Отчет по Лабораторной Работе №6

Модель эпидемии - Вариант 27

Озьяс Стев Икнэль Дани

Table of Contents

# 1 Цель работы

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 . Вторая группа – это число инфицированных особей, которые также при этом являются распространителями инфекции, обозначим их . А третья группа, обозначающаяся через – это здоровые особи с иммунитетом к болезни.

# 2 Задание

Постройте графики изменения числа особей в каждой из трех групп.

Рассмотрите, как будет протекать эпидемия в случае:

1. если
2. если

# 3 Выполнение лабораторной работы

## 3.1 Теоретические сведения

До того, как число заболевших не превышает критического значения , считаем, что все больные изолированы и не заражают здоровых. Когда , тогда инфицирование способны заражать восприимчивых к болезни особей. Таким образом, скорость изменения числа меняется по следующему закону:

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.:

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

:memo: **Note:** Постоянные пропорциональности , , - это коэффициенты заболеваемости и выздоровления соответственно.

## 3.2 Задача

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове в момент начала эпидемии число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) , А число здоровых людей с иммунитетом к болезни . Таким образом, число людей восприимчивых к болезни, но пока здоровых, в начальный момент времени .

Построили графики изменения числа особей в каждой из трех групп. Рассмотрели, как будет протекать эпидемия в случае: 1. если

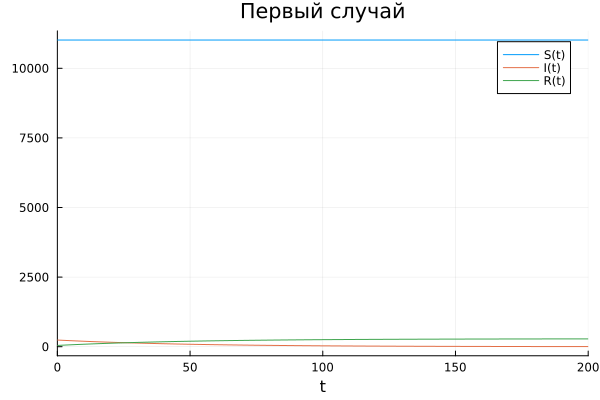


Рис. 1: Динамика изменения числа особей - Случай 1 (Julia)

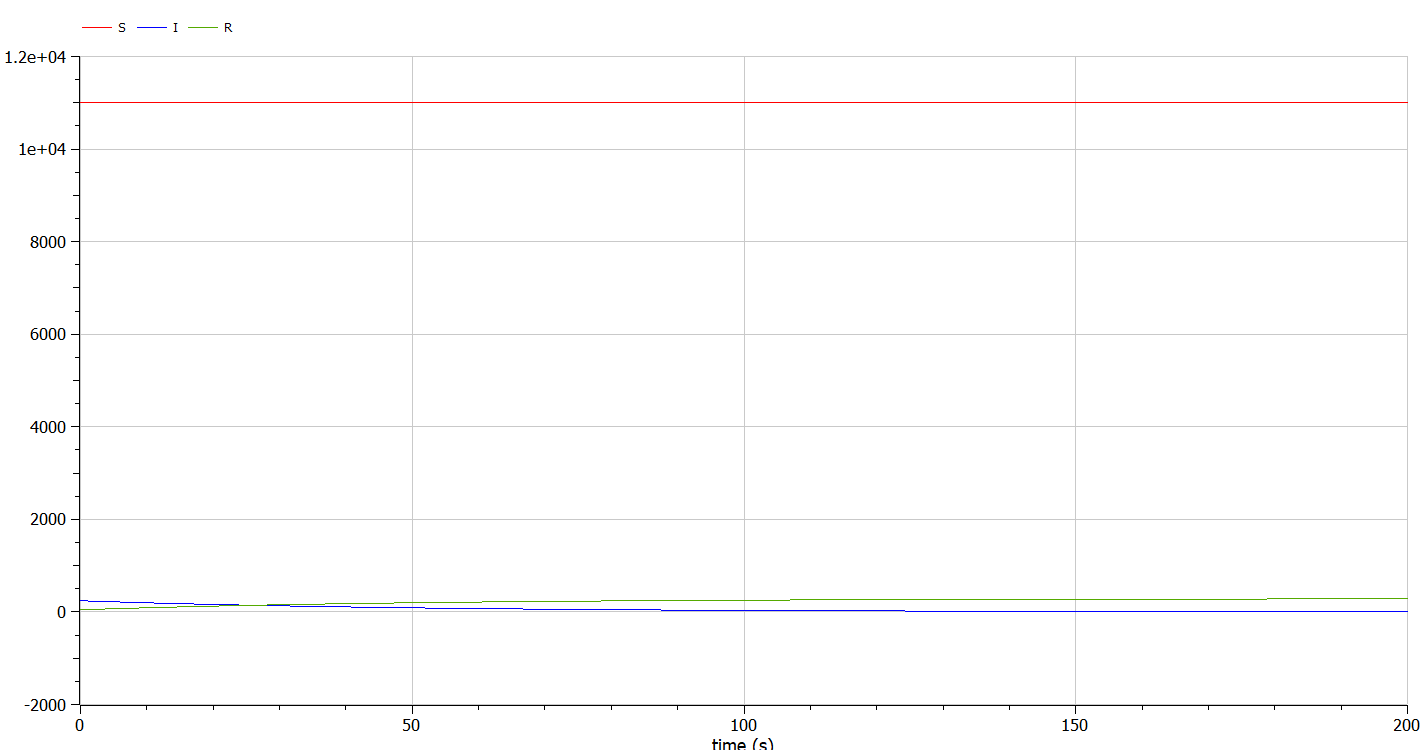


Рис. 2: Динамика изменения числа особей - Случай 1 (OpenModelica)

1. если

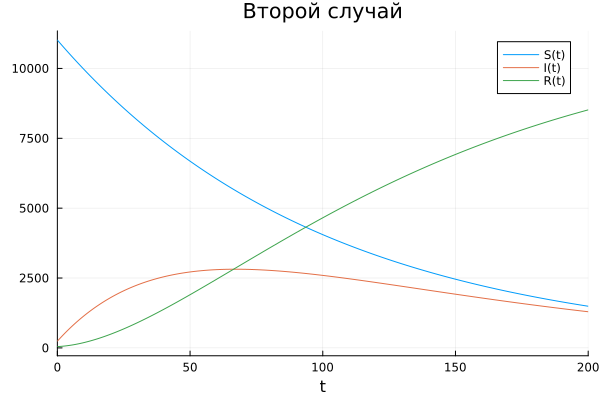


Рис. 3: Динамика изменения числа особей - Случай 2 (Julia)

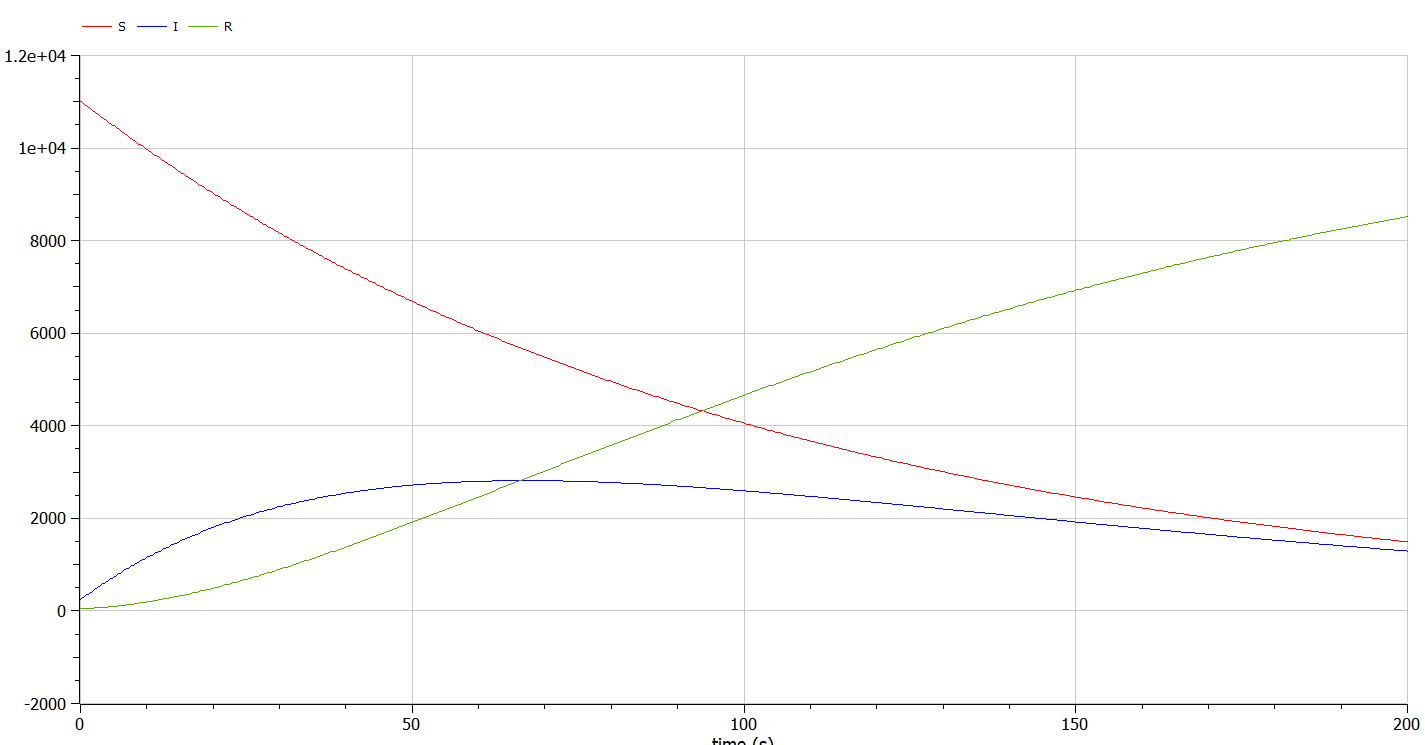


Рис. 4: Динамика изменения числа особей - Случай 2 (OpenModelica)

## 3.3 Код программы (Julia)

using Plots  
using DifferentialEquations  
  
a = 0.01; # коэффициент заболеваемости  
b = 0.02; # коэффициент выздоровления  
N = 11300; # общая численность популяции  
I0 = 240; # количество инфицированных особей в начальный момент времени  
R0 = 46; # количество здоровых особей с иммунитетом в начальныймомент времени  
S0 = N - I0 - R0; # количество восприимчивых к болезни особей в начальный момент времени  
  
x0 = [S0;I0;R0]; #начальные значения  
t = (0,200);  
  
#ПЕРВЫЙ СЛУЧАЙ  
  
  
# случай, когда I(0)<=I\*  
function F1(du, u, p, t)  
 du[1] = 0;  
 du[2] = - b\*u[2];  
 du[3] = b\*u[2];  
end  
  
prob = ODEProblem(F1, x0, t)  
sol = solve(prob)  
  
display(plot(sol, label=["S(t)" "I(t)" "R(t)"], title="Первый случай"))  
savefig("image1.png")  
  
  
#ВТОРОЙ СЛУЧАЙ  
# случай, когда I(0)>I\*  
function F2(du, u, p, t)  
 du[1] = - a\*u[1] ;  
 du[2] = a\*u[1] - b\*u[2];  
 du[3] = b\*u[2];  
end  
  
prob = ODEProblem(F2, x0, t)  
sol = solve(prob)  
  
display(plot(sol, label=["S(t)" "I(t)" "R(t)"], title="Второй случай"))  
savefig("image2.png")

## 3.4 Код программы (OpenModelica)

// ПЕРВЫЙ СЛУЧАЙ - случай, когда I(0)<=I\*  
  
model lab6  
  
parameter Real a = 0.01; // коэффициент заболеваемости  
parameter Real b = 0.02; // коэффициент выздоровления  
parameter Integer N = 11300; // общая численность популяции  
parameter Integer I0 = 240; // количество инфицированных особей в начальный момент времени  
parameter Integer R0 = 46; // количество здоровых особей с иммунитетом в начальныймомент времени  
parameter Integer S0 = N - I0 - R0; // количество восприимчивых к болезни особей в начальный момент времени  
  
//начальные значения  
Real S(start=S0);  
Real I(start=I0);  
Real R(start=R0);  
  
// случай, когда I(0)>I\*  
equation  
 der(S) = 0 ;  
 der(I) = - b\*I;  
 der(R) = b\*I;  
  
end lab6;

// ВТОРОЙ СЛУЧАЙ - случай, когда I(0)>I\*  
  
model lab6  
  
parameter Real a = 0.01; // коэффициент заболеваемости  
parameter Real b = 0.02; // коэффициент выздоровления  
parameter Integer N = 11300; // общая численность популяции  
parameter Integer I0 = 240; // количество инфицированных особей в начальный момент времени  
parameter Integer R0 = 46; // количество здоровых особей с иммунитетом в начальныймомент времени  
parameter Integer S0 = N - I0 - R0; // количество восприимчивых к болезни особей в начальный момент времени  
  
//начальные значения  
Real S(start=S0);  
Real I(start=I0);  
Real R(start=R0);  
  
// случай, когда I(0)>I\*  
equation  
 der(S) = - a\*S ;  
 der(I) = a\*S - b\*I;  
 der(R) = b\*I;  
  
end lab6;

# 4 Выводы

В результате проделанной лабораторной работы мы познакомились с моделем эпидемии. Проверили, как работает модель в различных ситуациях, показали динамику изменения числа людей в каждой из трех групп в каждом случае.

# 5 Список литературы

1. [Модель эпидемии](https://hal.science/hal-02509142v4/file/epidemie_ru.pdf)