

---

## Front matter

title: "Лабораторная работа №6" subtitle: "Задача об эпидемии" author: "Камкина Арина Леонидовна"

## 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: false # 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

Построить графики к своей задаче об эпидемии, используя языки Julia и OpenModelica.

## Задание

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ( $N=11\,300$ ) в момент начала эпидемии ( $t=0$ ) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции)  $I(0)=240$ , а число здоровых людей с иммунитетом к болезни  $R(0)=46$ . Таким образом, число людей восприимчивых к болезни, но пока здоровых, в начальный момент времени  $S(0)=N-I(0)-R(0)$ . Постройте графики изменения числа особей в каждой из трех групп. Рассмотрите, как будет протекать эпидемия в случае:

1. если  $I(0) \leq I^*$
2. если  $I(0) > I^*$

## Теоретическое введение

Рассмотрим простейшую модель эпидемии. Предположим, что некая популяция, состоящая из  $N$  особей, (считаем, что популяция изолирована) подразделяется на три группы. Первая группа - это восприимчивые к болезни, но пока здоровые особи, обозначим их через  $S(t)$ . Вторая группа - это число инфицированных особей, которые также при этом являются распространителями инфекции, обозначим их  $I(t)$ . А третья группа, обозначаемая через  $R(t)$  - это здоровые особи с иммунитетом к болезни. До того, как число заболевших не превышает критического значения  $I^*$ , считаем, что все больные изолированы и не заражают здоровых. Когда  $I(t) > I^*$ , тогда инфицирование способны заражать восприимчивых к болезни особей. Таким образом, скорость изменения числа  $S(t)$  меняется по следующему закону: 
$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -aSI, & \text{если } I(0) \leq I^* \\ \frac{dS}{dt} = 0, & \text{если } I(0) > I^* \end{cases}$$

Поскольку каждая восприимчивая к болезни особь, которая, в конце концов, заболевает, сама становится инфекционной, то скорость изменения числа инфекционных особей представляет разность за единицу времени между заразившимися и теми, кто уже болеет и лечится, т.е.: 
$$\frac{dI}{dt} = aSI - bI, \text{ если } I(0) \leq I^* \\ \frac{dI}{dt} = -bI, \text{ если } I(0) > I^*$$

А скорость изменения выздоравливающих особей (при этом приобретающие иммунитет к болезни) 
$$\frac{dR}{dt} = bI$$

Постоянные пропорциональности  $a = 0.03$  и  $b = 0.07$ , - это коэффициенты заболеваемости и выздоровления соответственно, которые я выставила самостоятельно.

---

## Выполнение лабораторной работы

---

Создание проекта (код на Julia) при  $I(0) \leq I^*$

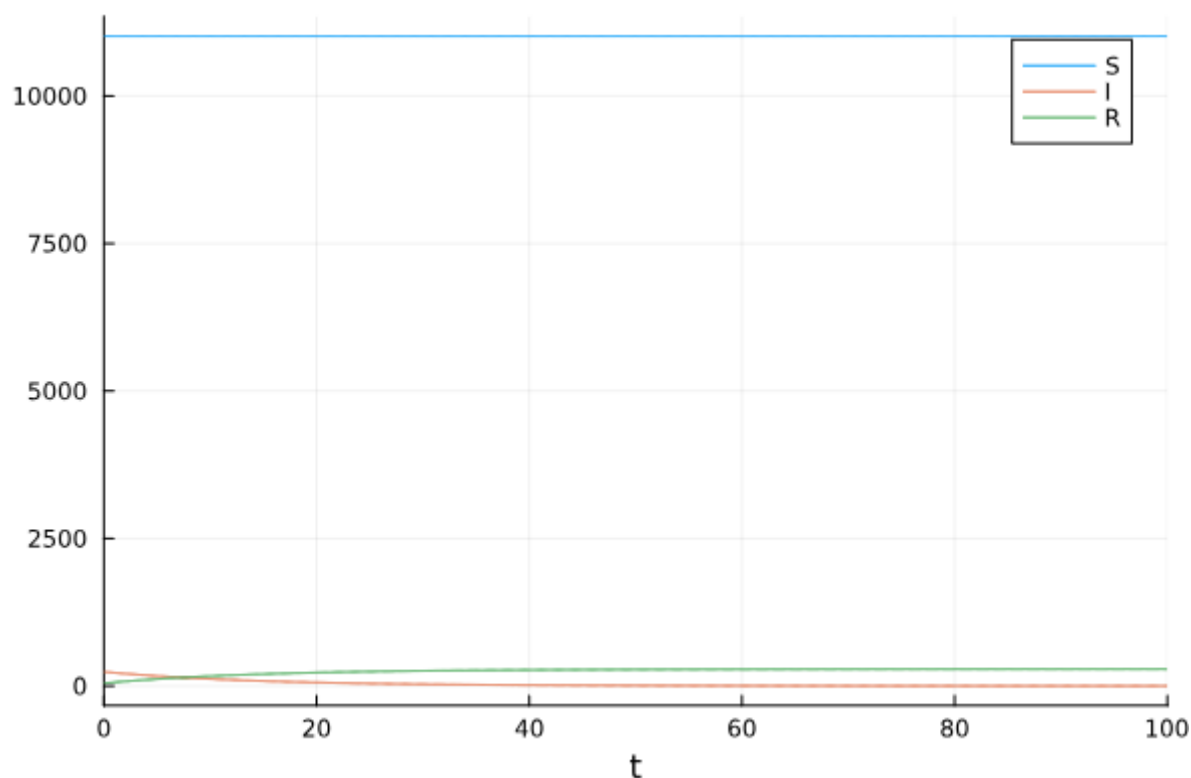
```
using Plots
using DifferentialEquations

N = 11300
S = N - I - R
I = 240
R = 46
p = [0.03, 0.07]
u = [S, I, R]
tspan = (0.0, 100.0)

function f(du, u, p, t)
    a, b = p
    S, I, R = u
    du[1] = 0
    du[2] = -b*d\u[2]
    du[3] = b*u[2]
end

prob1 = ODEProblem(f, u, tspan, p)
sol1 = solve(prob1, Tsit5())
plot(sol1, label = ["S" "I" "R"])
```

Полученный график при  $I(0) \leq I^*$  (рис. @fig:001).



{#fig:001}

width=70%}

Создание проекта (код на Julia) при  $I(0) > I^*$

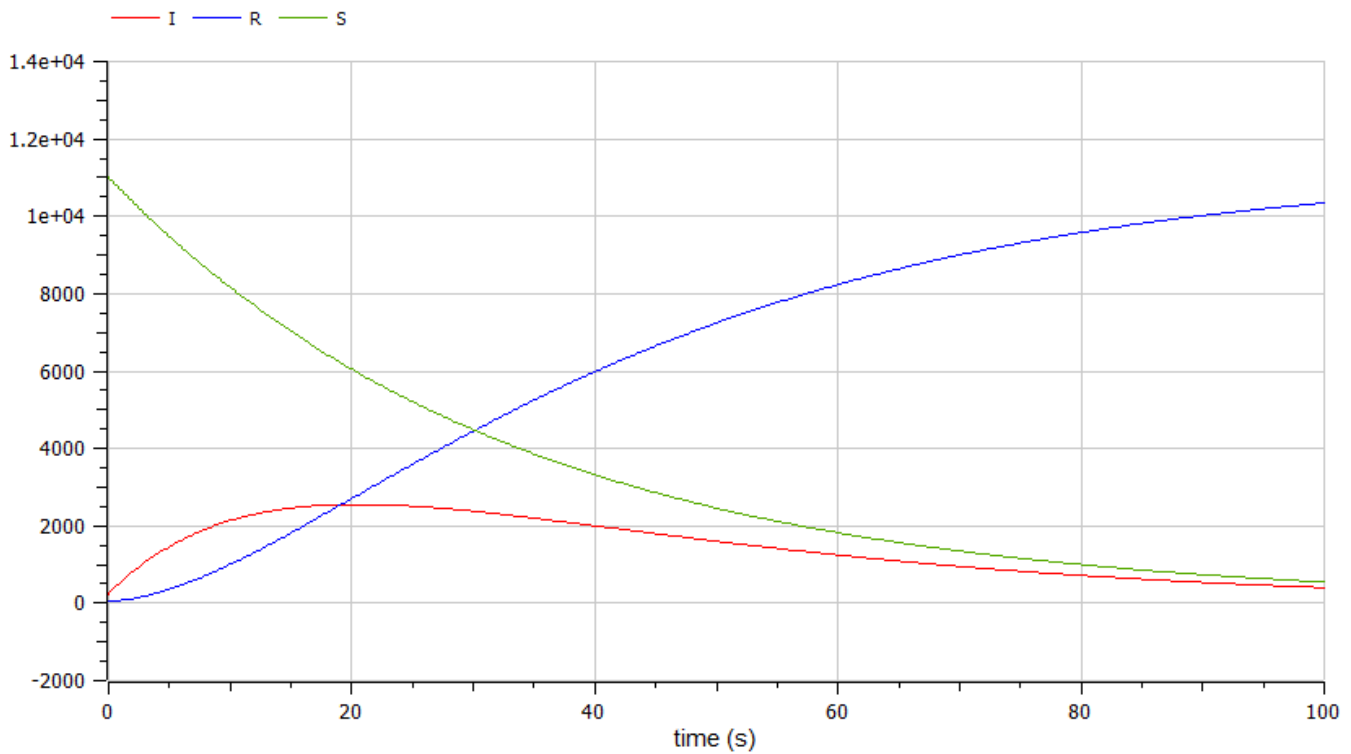
```
using Plots
using DifferentialEquations

N = 11300
S = N - I - R
I = 240
R = 46
p = [0.03, 0.07]
u = [S, I, R]
tspan = (0.0, 100.0)

function f1(du, u, p, t)
    a, b = p
    S, I, R = u
    du[1] = -a*u[1]
    du[2] = a*u[1]-b*u[2]
    du[3] = b*u[2]
end

prob1 = ODEProblem(f1, u, tspan, p)
sol1 = solve(prob1, Tsit5())
plot(sol1, label = ["S" "I" "R"])
```

Полученный график при  $I(0) > I^*$  (рис. @fig:002).



{#fig:001 width=70%}

Создание проекта (код на OpenModelica) при  $I(0) \leq I^*$

```

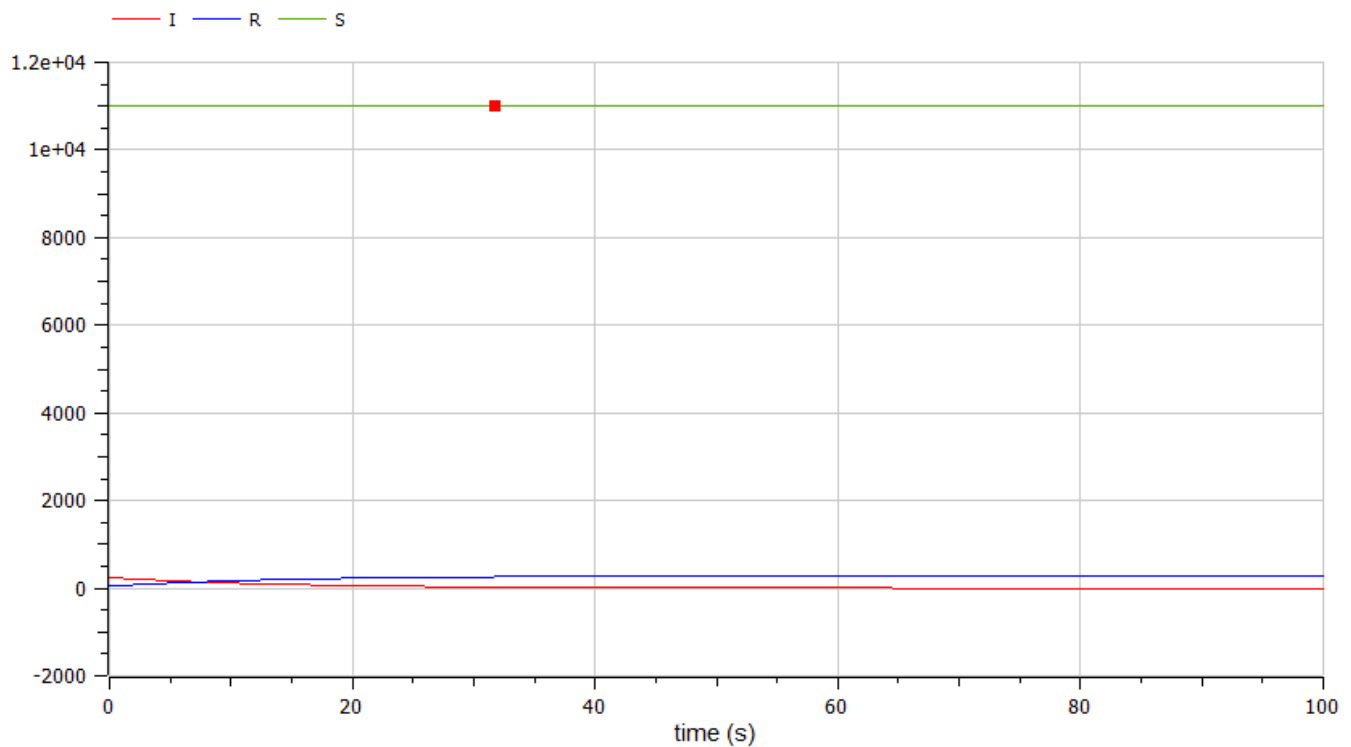
model lab_06
  parameter Real N = 11300;
  parameter Real a = 0.03;
  parameter Real b = 0.07;
  Real S(start = N-240-46);
  Real I(start = 240);
  Real R(start = 46);

  equation
    der(S) = 0;
    der(I) = -b*I;
    der(R) = b*I;

end lab_06;

```

Полученный график при  $I(0) \leq I^*$  (рис. @fig:001).



{#fig:003 width=70%}

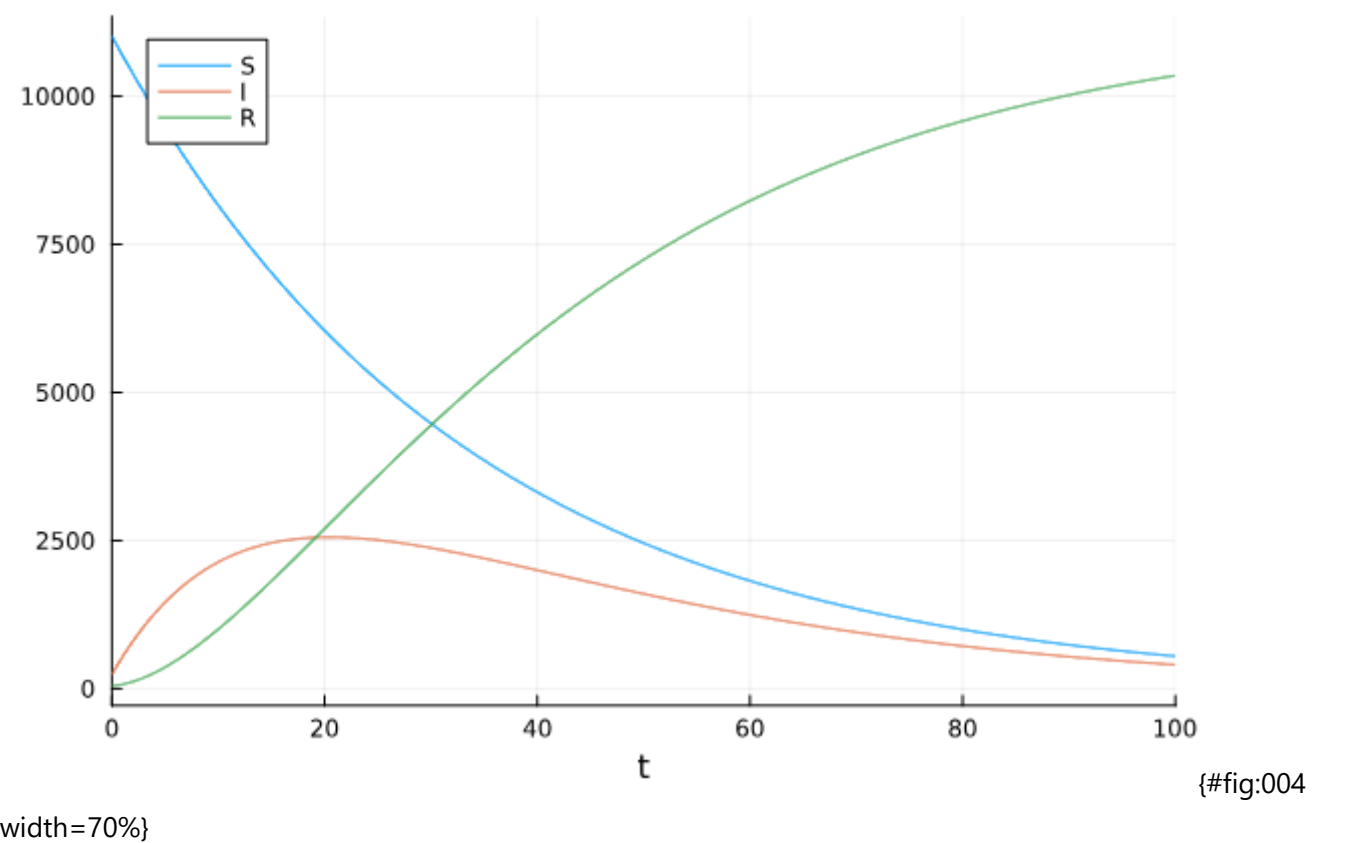
Создание проекта (код на OpenModelica) при  $I(0) > I^*$

```
model lab_06
parameter Real N = 11300;
parameter Real a = 0.03;
parameter Real b = 0.07;
Real S(start = N-240-46);
Real I(start = 240);
Real R(start = 46);

der(S) = -a*S;
der(I) = a*S-b*I;
der(R) = b*I;

end lab_06;
```

Полученный график при  $I(0) > I^*$  (рис. @fig:002).



## Анализ результатов

Были построены четыре графика на Julia и OpenModelica, на которых видно, что графики одинаковые.

## Вывод

В процессе выполнения данной лабораторной работы я построила графики, используя Julia и OpenModelica, а также приобрела первые практические навыки работы с Julia и OpenModelica.

## Список литературы

[1] Задача об эпидемии: [http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/mc8pro.book/5\\_text.htm](http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/mc8pro.book/5_text.htm)