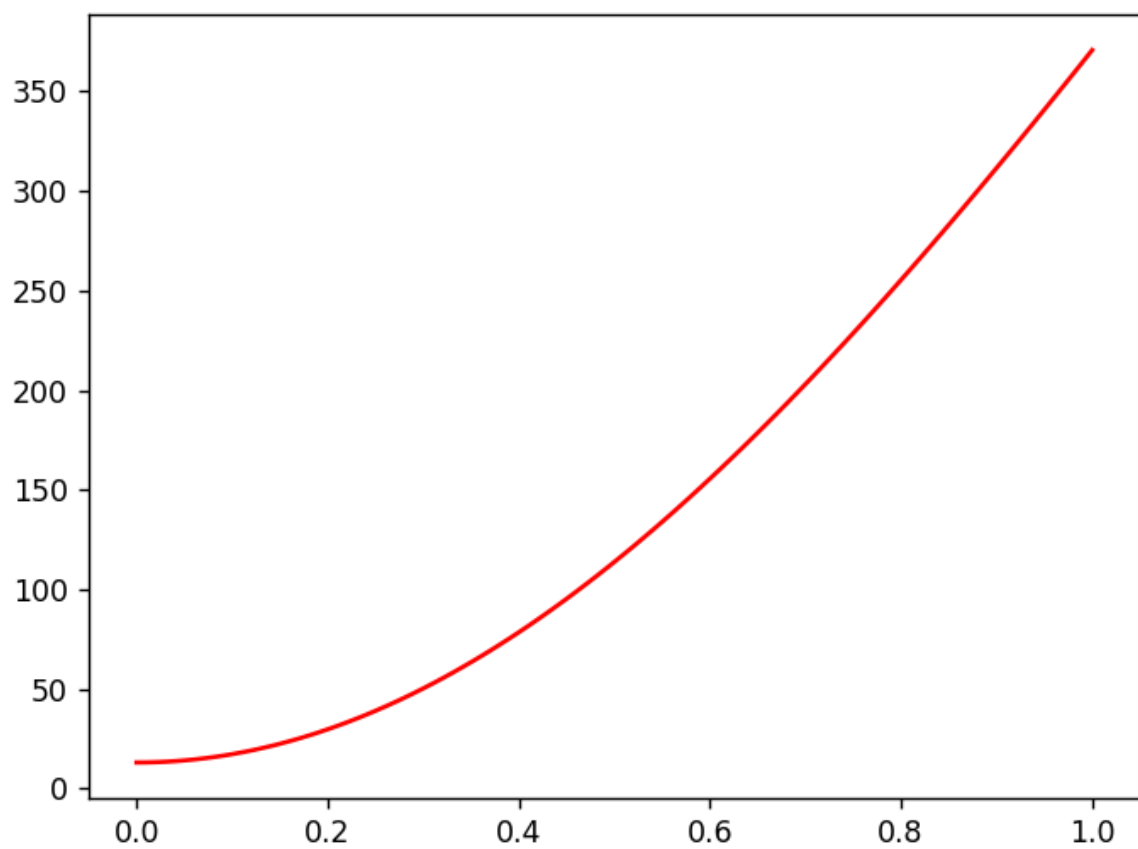


Рис. 4: Математическая модель - I случай

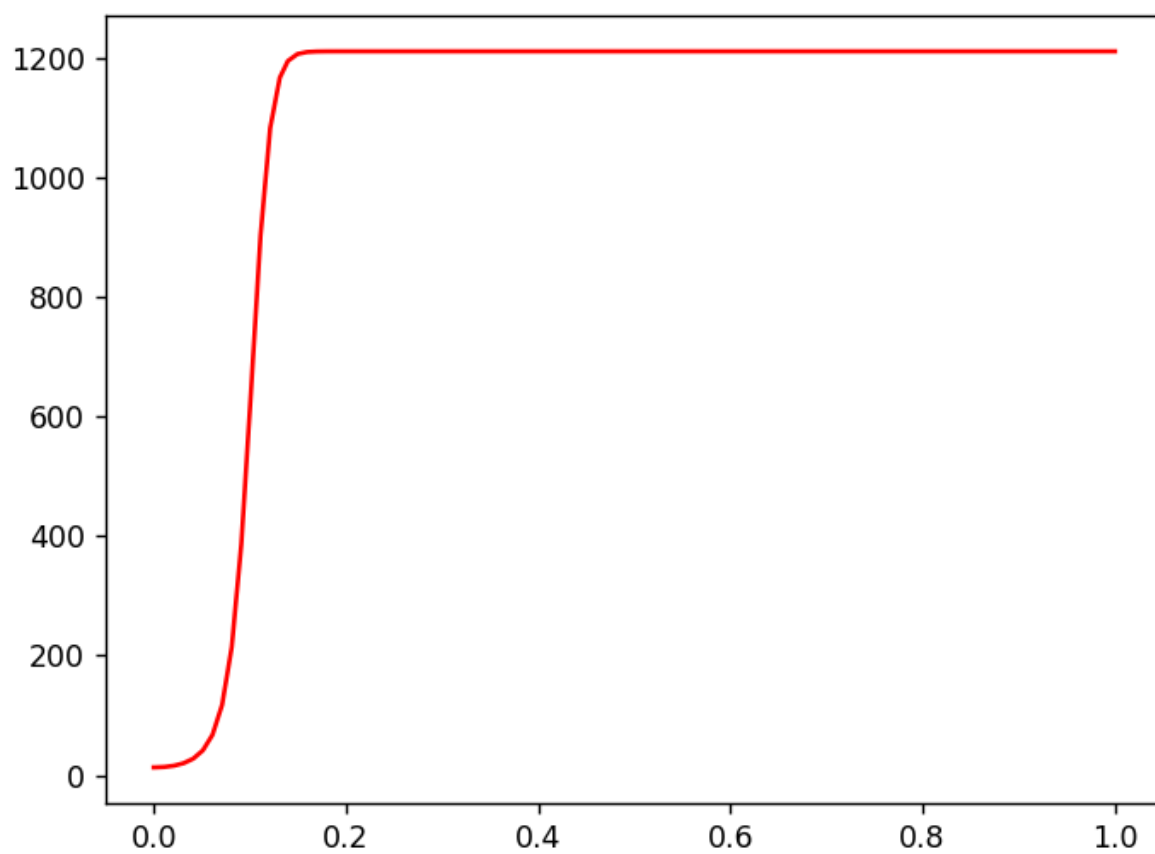


Рис. 5: Математическая модель - II случай

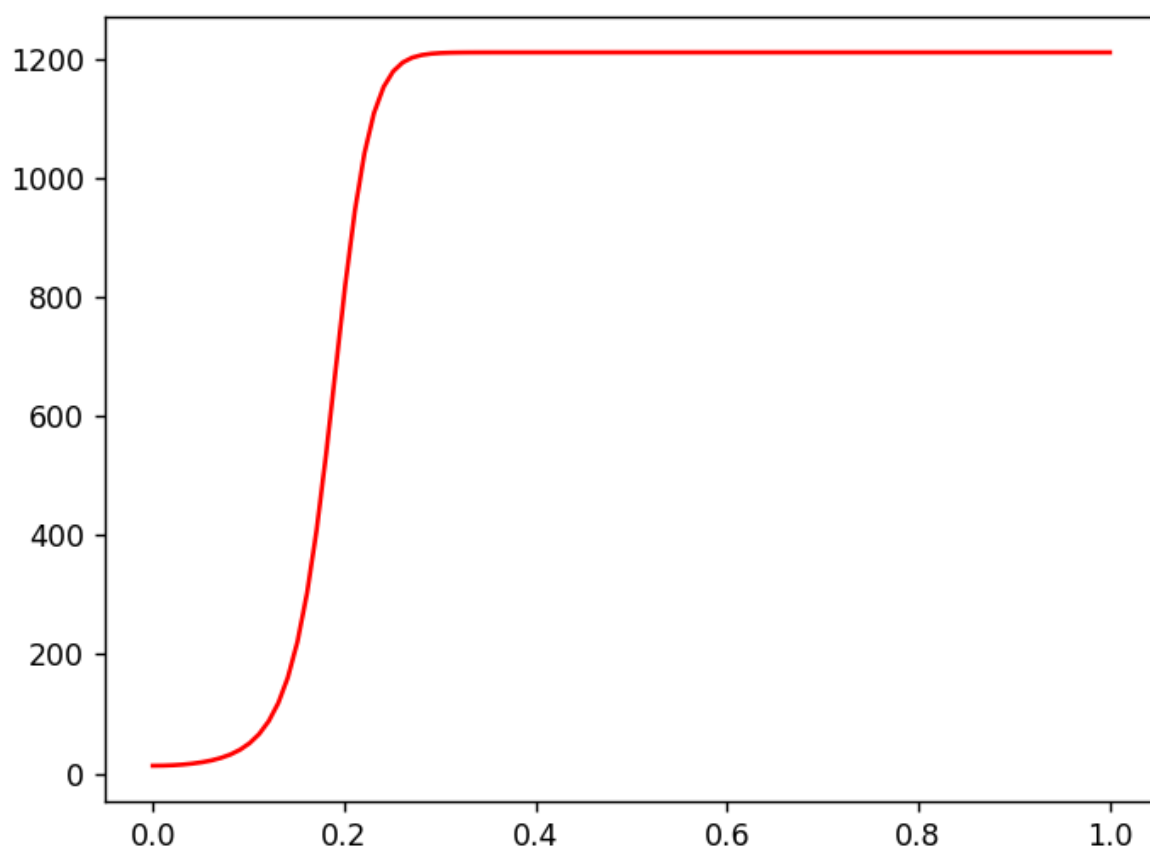


Рис. 6: Математическая модель - III случай

## Код на OpenModelica

Реализуем код на OpenModelica, указав начальные значения переменных. Далее запишем ОДУ, а также укажем интервалы.(7-9)

```

model model_1

parameter Real N= 1210;
parameter Real N0= 13;
Real n(start=N0);

function k
  input Real t;
  output Real result;
algorithm
  result:= 0.7*t; //коэф.1
end k;

function p
  input Real t;
  output Real result;
algorithm
  result:= 0.000051*t; //коэф.2
end p;

equation
  der(n)=(k(time)+p(time)*n)*(N-n);

  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 1, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.01));

end model_1;

```

---

Рис. 7: OpenModelica - I случай

```

model model_2

parameter Real N= 1210;
parameter Real N0= 13;
Real n(start=N0);

function k
  input Real t;
  output Real result;
algorithm
  result:= 0.00004*t; //коэф.1
end k;

function p
  input Real t;
  output Real result;
algorithm
  result:= 0.75*t; //коэф.2
end p;

equation
  der(n)=(k(time)+p(time)*n)*(N-n);

  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 1, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.01));

end model_2;

```

Рис. 8: OpenModelica - II случай

```

model model_3

parameter Real N= 1210;
parameter Real N0= 13;
Real n(start=N0);

function k
  input Real t;
  output Real result;
algorithm
  result:= 0.75*sin(0.5*t); //коэф.1
end k;

function p
  input Real t;
  output Real result;
algorithm
  result:= 0.35*sin(0.6*t); //коэф.2
end p;

equation
  der(n)=(k(time)+p(time)*n)*(N-n);

  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 1, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.01));

end model_3;

```

Рис. 9: OpenModelica - III случай

Результаты:(10-12)

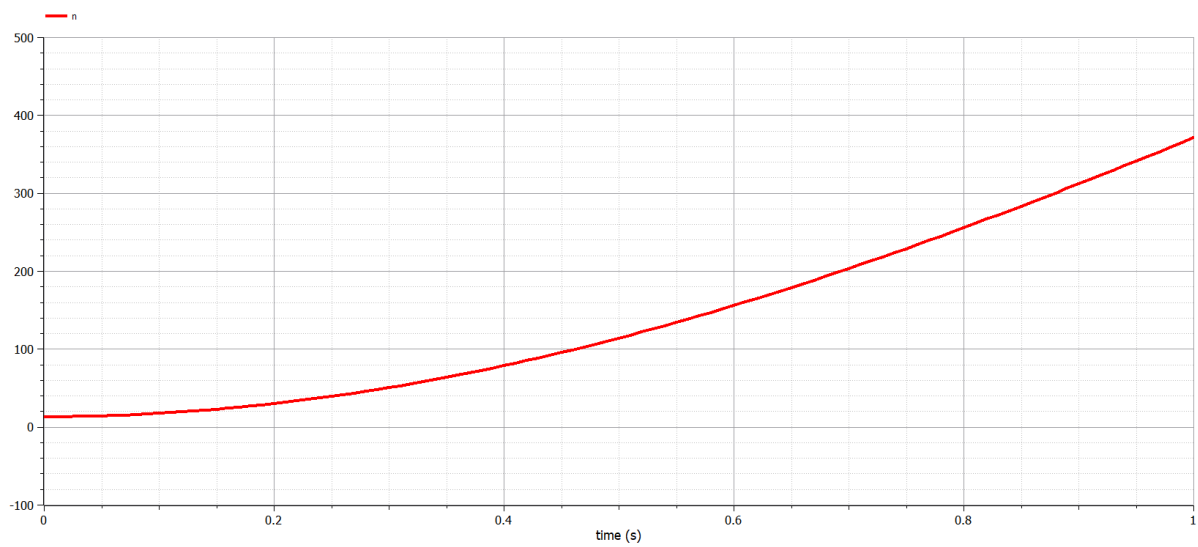


Рис. 10: Математическая модель - I случай

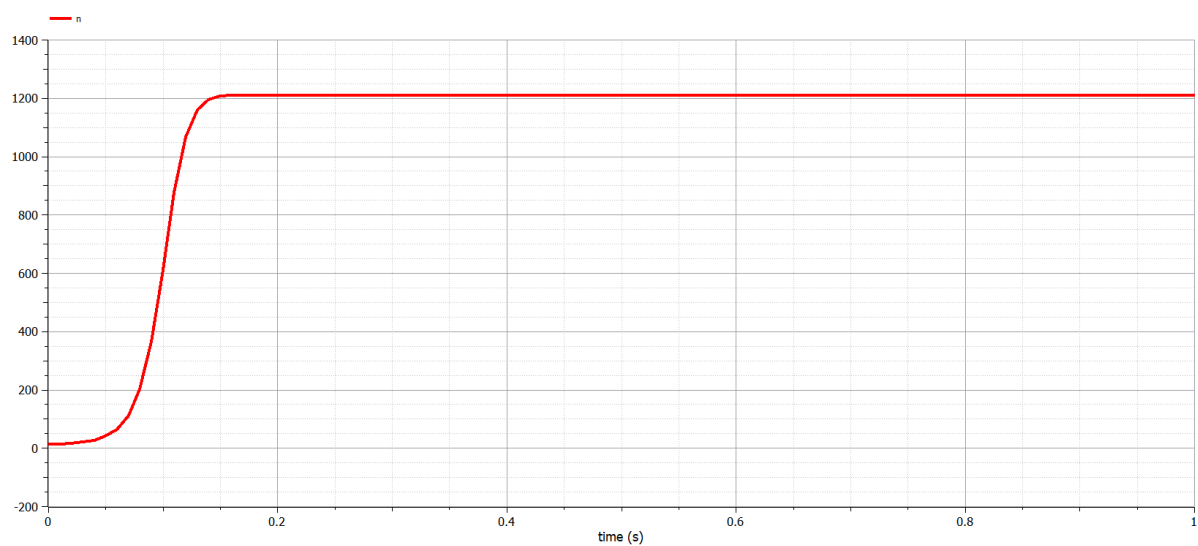


Рис. 11: Математическая модель - II случай



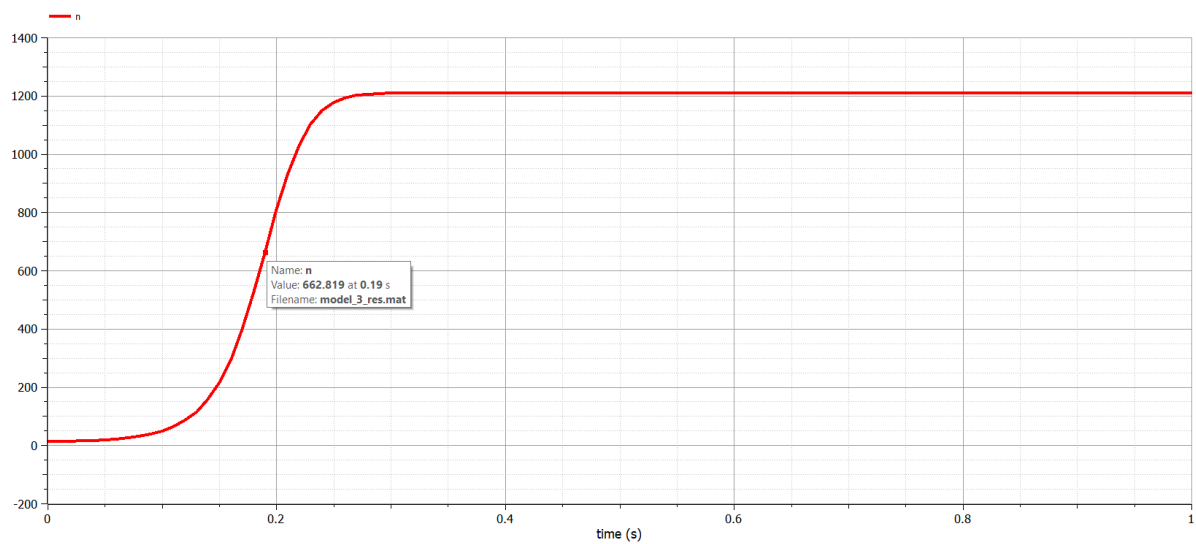


Рис. 12: Математическая модель - III случай

## **Выводы**

В ходе выполнения лабораторной работы была изучена модель эффективности рекламы и построены графики. Также эти графики были изучены и сделаны выводы о работе программ и эффективности распространения.

## Список литературы

1. Задания к лабораторной работе №7 (по вариантам) [Электронный ресурс]. RUDN, 2023. URL: [https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971669/mod\\_resource/content/2/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BA%20%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B5%20%E2%84%96%202%20%20%281%29.pdf](https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971669/mod_resource/content/2/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BA%20%D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B5%20%E2%84%96%202%20%20%281%29.pdf).
2. Лабораторная работа №7 [Электронный ресурс]. RUDN, 2023. URL: [https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1971668/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/1971668/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).
3. DifferentialEquations.jl: Efficient Differential Equation Solving in Julia [Электронный ресурс]. 2023. URL: <https://docs.sciml.ai/DiffEqDocs/stable/>.