

# Лабораторная работа №6

## Задача об эпидемии

---

Ильин А.В.

17 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

# Информация

---

- Ильин Андрей Владимирович
- НФИбд-01-20
- 1032201656
- Российский Университет Дружбы Народов
- 1032201656@pfur.ru
- <https://github.com/av-ilin>



# Вводная часть

---

- Приобрести необходимые в современном научном сообществе навыки моделирования задач.
- Освоить средства моделирования, такие как Julia и OpenModelica

- Язык программирования Julia
- OpenModelica
- Модель эпидемии (изменная модель SIR).

- Рассмотреть модель эпидемии.
- построить данную модель средствами OpenModelica и Julia.

На одном острове вспыхнула эпидемия. Известно, что из всех проживающих на острове ( $N = 15089$ ) в момент начала эпидемии ( $t = 0$ ) число заболевших людей (являющихся распространителями инфекции)  $I(0) = 95$ , А число здоровых людей с иммунитетом к болезни  $R(0) = 45$ . 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  $I(0) > I^*$

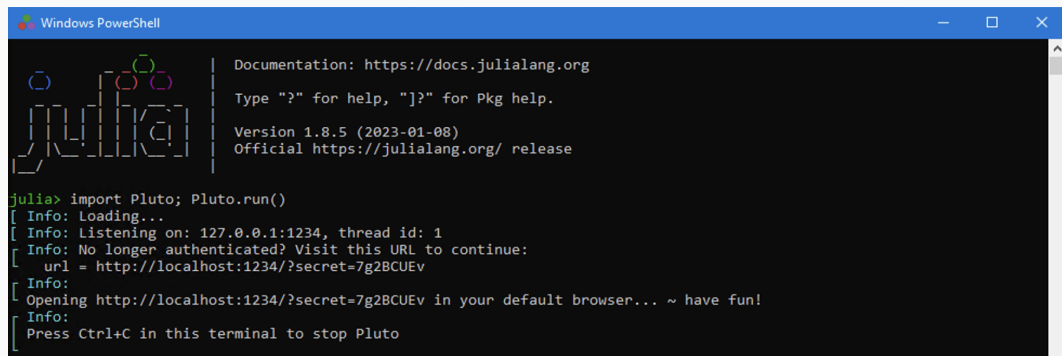


- Julia, Pluto
- Modelica, OMEdit

## **Выполнение работы**

---

# Julia. Pluto.



```
Windows PowerShell

julia> Documentation: https://docs.julialang.org
Type "?" for help, "]?" for Pkg help.

Version 1.8.5 (2023-01-08)
Official https://julialang.org/ release

julia> import Pluto; Pluto.run()
[ Info: Loading...
[ Info: Listening on: 127.0.0.1:1234, thread id: 1
[ Info: No longer authenticated? Visit this URL to continue:
url = http://localhost:1234/?secret=7g2BCUEv
[ Info:
Opening http://localhost:1234/?secret=7g2BCUEv in your default browser... ~ have fun!
[ Info:
Press Ctrl+C in this terminal to stop Pluto
```

Рис. 1: Julia. Запуск Pluto

# Julia. Скрипт (1)

```
• using Plots ✓
```

```
• using DifferentialEquations ✓
```

```
► [14949, 95, 45]
```

```
• begin
•     const alpha = 0.30
•     const beta = 0.70
•     const I_crit = 64
•     # const I_crit = 128
•
•     const N = 15089
•     const I0 = 95
•     const R0 = 45
•     const S0 = N - I0 - R0
•
•     const t = (0, 30)
•     u0 = [S0, I0, R0]
• end
```

```
SIR! (generic function with 1 method)
```

```
• function SIR!(du, u, p, t)
•     if u[2] > I_crit
•         du[1] = - alpha * u[1]
•         du[2] = alpha * u[1] - beta * u[2]
•     else
•         du[1] = 0
•         du[2] = - beta * u[2]
•     end
•     du[3] = beta * u[2]
• end
```

## Julia. Скрипт (2)

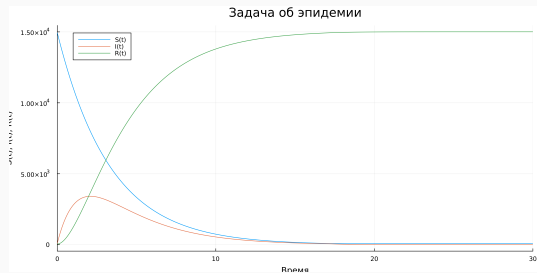
```
begin
    prob = ODEProblem(SIR!, u0, t)
    sol = solve(prob)

    plt = plot(
        sol,
        dpi=500,
        size=(1024, 512),
        plot_title="Задача об эпидемии",
        xlabel="Время",
        ylabel="S(t), I(t), R(t)",
        label=["S(t)" "I(t)" "R(t)"])

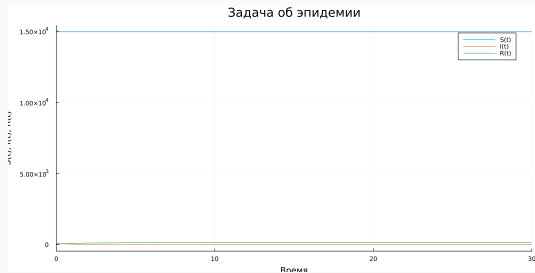
    savefig(plt, "artifacts/JL.lab06-01.png")
    # savefig(plt, "artifacts/JL.lab06-02.png")
    println("Success")
end
```

Рис. 3: Julia. Скрипт (2). Задача об эпидемии ( $I(0) > I^*$ )

# Julia. Модель (1)



**Рис. 4:** Julia. Модель. Задача об эпидемии ( $I(0) > I^*$ )

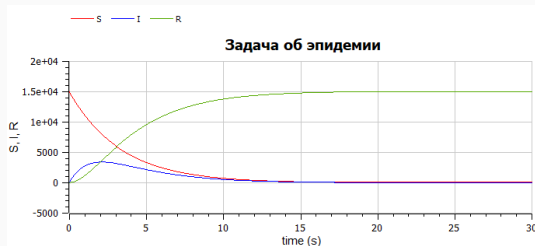


**Рис. 5:** Julia. Модель. Задача об эпидемии ( $I(0) \leq I^*$ )

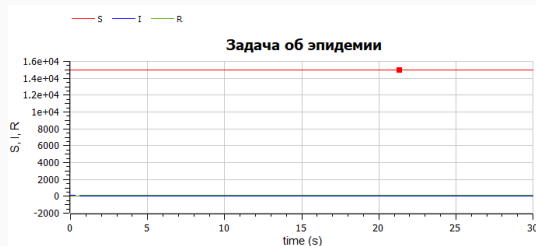
# Modellica. Скрипт

```
1 model lab06
2   constant Real alpha = 0.30;
3   constant Real beta = 0.70;
4   constant Integer N = 15089;
5   constant Integer I_crit = 64;
6   //constant Integer I_crit = 128;
7
8   Real t = time;
9   Real S(t);
10  Real I(t);
11  Real R(t);
12  initial equation
13    I = 95;
14    R = 45;
15    S = N - I - R;
16  equation
17    if I > I_crit then
18      der(S) = - alpha * S;
19      der(I) = alpha * S - beta * I;
20    else
21      der(S) = 0;
22      der(I) = - beta * I;
23    end if;
24    der(R) = beta * I;
25  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 30, Interval = 0.05));
26 end lab06;
```

# Modellica. Модель (1)



**Рис. 7:** Modellica. Модель. Задача об эпидемии ( $I(0) > I^*$ )



**Рис. 8:** Modellica. Модель. Задача об эпидемии ( $I(0) \leq I^*$ )



## Результаты

---

Мы улучшили практические навыки в области дифференциальных уравнений, улучшили навыки моделирования на Julia, а также навыки моделирования на OpenModelica. Изучили видоизмененную модель заражения SIR и решили при ее помощи задачу об эпидемии.

**Спасибо за внимание!**