## Front matter

title: "Отчет по лабораторной работе №5" subtitle: "Дисциплина: Математическое моделирование" author: "Выполнила: Болотина Александра Сергеевна"

## 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

## I18n polyglossia

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

## I18n 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:

parentracker=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 график для задачи об эпидемии.

# Задание

**Вариант № 35**:

Задача: на одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове (N=12300) в момент начала эпидемии (t=0) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) I(0)=140, А число здоровых людей с иммунитетом к болезни R(0)=54. 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)<=I\* 2) если I(0)>I\*

# Теоретическое введение

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, обозначающаяся 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: $\frac{dS}

{dt} = -aS, если I(t) > I*$ и $\frac{dS}{dt} = 0, если I(t) <= I*$ 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} = aS - bI, если I(t) > I*$ и $\frac{dS}{dt} = -bI, если I(t) <= I*$ А скорость изменения выздоравливающих особей (при этом приобретающие иммунитет к болезни):

$\frac{dR}{dt} = bI$ Постоянные пропорциональности a, b - это коэффициенты заболеваемости и выздоровления соответственно.

Для того, чтобы решения соответствующих уравнений определялось однозначно, необходимо задать начальные условия. Считаем, что на начало эпидемии в момент времени t = 0 нет особей с иммунитетом к болезни R(0)=0, а число инфицированных и восприимчивых к болезни особей I(0) и S(0) соответственно. Для анализа картины протекания эпидемии необходимо рассмотреть два случая: I(0)<=I\* и I(0)>I\*.

# Выполнение лабораторной работы

Написала программу на Python:

mport math

import numpy as np

from scipy.integrate import odeint import matplotlib.pyplot as plt

a = 0.01

b = 0.02

N = 12300

I0 = 140

R0 = 54

S0 = N - I0 - R0 x0 = [S0, I0, R0]

t0 = 0

tmax = 200

dt = 0.01

t = np.arange(t0, tmax, dt)

def S1(x, t):

dx1\_0 = 0

dx1\_1 = - b\*x[1] dx1\_2 = b\*x[1]

return dx1\_0, dx1\_1, dx1\_2

def S2(x, t):

dx2\_0 = -a\*x[0]

dx2\_1 = a\*x[0] - b\*x[1] dx2\_2 = b\*x[1]

return dx2\_0, dx2\_1, dx2\_2

y1 = odeint(S1, x0, t) y2 = odeint(S2, x0, t)

plt.plot(t, y1[:,0], label='S(t)')

plt.plot(t, y1[:,1], label='I(t)')

plt.plot(t, y1[:,2], label='R(t)') plt.title('I(0) <= I\*') plt.legend()

plt.plot(t, y2[:,0], label='S(t)')

plt.plot(t, y2[:,1], label='I(t)')

plt.plot(t, y2[:,2], label='R(t)') plt.title('I(0) > I\*') plt.legend()

Получила следующие графики (см. рис. -@fig:001 и рис. -@fig:002).

Рис. 1. График для 1 случая{ #fig:001 width=70% } Рис. 2. График для 2 случая{ #fig:001 width=70% }

# Выводы

Построила график для задачи об эпидемии.

# Список литературы{.unnumbered}

::: {#refs} :::