

- [Front matter](#)
 - [Generic otions](#)
 - [Bibliography](#)
 - [Pdf output format](#)
 - [l18n polyglossia](#)
 - [l18n babel](#)
 - [Fonts](#)
 - [Biblatex](#)
 - [Pandoc-crossref LaTeX customization](#)
 - [Misc options](#)
 - [Цель работы](#)
 - [Теоретическое введение](#)
 - [Выполнение лабораторной работы](#)
 - [Вывод](#)
 - [Список литературы{.unnumbered}](#)
-

Front matter

title: "Лабораторная работа 6" subtitle: "Задача об эпидемии" author: "Бабенко Артём Сергеевич"

Generic otions

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

Изучить понятие задачи об эпидемии, научиться строить графики изменения числа особей в каждой из групп.

Теоретическое введение

Простейшая 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. 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.

Выполнение лабораторной работы

Задание звучит следующим образом:

Вариант 3

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ($N=10\ 000$) в момент начала эпидемии ($t=0$) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) $I(0)=200$, А число здоровых людей с иммунитетом к болезни $R(0)=6$. 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 $I(0) > I^*$

Написал код на Julia для первого случая:

```
using Plots
using DifferentialEquations

N = 10000
I0 = 200 # заболевшие особи
R0 = 6 # особи с иммунитетом
S0 = N - I0 - R0 # здоровые, но восприимчивые особи

alpha = 0.6 # коэффициент заболеваемости
beta = 0.2 # коэффициент выздоровления

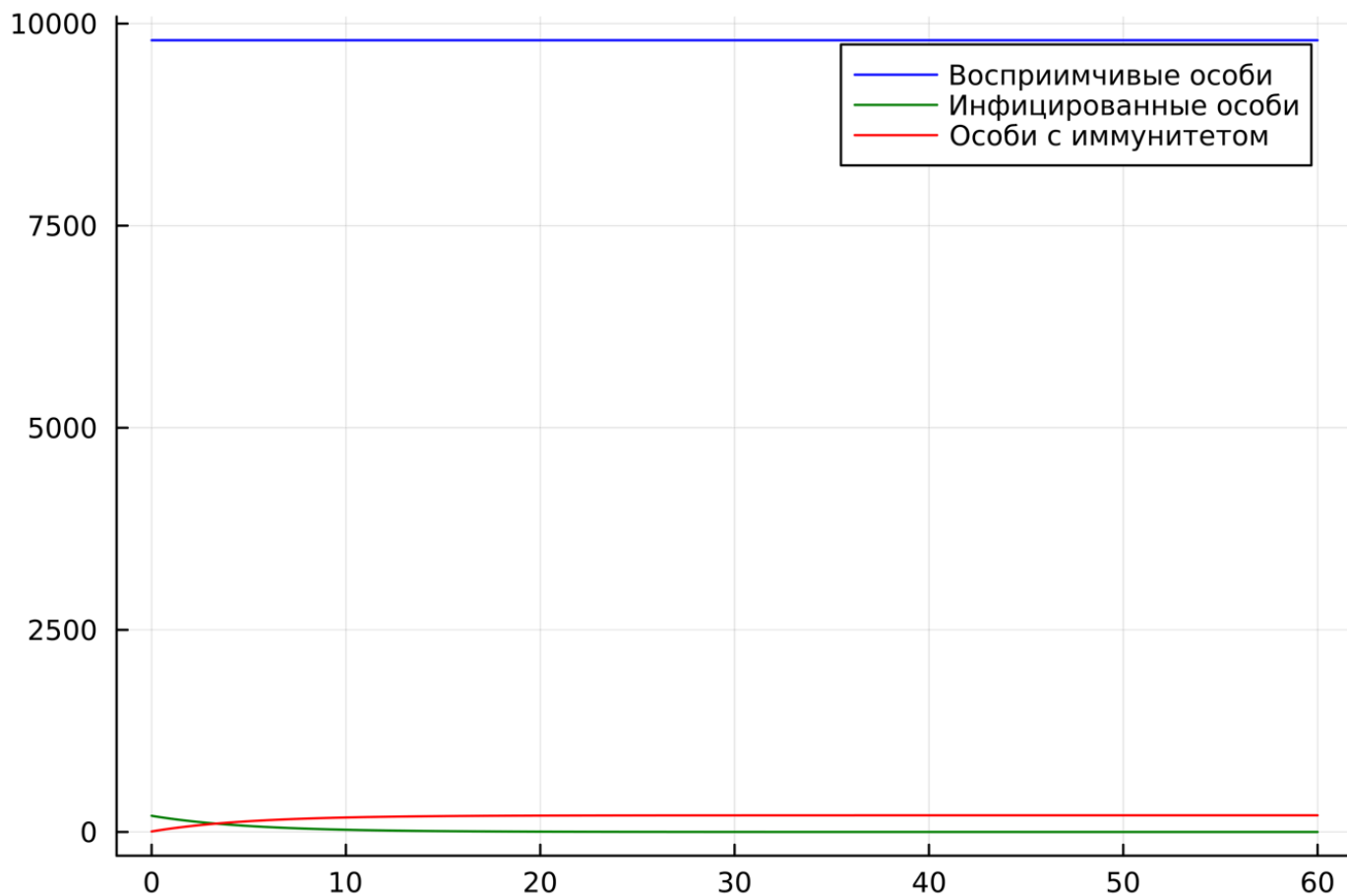
#I0 <= I*
function ode_fn(du, u, p, t)
    S, I, R = u
    du[1] = 0
    du[2] = -beta*u[2]
    du[3] = beta*I
end

v0 = [S0, I0, R0]
tspan = (0.0, 60.0)
prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
S = [u[1] for u in sol.u]
I = [u[2] for u in sol.u]
R = [u[3] for u in sol.u]
T = [t for t in sol.t]
```

```
plt = plot(
    dpi = 600,
    legend = :topright)
plot!(
    plt,
    T,
    S,
    label = "Восприимчивые особи",
    color = :blue)
plot!(
    plt,
    T,
    I,
    label = "Инфицированные особи",
    color = :green)
plot!(
    plt,
    T,
    R,
    label = "Особи с иммунитетом",
    color = :red)

savefig(plt, "lab06_1.png")
```

Программа выдала следующие результаты: График изменения числа особей в каждой из групп:



Написал код на Julia для второго случая:

```
using Plots
using DifferentialEquations

N = 10000
I0 = 200 # заболевшие особи
R0 = 6 # особи с иммунитетом
S0 = N - I0 - R0 # здоровые, но восприимчивые особи

alpha = 0.4 # коэффициент заболеваемости
beta = 0.1 # коэффициент выздоровления

#I0 > I*
function ode_fn(du, u, p, t)
    S, I, R = u
    du[1] = -alpha*u[1]
    du[2] = alpha*u[1] - beta*u[2]
    du[3] = beta*I
end

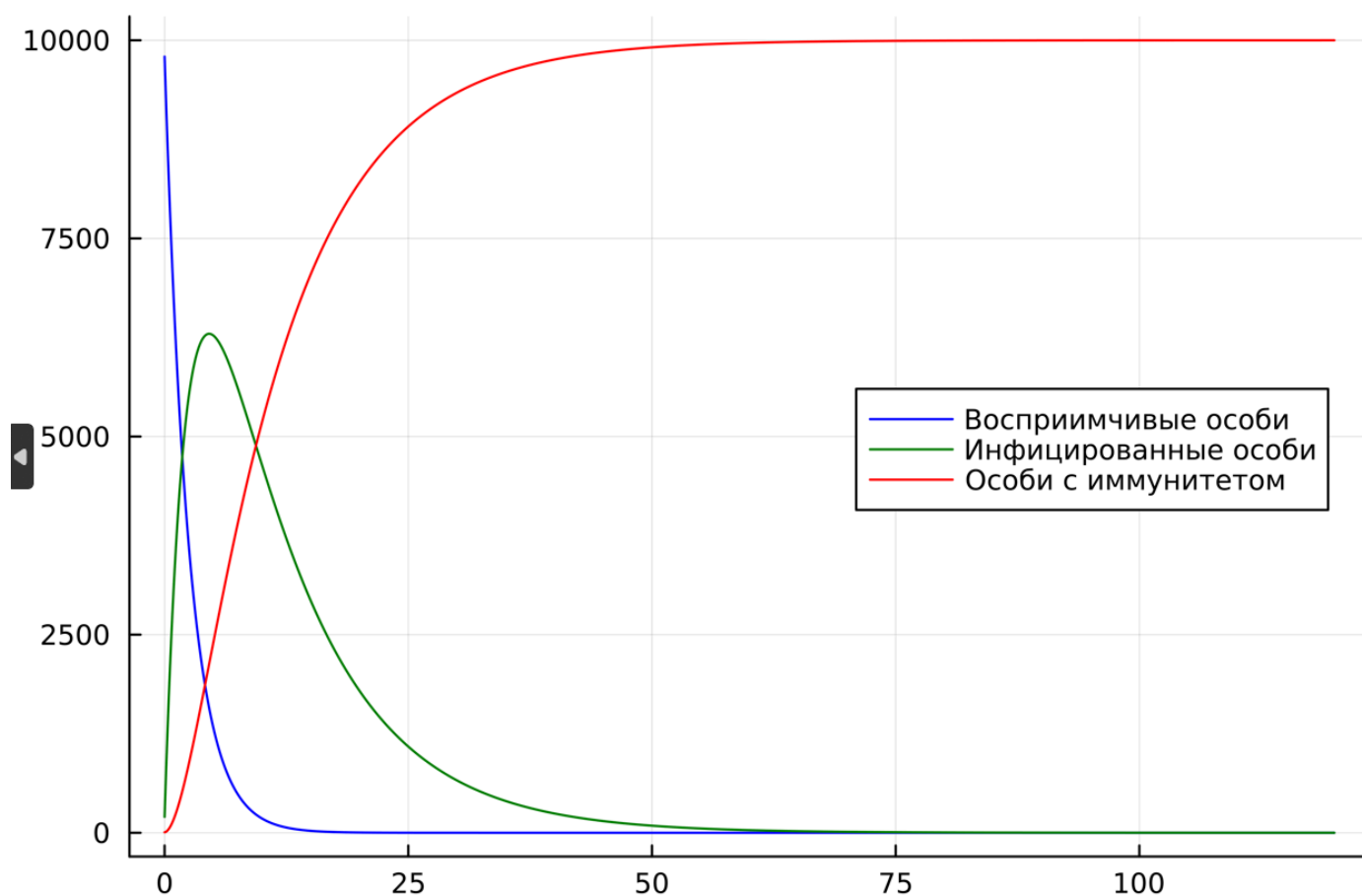
v0 = [S0, I0, R0]
tspan = (0.0, 120.0)
prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
sol = solve(prob, dtmax=0.05)
S = [u[1] for u in sol.u]
I = [u[2] for u in sol.u]
R = [u[3] for u in sol.u]
T = [t for t in sol.t]
```

```
plt = plot(
    dpi=600,
    legend=:right)

plot!(
    plt,
    T,
    S,
    label="Восприимчивые особи",
    color=:blue)
plot!(
    plt,
    T,
    I,
    label="Инфицированные особи",
    color=:green)
plot!(
    plt,
    T,
    R,
    label="Особь с иммунитетом",
    color=:red)

savefig(plt, "lab06_2.png")
```

Программа выдала следующие результаты: График изменения числа особей в каждой из групп:



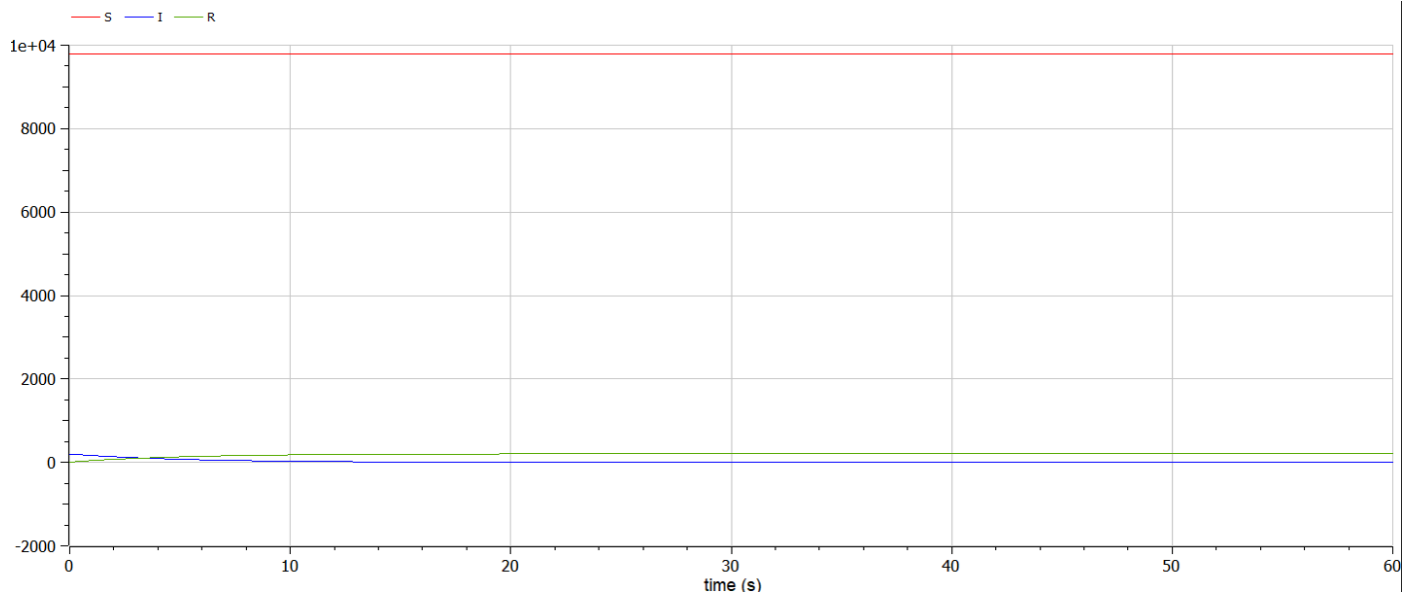
Написал код на OpenModelica для первого случая:

```

1 model lab06_1
2   Real N = 10000;
3   Real I;
4   Real R;
5   Real S;
6   Real alpha = 0.6;
7   Real beta = 0.2;
8   initial equation
9     I = 200;
10    R = 6;
11    S = N - I - R;
12  equation
13    der(S) = 0;
14    der(I) = -beta*I;
15    der(R) = beta*I;
16  end lab06_1;
17

```

Программа выдала следующие результаты: График изменения числа особей в каждой из групп:



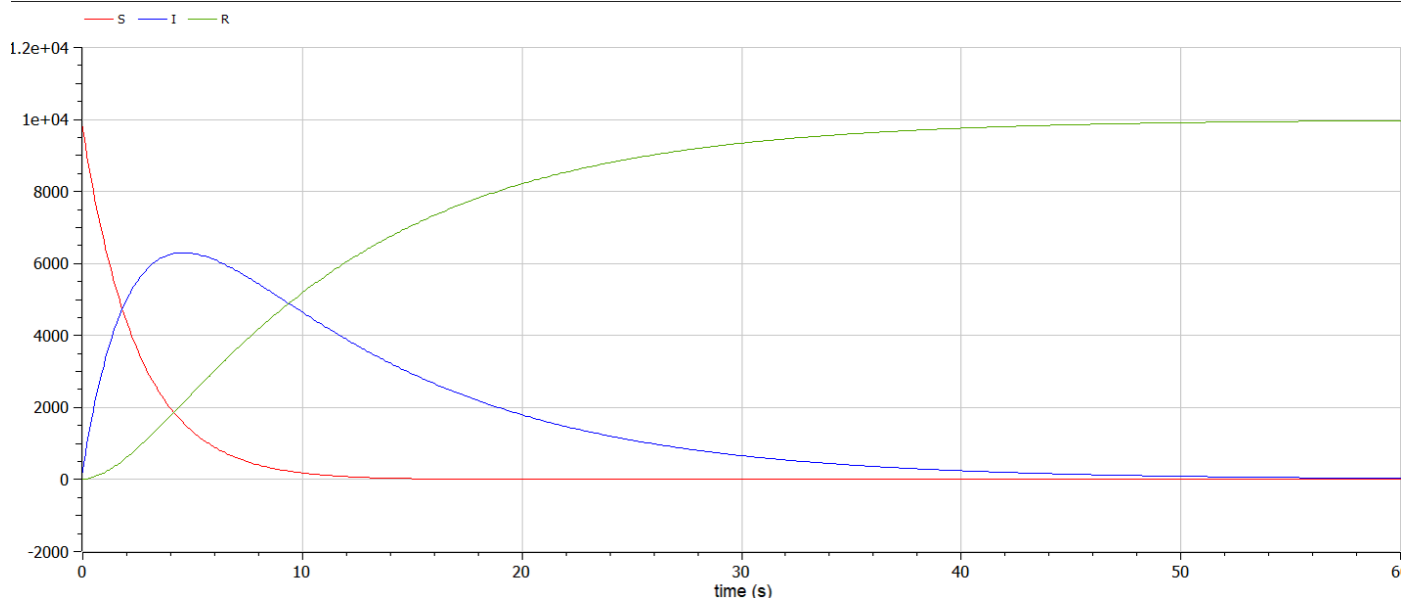
Написал код на OpenModelica для второго случая:

```

1  model lab06_2
2  Real N = 10000;
3  Real I;
4  Real R;
5  Real S;
6  Real alpha = 0.4;
7  Real beta = 0.1;
8  initial equation
9  I = 200;
10 R = 6;
11 S = N - I - R;
12 equation
13 der(S) = -alpha*S;
14 der(I) = alpha*S - beta*I;
15 der(R) = beta*I;
16 end lab06_2;
17

```

Программа выдала следующие результаты: График изменения числа особей в каждой из групп:



Вывод

Я изучил понятие задачи об эпидемии, научился строить графики изменения числа особей в каждой из групп.

Список литературы{.unnumbered}

1. Документация по Julia: <https://docs.julialang.org/en/v1/>
2. Документация по OpenModelica: <https://openmodelica.org/>
3. Решение дифференциальных уравнений: <https://www.wolframalpha.com/>
4. Бутиков И. Е. Собственные колебания линейного осциллятора. 2011.