

# Лабораторная работа №6

Модель эпидемии

---

Губина О. В.

13 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Губина Ольга Вячеславовна
- студент(-ка) уч. группы НПИбд-01-20
- Российский университет дружбы народов
- 1032201737@pfur.ru
- <https://github.com/ovgubina>

## Вводная часть

---

- Необходимость навыков моделирования реальных математических задач, построение графиков.

- Простейшая модель эпидемии
- Языки для моделирования:
  - Julia
  - OpenModelica

- Построить графики изменения числа особей в каждой из трех групп: восприимчивые к болезни, но пока здоровые особи -  $S(t)$ ; инфицированные особи, которые также при этом являются распространителями инфекции -  $I(t)$ ;  $R(t)$  – здоровые особи с иммунитетом к болезни.
- Рассмотреть протекание эпидемия в двух различных случаях

- Языки для моделирования:
  - Julia
  - OpenModelica



## Процесс выполнения работы

---

$$\frac{dS}{dt} = \begin{cases} -\alpha S, & I(t) > I^* \\ 0, & I(t) \leq I^* \end{cases}$$

$$\frac{dI}{dt} = \begin{cases} \alpha S - \beta I, & I(t) > I^* \\ -\beta I, & I(t) \leq I^* \end{cases}$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta I$$

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ( $N = 14000$ ) в момент начала эпидемии ( $t = 0$ ) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции)  $I(0) = 114$ , а число здоровых людей с иммунитетом к болезни  $R(0) = 14$ . 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:

- если  $I(t) \leq I^*$
- если  $I(t) > I^*$

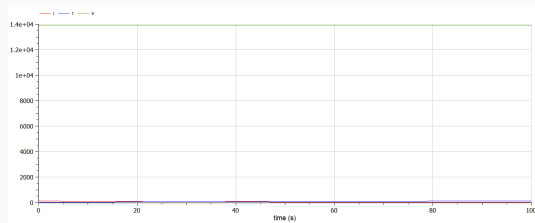
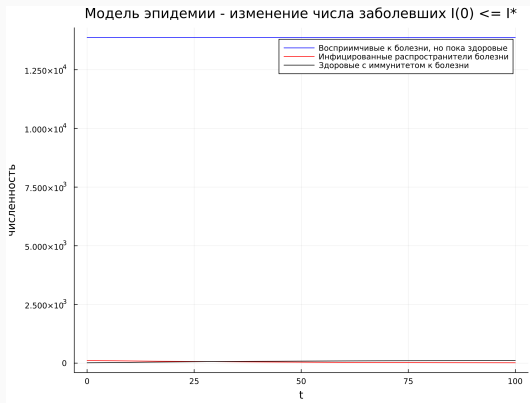
## Первый случай $I(t) \leq I^*$ - код на Julia

```
1 using Plots
2 using DifferentialEquations
3
4 "Условия:"
5 N = 14000
6
7 I_0 = 114
8 R_0 = 14
9 S_0 = N - I_0 - R_0
10
11 u_0 = [S_0, I_0, R_0]
12 T = (0.0, 100.0) # отслеживаемый промежуток времени
13
14 a = 0.01 # alpha
15 b = 0.02 # beta
16
17 function F!(du, u, p, t)
18     du[1] = 0
19     du[2] = - b * u[2]
20     du[3] = b * u[2]
21 end
22
23 prob = ODEProblem(F!, u_0, T)
24 sol = solve(prob, saveat = 0.05) # обозначили шаг
25
26 const S = Float64[]
27 const I = Float64[]
28 const R = Float64[]
29
30 for u in sol.u
31     s, i, r = u
32     push!(S, s)
33     push!(I, i)
34     push!(R, r)
35 end
```

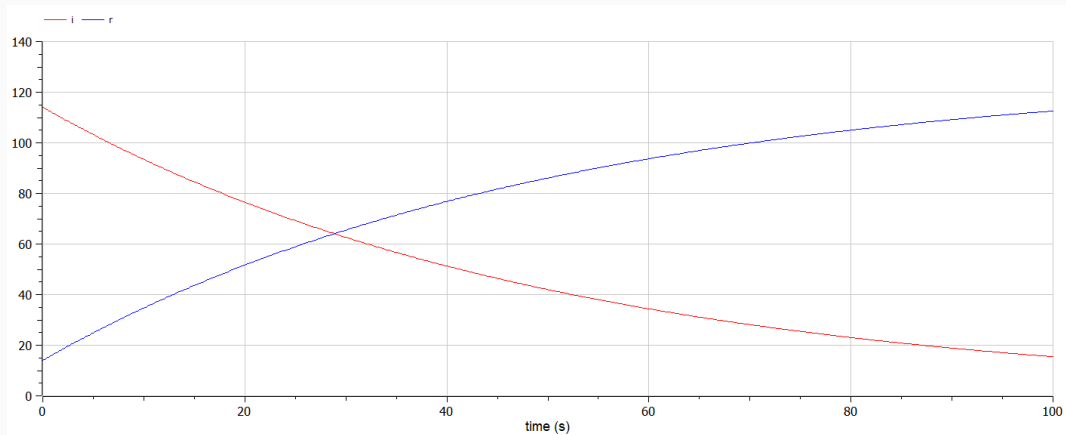
## Первый случай $I(t) \leq I^*$ - код на OpenModelica

```
1 model lab06_1
2   constant Integer N = 14000;
3   constant Integer I_0 = 114;
4   constant Integer R_0 = 14;
5   constant Integer S_0 = N-I_0-R_0;
6   constant Real a = 0.01;
7   constant Real b = 0.02;
8   Real s(start=S_0);
9   Real i(start=I_0);
10  Real r(start=R_0);
11  Real t = time;
12  equation
13    der(s) = 0;
14    der(i) = -b*i;
15    der(r) = b*i;
16  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 100.0),
17    Documentation);
18 end lab06_1;
19
```

## Первый случай $I(t) \leq I^*$ - графики



## Первый случай $I(t) \leq I^*$ - графики



## Второй случай $I(t) > I^*$ - код на Julia

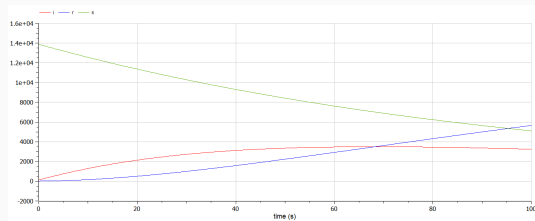
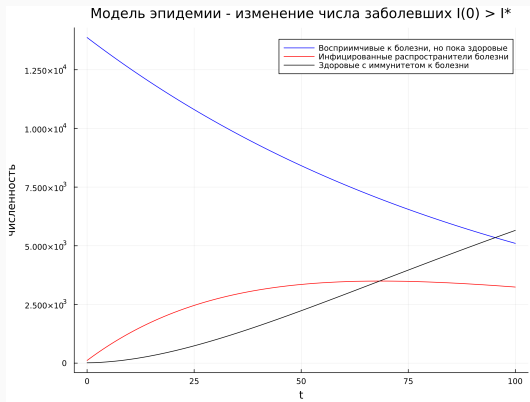
```
1 using Plots
2 using DifferentialEquations
3
4 "Условия:"
5 N = 14000
6
7 I_0 = 114
8 R_0 = 14
9 S_0 = N - I_0 - R_0
10
11 u_0 = [S_0, I_0, R_0]
12 T = (0.0, 100.0) # отслеживаемый промежуток времени
13
14 a = 0.01 # alpha
15 b = 0.02 # beta
16
17 function F!(du, u, p, t)
18     du[1] = - a * u[1]
19     du[2] = a * u[1] - b * u[2]
20     du[3] = b * u[2]
21 end
22
23 prob = ODEProblem(F!, u_0, T)
24 sol = solve(prob, saveat = 0.05) # обозначили шаг
25
26 const S = Float64[]
27 const I = Float64[]
28 const R = Float64[]
29
30 for u in sol.u
31     s, i, r = u
32     push!(S, s)
33     push!(I, i)
34     push!(R, r)
35 end
36
```



## Второй случай $I(t) > I^*$ - код на OpenModelica

```
1 model lab06_2
2   constant Integer N = 14000;
3   constant Integer I_0 = 114;
4   constant Integer R_0 = 14;
5   constant Integer S_0 = N-I_0-R_0;
6   constant Real a = 0.01;
7   constant Real b = 0.02;
8   Real s(start=S_0);
9   Real i(start=I_0);
10  Real r(start=R_0);
11  Real t = time;
12  equation
13    der(s) = -a*s;
14    der(i) = a*s-b*i;
15    der(r) = b*i;
16  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 100.0),
17    Documentation);
18 end lab06_2;
```

## Второй случай $I(t) > I^*$ - графики



## Результаты работы

---

- Построила графики изменения числа особей в каждой из трех групп задачи об эпидемии
- Рассмотрела протекание эпидемия в двух различных случаях

## Вывод

---

Смоделировала задачу об эпидемии по средством языков программирования Julia и OpenModelica