
Front matter

title: "Лабораторная работа 6" author: "Попова Юлия Дмитриевна, НФИбд-03-19"

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

I18n

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

Misc options

indent: true header-includes:

- \linepenalty=10 # the penalty added to the badness of each line within a paragraph (no associated penalty node) Increasing the value makes tex try to have fewer lines in the paragraph.

- `\interlinepenalty=0` # value of the penalty (node) added after each line of a paragraph.
 - `\hyphenpenalty=50` # the penalty for line breaking at an automatically inserted hyphen
 - `\exhyphenpenalty=50` # the penalty for line breaking at an explicit hyphen
 - `\binoppenalty=700` # the penalty for breaking a line at a binary operator
 - `\relpenalty=500` # the penalty for breaking a line at a relation
 - `\clubpenalty=150` # extra penalty for breaking after first line of a paragraph
 - `\widowpenalty=150` # extra penalty for breaking before last line of a paragraph
 - `\displaywidowpenalty=50` # extra penalty for breaking before last line before a display math
 - `\brokenpenalty=100` # extra penalty for page breaking after a hyphenated line
 - `\predisplaypenalty=10000` # penalty for breaking before a display
 - `\postdisplaypenalty=0` # penalty for breaking after a display
 - `\floatingpenalty = 20000` # penalty for splitting an insertion (can only be split footnote in standard LaTeX)
 - `\raggedbottom` # or `\flushbottom`
 - `\usepackage{float}` # keep figures where there are in the text marp: false
 - `\floatplacement{figure}{H}` # keep figures where there are in the text
-

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №6

дисциплина: Математическое моделирование

Преподаватель: Кулябов Дмитрий Сергеевич

Студент: Попова Юлия Дмитриевна

Группа: НФИбд-03-19

МОСКВА

2022 г.

Цель работы

Построение простейшей модель эпидемии.

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 $I(0) > I^*$, тогда инфицирование способны заражать восприимчивых к болезни особей.

Таким образом, скорость изменения числа $S(t)$ меняется по следующему закону:

$$\frac{dS}{dt} = \begin{cases} -\alpha S, & \text{если } I(t) > I^* \\ 0, & \text{если } I(t) \leq I^* \end{cases}$$

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:

$$\frac{dI}{dt} = \begin{cases} \alpha S - \beta I, & \text{если } I(t) > I^* \\ -\beta I, & \text{если } I(t) \leq I^* \end{cases}$$

А скорость изменения выздоравливающих особей (при этом приобретающие иммунитет к болезни)

$$\frac{dR}{dt} = \beta I$$

Постоянные пропорциональности α , β - 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. [1]

Вариант 37

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ($N=12.600$) в момент начала эпидемии ($t=0$) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) $I(0)=160$, А число здоровых людей с иммунитетом к болезни $R(0)=56$. 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 $I(0) > I^*$

Выполнение лабораторной работы

Построение модели "Эпидемия"

Чтобы построить график для случая $I(0) \leq I^*$, написали следующий код (Рис [-@fig:001]):

```
model LAB6

parameter Real a = 0.01;
parameter Real b = 0.02;
parameter Integer N = 12600;
parameter Integer I_0 = 160;
parameter Integer R_0 = 56;
parameter Integer S_0 = N - I_0 - R_0;
Real S(start = S_0);
Real I(start = I_0);
Real R(start = R_0);

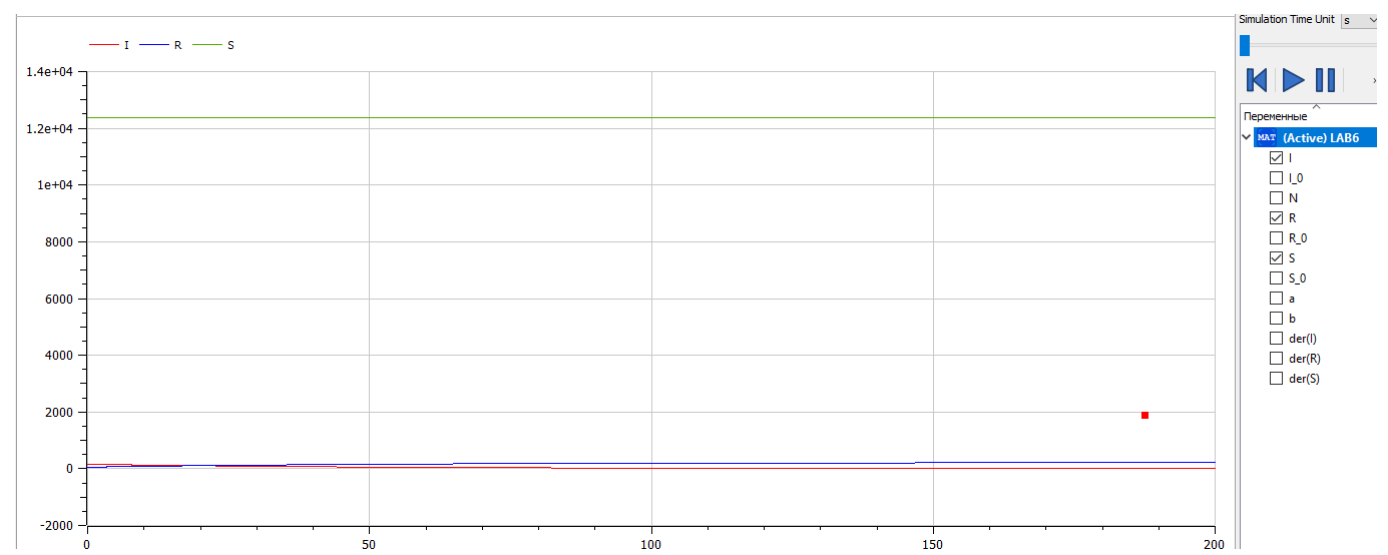
equation
der(S) = 0;
der(I) = -b * I;
der(R) = b * I;

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

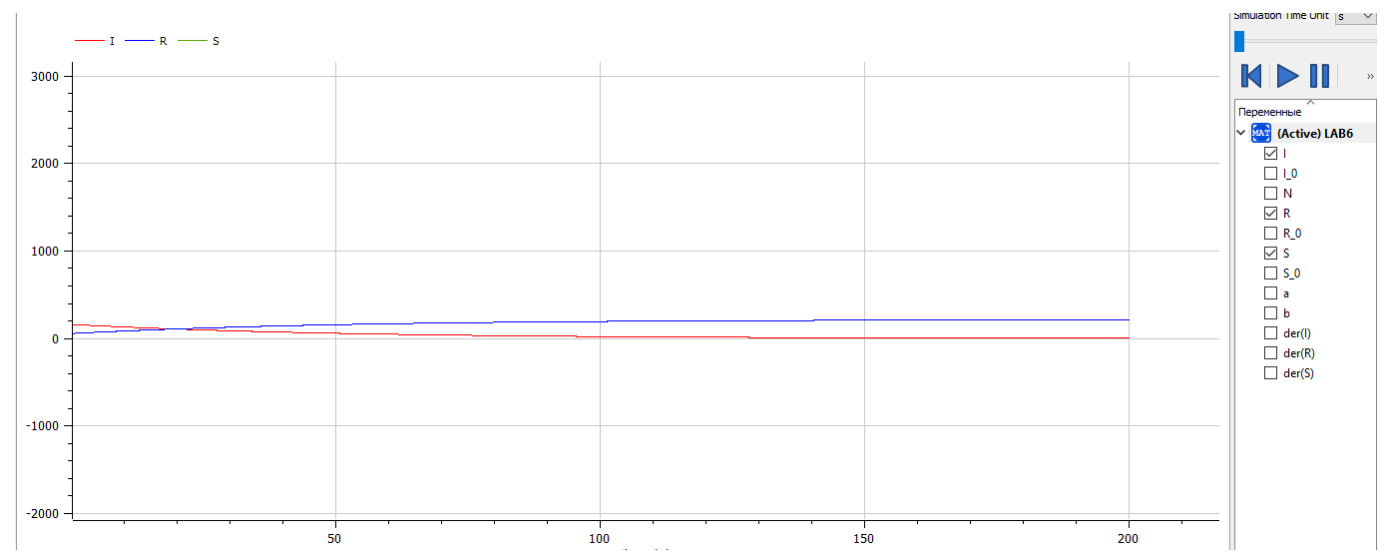
end LAB6;
```

{ #fig:001 width=90% }

и получил следующий график (Рис [-@fig:002] и [-@fig:003]):



{#fig:002 width=90%}



{#fig:003 width=90%}

Чтобы построить график для случая $I(0) > I^*$, написали следующий код (Рис [-@fig:004]):

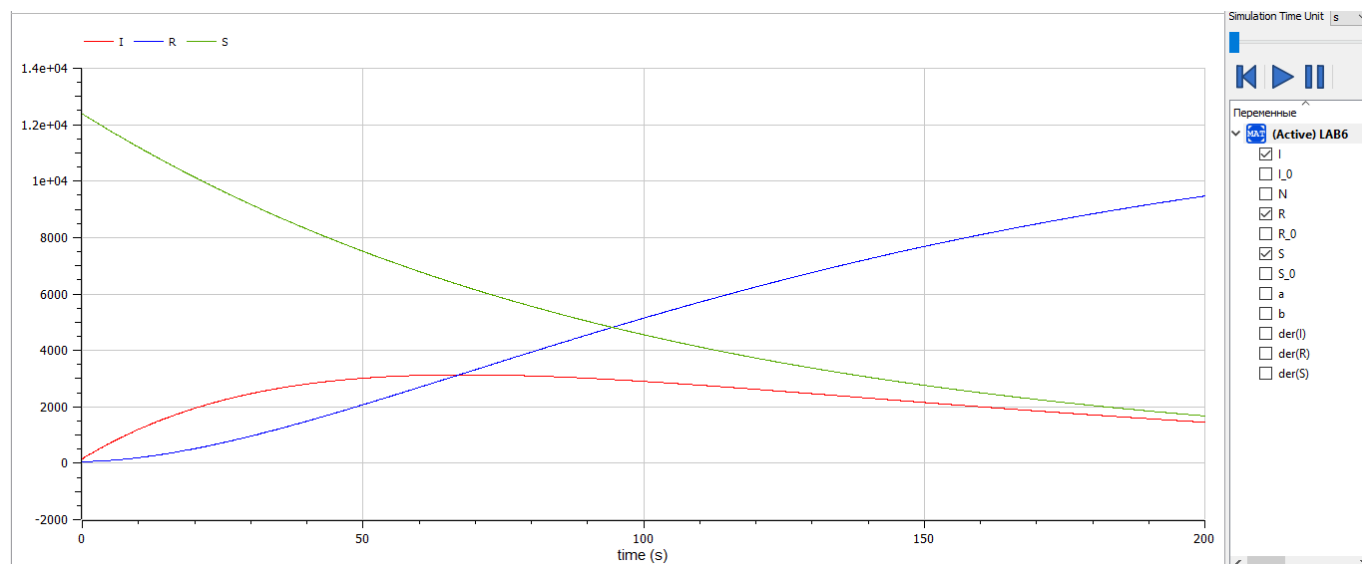
```

1  model LAB6
2
3  parameter Real a = 0.01;
4  parameter Real b = 0.02;
5  parameter Integer N = 12600;
6  parameter Integer I_0 = 160;
7  parameter Integer R_0 = 56;
8  parameter Integer S_0 = N - I_0 - R_0;
9  Real S(start = S_0);
10 Real I(start = I_0);
11 Real R(start = R_0);
12
13
14 /*equation
15 der(S) = 0;
16 der(I) = -b * I;
17 der(R) = b * I;*/
18
19 der(S) = -a * S;
20 der(I) = a * S - b * I;
21 der(R) = b * I;
22
23 end LAB6;

```

{ #fig:004 width=90% }

и получил следующий график (Рис [-@fig:005]):



{#fig:005 width=90%}

Выводы

После завершения данной лабораторной работы - мы научились выполнять построение модели эпидемии в OpenModelica.

Список литературы

1. Лабораторная работа №5. Задача об эпидемии. - [Электронный ресурс]. М. URL: [Лабораторная работа №6. Задача об эпидемии](#). (Дата обращения: 18.03.2021).