

Лабораторная работа №6

Задача об эпидемии

Афтаева К.В.

18 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Афтаева Ксения Васильевна
- студент группы НПИбд-01-20
- Российский университет дружбы народов
- 1032201739@pfur.ru
- <https://github.com/KVAftaeva>

Вводная часть

- Необходим навык математического моделирования, которое является неизбежной составляющей научно-технического прогресса

- Модель эпидемии
- Julia
- OpenModelica

Рассмотреть простейшую модель эпидемии на примере задачи.

Задача:

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ($N = 16000$) в момент начала эпидемии ($t = 0$) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции) $I(0) = 116$, а число здоровых людей с иммунитетом к болезни $R(0) = 16$. Таким образом, число людей восприимчивых к болезни, но пока здоровых, в начальный момент времени $S(0) = N - I(0) - R(0)$.

Построить графики изменения числа особей в каждой из трех групп. Рассмотреть, как будет протекать эпидемия в случае:

1. если $I(0) \leq I^*$
2. если $I(0) > I^*$

- Julia
- OpenModelica

Выполнение работы

Если $I(0) \leq I^*$, то

\$\$

```
\begin{cases}
\frac{dS}{dt} = 0 \\
\\
\frac{dI}{dt} = -\beta I \\
\\
\frac{dR}{dt} = \beta I
\end{cases}
```

\$\$

Если $I(0) > I^*$

\$\$

```
\begin{cases}
\frac{dS}{dt} = -\alpha S \\
\\
\frac{dI}{dt} = \alpha S - \beta I \\
\\
\frac{dR}{dt} = \beta I
\end{cases}
```

\$\$

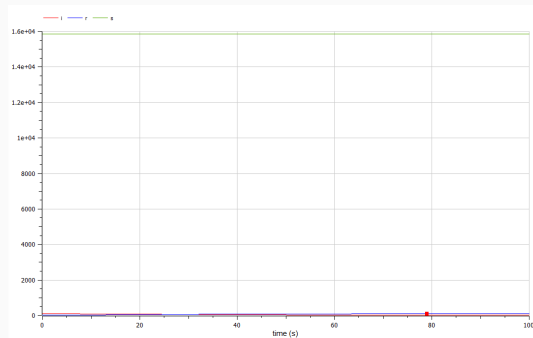
Написание кода для первого случая

Фрагмент кода на Julia и код на OpenModelica:

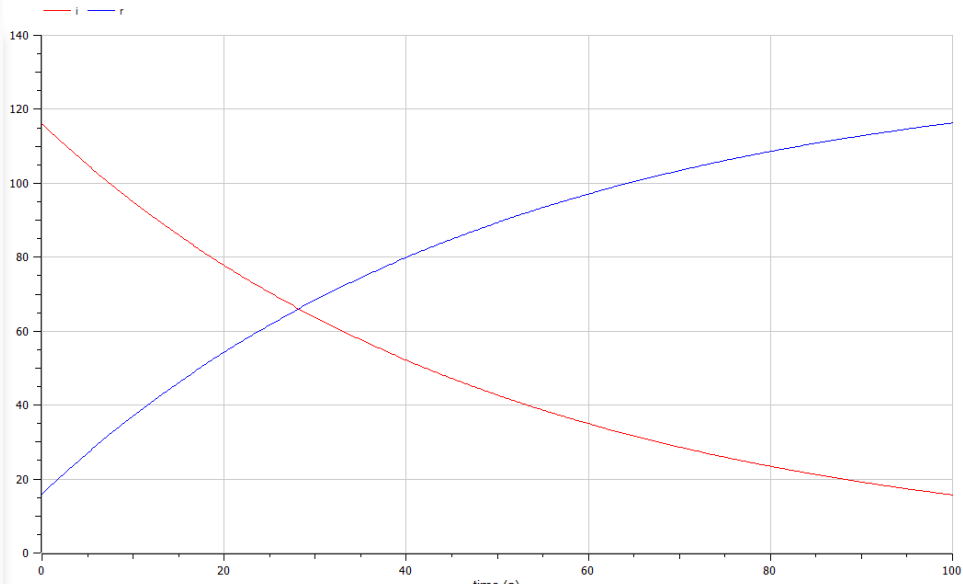
```
1 #подключаем модули
2 using Plots
3 using DifferentialEquations
4
5 #задаем начальные условия
6 N = 16000
7 I0 = 116
8 R0 = 16
9 S0 = N-I0-R0
10 a=0.01 #коэффициент заболеваемости
11 b=0.02 #коэффициент выздоровления
12
13 #состояние системы
14 u0 = [S0, I0, R0]
15 #отслеживаемый промежуток времени
16 time = [0.0, 100.0]
17
18 #сама система
19 function M!(du, u, p, t)
20     du[1] = 0
21     du[2] = -b*u[2]
22     du[3] = b*u[2]
23 end
24
25 prob = ODEProblem(M!, u0, time)
26 sol = solve(prob, saveat=0.1)
27
28 const S = Float64[]
29 const I = Float64[]
30 const R = Float64[]
31
32 for u in sol.u
33     s, i, r = u
34     push!(S, s)
```

```
1 model lr6
2     constant Integer n = 16000;
3     constant Integer i_0 = 116;
4     constant Integer r_0 = 16;
5     constant Integer s_0 = n-i_0-r_0;
6
7     constant Real a = 0.01;
8     constant Real b = 0.02;
9
10    Real s(start=s_0);
11    Real i(start=i_0);
12    Real r(start=r_0);
13
14    equation
15        der(s) = 0;
16        der(i) = -b*i;
17        der(r) = b*i;
18    end lr6;
19
```

Результаты для первого случая



Результаты, для первого случая



Написание кода для второго случая

Фрагмент кода на Julia и код на OpenModelica:

```
#подключаем модули
using Plots
using DifferentialEquations

#задаем начальные условия
N = 16000
I0 = 116
R0 = 16
S0 = N-I0-R0
a=0.01 #коэффициент заболеваемости
b=0.02 #коэффициент выздоровления

#состояние системы
u0 = [S0, I0, R0]
#отслеживаемый промежуток времени
time = [0.0, 100.0]

#сама система
function M!(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(M!, u0, time)
sol = solve(prob, saveat=0.1)

const S = Float64[]
const I = Float64[]
const R = Float64[]

for u in sol.u
    s, i, r = u
    push!(S,s)
```

```
model lr62
    constant Integer n = 16000;
    constant Integer i_0 = 116;
    constant Integer r_0 = 16;
    constant Integer s_0 = n-i_0-r_0;

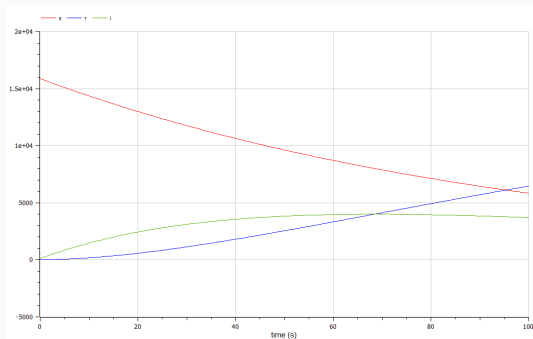
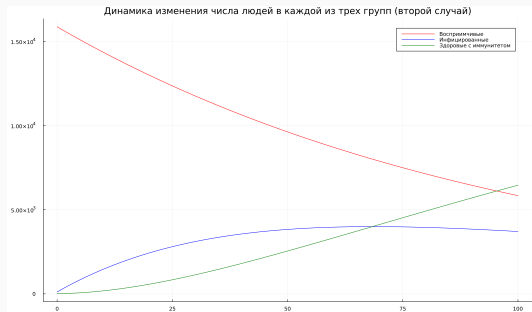
    constant Real a = 0.01;
    constant Real b = 0.02;

    Real s(start=s_0);
    Real i(start=i_0);
    Real r(start=r_0);

equation
    der(s) = -a*s;
    der(i) = a*s-b*i;
    der(r) = b*i;

end lr62;
```

Результаты для второго случая



Результаты

Рассмотрена простейшая модель эпидемии на примере задачи. Построены графики изменения числа особей в каждой из трех групп. Рассмотрено, как будет протекать эпидемия в случае:

1. если $I(0) \leq I^*$
2. если $I(0) > I^*$

Вывод

Я рассмотрела простейшую модель эпидемии. Выполнила задание согласно варианту: построила графики изменения числа особей в каждой из трех групп для двух случаев.