

Лабораторная работа № 6

Сулицкий Богдан Романович

2023, Москва

Целью данной работы является построение математической модели простейшую модель эпидемии SIR . После построить графики изменения численностей трех групп в двух случаях.

1. Изучить модель эпидемии
2. Построить графики изменения числа особей в каждой из трех групп. Рассмотреть, как будет протекать эпидемия в случае: $I(0) \leq I^*$, $I(0) > I^*$

Код на Julia - функции ОДУ и визуализации(@fig:001)

```
using PyPlot
using DifferentialEquations

range = (0, 100)
a = 0.01 # коэф. заболевания
b = 0.02 # коэф. выздоровления
N = 11700 # всего людей
I0 = 270 # изначально инфицированные
R0 = 49 # изначально с иммунитетом
S0 = N - I0 - R0 # изначально восприимчивых

function f1(du, u, p, t)
    du[1] = 0
    du[2] = -b*u[2]
    du[3] = b*u[2]
end

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

function draw(p)
    ax = PyPlot.axes()
    ax.set_title(p)
    ax.plot(time, s, color="red")
    ax.plot(time, i, color="blue")
    ax.plot(time, r, color="green")
    show()
end
```

Рис. 1: Код Julia - I часть

Код на Julia - решение ОДУ и вызов функции визуализации(@fig:002)

```
ode = ODEProblem(f1, [S0,I0,R0], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.02)
s = [u[1] for u in sol.u]
i = [u[2] for u in sol.u]
r = [u[3] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw("При  $I(0) \leq 0$ ")

ode = ODEProblem(f2, [S0,I0,R0], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.02)
s = [u[1] for u in sol.u]
i = [u[2] for u in sol.u]
r = [u[3] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw("При  $I(0) > 0$ ")
```

Результаты: (@fig:003@fig:004)

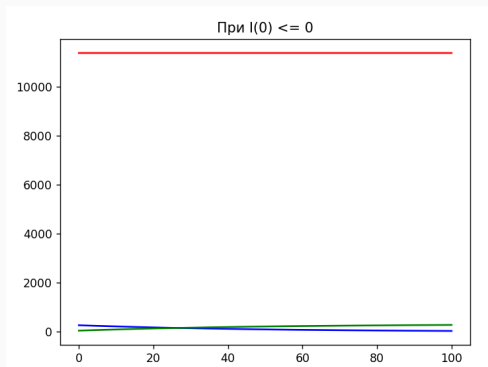


Рис. 3: Математическая модель - I случай

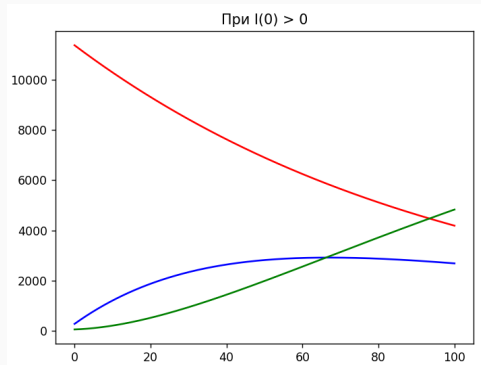


Рис. 4: Математическая модель - II случай

Код на OpenModelica(@fig:005-@fig:006)

```
model model_1

parameter Real a = 0.01;
parameter Real b = 0.02;
parameter Real N = 15500;
parameter Real I0 = 115;
parameter Real R0 = 15;
parameter Real S0 = N - I0 - R0;
Real S(start=S0);
Real I(start=I0);
Real R(start=R0);

equation
  // случай, когда I(0) <= I*
  der(S) = 0;
  der(I) = -b*I;
  der(R) = b*I;

  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 100, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.02));

end model_1;
```



```
model model_2

parameter Real a = 0.01;
parameter Real b = 0.02;
parameter Real N = 15500;
parameter Real I0 = 115;
parameter Real R0 = 15;
parameter Real S0 = N - I0 - R0;
Real S(start=S0);
Real I(start=I0);
Real R(start=R0);

equation
  // случай, когда I(0) > I*
  der(S) = -a*S;
  der(I) = a*S - b*I;
  der(R) = b*I;

  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 100, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.02));
end model_2;
```

Рис. 6: OpenModelica - II случай

Результаты: (@fig:007-@fig:008)

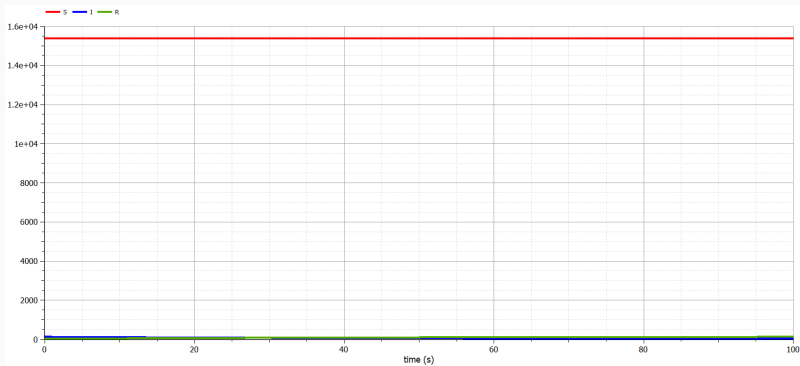


Рис. 7: Математическая модель - I случай

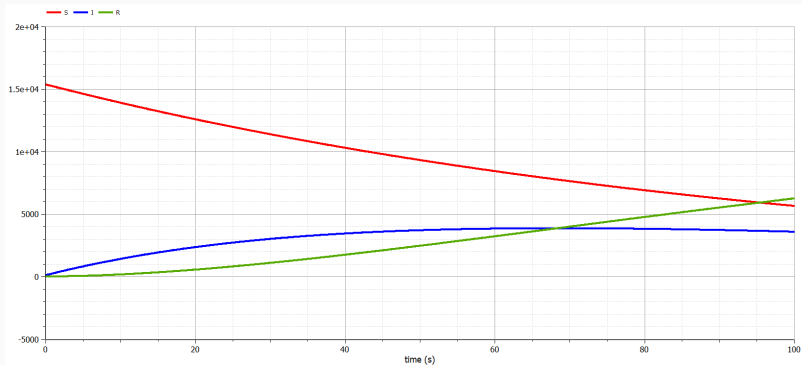


Рис. 8: Математическая модель - II случай

В ходе выполнения лабораторной работы была изучена простейшая модель эпидемии и построены графики на основе условий задачи и начальных данных, которые были описаны в варианте лабораторной работы.