Лабораторная работа №6

Задача об эпидемии. Вариант №38

Щербак Маргарита Романовна
НПИбд-02-21
Студ. билет: 1032216537

2024

RUDN

Цель работы

Рассмотреть простейшую модель эпидемии. С помощью рассмотренного примера научиться решать задачи такого типа.

Теоретическое введение

Предположим, что популяция разделена на три группы: восприимчивые к болезни, инфицированные и иммунные. Когда количество инфицированных превышает критическое значение, они начинают заражать восприимчивых. Модель описывает изменение числа особей в каждой группе по времени, учитывая коэффициенты заболеваемости и выздоровления. Начальные условия и два случая анализируются: когда количество инфицированных меньше и больше критического значения.

Задание

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ($N = 12700$) в момент начала эпидемии ($t = 0$) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) $I(0) = 170$, а число здоровых людей с иммунитетом к болезни $R(0) = 57$. 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

По теоретическому материалу была составлена модель на языках Julia и Modelica. Для решения дифференциального уравнения, описанного в постановке задачи лабораторной работы, на языке Julia использовалась библиотека DifferentialEquations. Для построения графиков — библиотека Plots.

Код описывает модель распространения инфекции на острове с помощью модели SIR (восприимчивые — S, инфицированные — I, иммунные — R) для 1 случая $I(0) \leq I^*$ и для 2 случая $I(0) > I^*$.

Код в OpenModelica (рис.1)

Доступный на запись | Model | Вид Текст | lab6 | C:/work/lab6.mo

```
model lab6
parameter Real N=12700;
parameter Real a=0.01;
parameter Real b=0.02;
parameter Real I0=170;
parameter Real R0=57;
parameter Real S0=N-I0-R0;
Real S(start = S0);
Real I(start = I0);
Real R(start = R0);
Real S1(start = S0);
Real I1(start = I0);
Real R1(start = R0);

equation
der(S) = 0;
der(I) = -b*I;
der(R) = b*I;
der(S1) = -a*S1;
der(I1) = a*S1 - b*I1;
der(R1) = b*I1;
end lab6;
```

Рис. 1: код

Динамика численности каждой группы для случая $I(0) \leq I^*$

На графиках видно, что все больные изолированы и не заражают здоровых (рис.2 - рис.3).

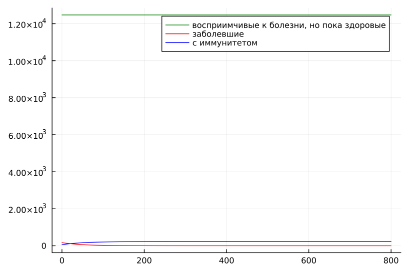

Рис. 2: на Julia

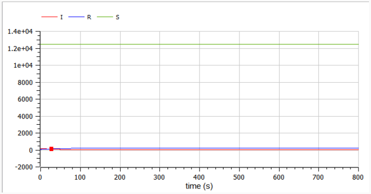

Рис. 3: в OpenModelica

Динамика численности каждой группы для случая $I(0) > I^*$

На графиках видно, что инфицированные способны заражать восприимчивых к болезни (рис.4 - рис.5).

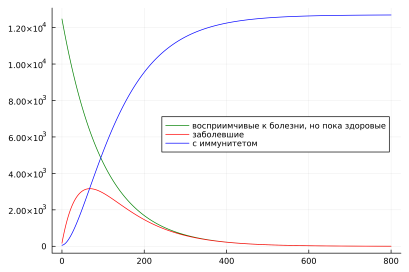

Рис. 4: на Julia

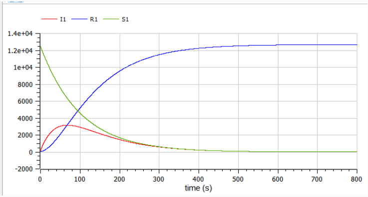

Рис. 5: в OpenModelica

Анализ полученных результатов

В результате работы я построила графики зависимости численности особей трех групп S, I, R для случаев, когда больные изолированы и когда они могут заражать особей группы S. Графики на двух языках одинаковые. В первом случае на графике видно, что все больные изолированы и не заражают здоровых, а во втором случае видно, что инфицированные передают болезнь восприимчивым. В начале количество восприимчивых уменьшается, а затем растет количество иммунных к болезни. Количество инфицированных сначала растет, а затем уменьшается по мере роста иммунитета к болезни.

Вывод

Таким образом, в ходе ЛР№6 я рассмотрела простейшую модель эпидемии. С помощью рассмотренного примера научилась решать задачи такого типа.

Список литературы

1. Конструирование эпидемиологических моделей. [Электронный ресурс]. URL: Эпидемиологическая модель (Дата обращения: 09.03.2024).
2. Документация по Julia. [Электронный ресурс]. URL: Julia 1.10 Documentation (Дата обращения: 09.03.2024).
3. Документация по OpenModelica. [Электронный ресурс]. URL: openmodelica (Дата обращения: 09.03.2024).