

# Лабораторная работа №6

Задача об эпидемии

---

Сунгурова Мариян Мухсиновна

16 марта 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Сунгурова Мариян Мухсиновна
- НКНбд-01-21
- Российский университет дружбы народов

## Вводная часть

---

- Исследовать простейшую математическую модель эпидемии(SIR).

- Язык программирования `Julia`
- Библиотеки
  - `OrdinaryDiffEq`
  - `Plots`
- Язык программирования `OpenModelica`

## Выполнение лабораторной работы

---

Зададим функцию для решения модели эпидемии. Возьмем интервал  $t \in [0; 200]$  с начальными условиями  $N = 10850$ ,  $I(0)=209$ ,  $R(0)=42$ ,  $S(0)=N-I(0)-R(0)$ . Зададим функции для случаев если  $I(0) < I^*$  и если  $I(0) > I^*$ . Рассмотрим сначала реализацию в Julia. Зададим начальные условия и функции для двух случаев:



$R = 42$

$I = 209$

$N = 10850$

$S = N - R - I$

$p = [0.1, 0.05]$

$u0 = [S, I, R]$

$tspan = (0.0, 200.0)$

Функции для решения случаев  $I(0) > I^*$  и  $I(0) < I^*$

```
function sir!(du,u,p,t)
```

```
    b,g = p
```

```
    S, I, R = u
```

```
    N = S+I+R
```

```
    du[1] = -b*u[2]*u[1]/N
```

```
    du[2] = b*u[2]*u[1]/N - g*u[2]
```

```
    du[3] = g*u[2]
```

```
function sir_0!(du,u,p,t)
```

```
    b,g = p
```

```
    du[1] = 0
```

```
    du[2] = - g*u[2]
```

```
    du[3] = g*u[2]
```

```
end
```

Для задания проблемы используется функция `ODEProblem`, а для решения – численный метод `Tsit5()`:

```
prob = ODEProblem(sir!, u0, tspan, p)
```

```
solution = solve(prob, Tsit5())
```

```
plot(solution, label=["S", "I", "R"])
```

```
problem = ODEProblem(sir_0!,u0,tspan,p)
```

```
solution = solve(problem, Tsit5())
```

```
plot(solution, label=["S", "I", "R"])
```

Также зададим эту модель в OpenModelica. Модель для  $I(0) > I^*$ :

```
parameter Real N = 10850;
```

```
parameter Real b = 0.1;
```

```
parameter Real g = 0.05;
```

```
Real S(start = N - 209 - 42);
```

```
Real I(start = 209);
```

```
Real R(start = 42);
```

```
equation
```

```
der(S) = -b*S*I/N;
```

```
der(I) = b*S*I/N - g*I;
```

```
der(R) = g*I;
```

Модель случая  $I(0) < I^*$ :

```
parameter Real I_0 = 209;  
parameter Real R_0 = 42;  
parameter Real S_0 = 10599;  
parameter Real N = 10850;  
parameter Real b = 0.1;  
parameter Real c = 0.05;
```

```
Real S(start=S_0);  
Real I(start=I_0);  
Real R(start=R_0);
```

equation

```
der(S) = 0.
```

Посмотрим график изменения числа особей в каждой из трех групп при  $I(0) < I^*$  (рис. (fig:001?), (fig:002?)):

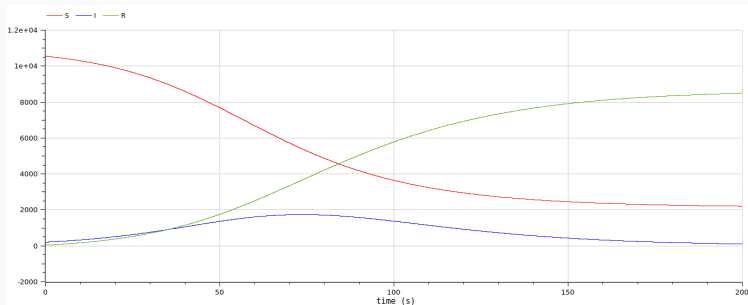


Рис. 1: График изменения числа особей для случая  $I(0) < I^*$ . OpenModelica



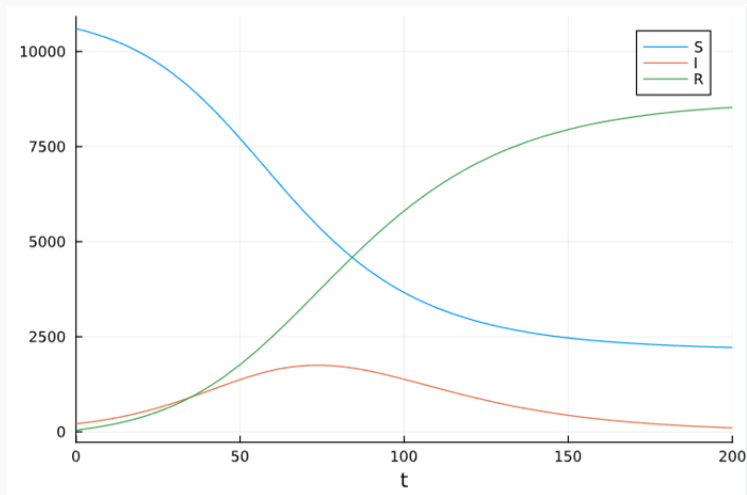


Рис. 2: График изменения числа особей для случая  $I(0) < I^*$ . Julia

Графики решений, полученные с помощью OpenModelica и Julia идентичны. Можно увидеть, что число здоровых не изменяется, так как в этом случае все заражённые изолированы. При это заражённые выздоравливают и приобретают иммунитет.

Посмотрим график изменения числа особей в каждой из трех групп при  $I(0) < I^*$  (рис. (fig:003?), (fig:004?)):

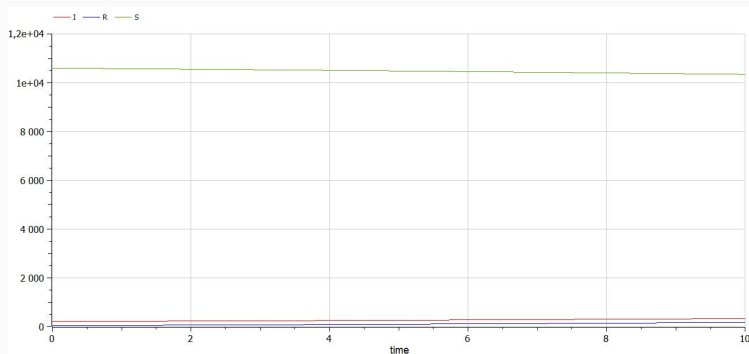


Рис. 3: График изменения числа особей для случая  $I(0) > I^*$ . OpenModelica

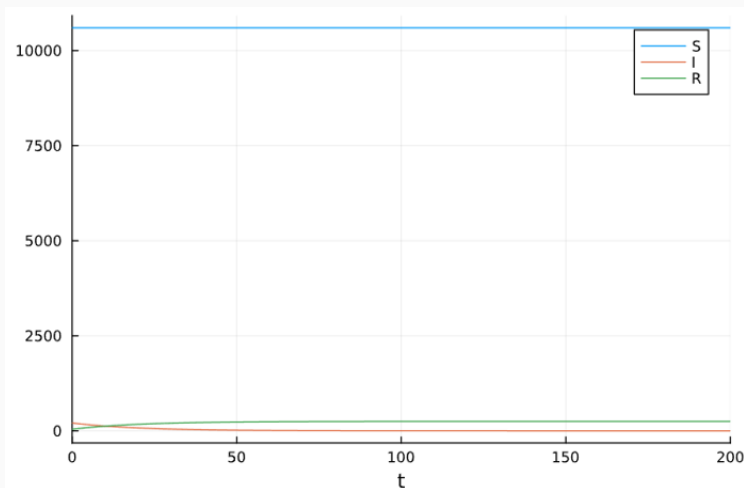


Рис. 4: График изменения числа особей для случая  $I(0) > I^*$ . Julia

## Выводы

---

Построили математическую модель эпидемии.