

# Презентация к лабораторной работе 6

## Модель эпидемии SIR

---

Саттарова В. В.

18 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

# **Вводная часть**

---

Для моделирования распространения инфекционных заболеваний повсеместно используется классическая модель SIR. Она удобна тем, что является простой и базовой для других моделей. Для построения модели эпидемии SIR необходимо решить систему дифференциальных уравнений, которые широко распространены при описании многих естественно научных объектов. Для визуализации результатов необходимо также построить графики. Построение таких моделей и графиков на Julia и OpenModelica - популярных для решения научных задач языках программирования, позволит получить навыки построения моделей на этих языках с использованием дифференциальных уравнений, а также навыки построения различных графиков.

Построение модели эпидемии SIR и графиков результатов в двух случаях:

- число инфицированных не превышает критическое значение и больные не заражают восприимчивых;
- число инфицированных превышает критическое значение и больные заражают восприимчивых.

- Построить модель на Julia.
- Построить модель на OpenModelica.
- Проанализировать результаты.

- Julia (REPL)
- Jupiter Notebook (IJulia)
- OpenModelica Connection Editor
- Курс на ТУИС “Математическое моделирование”

## **Содержание исследования**

---

## Вариант 66

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ( $N=10\ 098$ ) в момент начала эпидемии ( $t=0$ ) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции)  $I(0)=78$ , А число здоровых людей с иммунитетом к болезни  $R(0)=13$ . 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:

1) если  $I(0) \leq I^*$

2) если  $I(0) > I^*$



# Написание кода задачи Julia

```
using DifferentialEquations
using Plots

N = 10098
I0 = 78
R0 = 13
S0 = N - I0 - R0

a = 0.4
b = 0.2

function F1(du, u, p, t)
    s, i, r = u
    du[1] = 0
    du[2] = -b*u[2]
    du[3] = b*u[2]
end

function F2(du, u, p, t)
    s, i, r = u
    du[1] = -a*u[1]
    du[2] = a*u[1] - b*u[2]
    du[3] = b*u[2]
end

# Задача
prob1 = ODEProblem(F1, [S0, I0, R0], (0.0, 35.0))
prob2 = ODEProblem(F2, [S0, I0, R0], (0.0, 35.0))

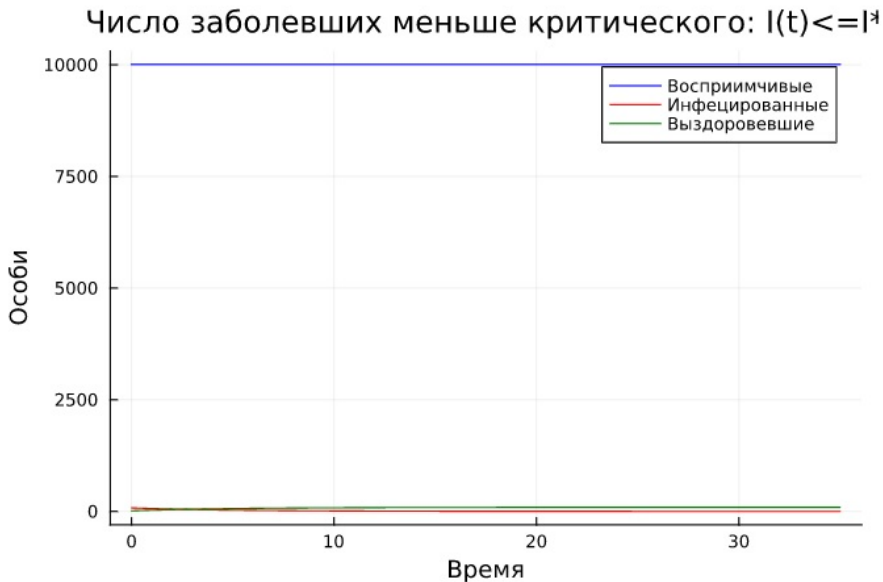
# Решение задачи
sol1 = solve(
    prob1,
    dtmax=0.1
)
sol2 = solve(
    prob2,
    dtmax=0.1
)

S1 = [u[1] for u in sol1.u]
I1 = [u[2] for u in sol1.u]
R1 = [u[3] for u in sol1.u]

S2 = [u[1] for u in sol2.u]
I2 = [u[2] for u in sol2.u]
R2 = [u[3] for u in sol2.u]
```

# Написание кода для графика Julia

```
plt1 = plot(  
    dpi=300,  
    title="Число заболевших меньше критического:  $I(t) \leq I^*$ ",  
    legend=true)  
  
plot!(  
    plt1,  
    sol1.t,  
    S1,  
    xlabel="Время",  
    ylabel="Особи",  
    label="Восприимчивые",  
    color=:blue)  
  
plot!(  
    plt1,  
    sol1.t,  
    I1,  
    label="Инфицированные",  
    color=:red)  
  
plot!(  
    plt1,  
    sol1.t,  
    R1,  
    label="Выздоровевшие",  
    color=:green)  
  
plt1
```



## Написание кода OpenModelica

```
1  model lab62
2  Real s;
3  Real i;
4  Real r;
5  Real N = 10098;
6  Real a = 0.4;
7  Real b = 0.2;
8  initial equation
9  i = 78;
10 r = 13;
11 s = N - i - r;
12 equation
13 der(s) = -a*s;
14 der(i) = a*s-b*i;
15 der(r) = b*i;
16 end lab62;
```

# График решения OpenModelica

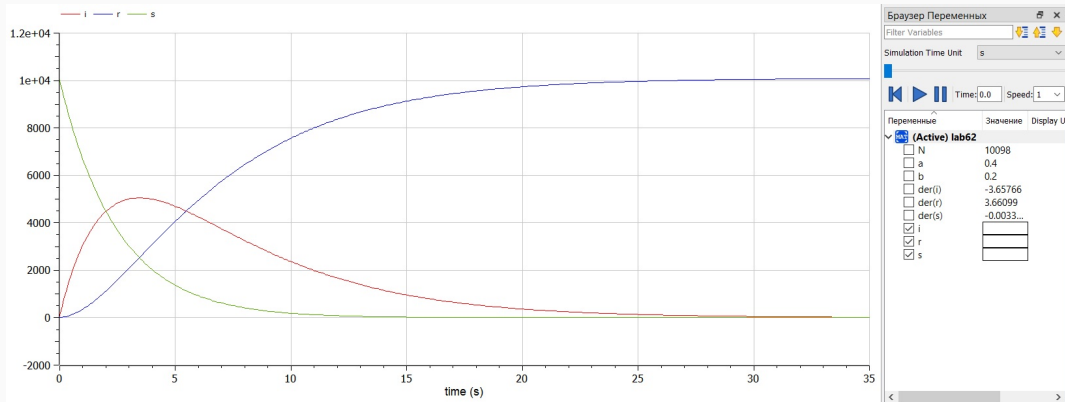


Рис. 6: Пример графика OpenModelica

## Результаты работы

---

## Результаты работы

- Построена модель эпидемии SIR на Julia и графики изменения по времени количеств восприимчивых, заражённых и выздоровевших в двух случаях: когда число инфицированных не превышает критическое значение и больные не заражают восприимчивых и когда число инфицированных превышает критическое значение и больные заражают восприимчивых.
- Построены модель эпидемии SIR на OpenModelica и графики изменения по времени количеств восприимчивых, заражённых и выздоровевших в двух случаях: когда число инфицированных не превышает критическое значение и больные не заражают восприимчивых и когда число инфицированных превышает критическое значение и больные заражают восприимчивых.
- Было проведено сравнение результатов: результаты идентичны, однако реализация различается в силу особенностей языков.