

# Лабораторная работа №6

## Задача об эпидемии

---

Абу Сувейлим Мухаммед Мунирачи

16 марта 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Абу Сувейлим Мухаммед Мунифович
- студент, НКНбд-01-21
- Российский университет дружбы народов
- 103221315@pfur.ru

## Вводная часть

---

- Модель SIR была недавно использована для прогнозирования пандемии COVID-19.

- Объектом и предметом исследования является Задача об эпидемии, именно модель SIR, как модель распространения инфекционных заболеваний.

1. Целью работы является познакомиться с простейшую модель эпидемии и проанализировать её.
2. Построить графики изменения числа особей в каждой из трех групп S, I и R в случае;
  - если  $I(0) \leq I^*$ ;
  - если  $I(0) > I^*$ .
3. Описать код программы на Julia и OpenModelica

- Жумартова Б.О., Ысмагул Р.С. ПРИМЕНЕНИЕ SIR МОДЕЛИ В МОДЕЛИРОВАНИИ ЭПИДЕМИЙ // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. №12-2.
- Денисова Юлия Сергеевна Цепочки распространения эпидемиологических процессов в разных странах: дис. ПМИ наук: 01.04.02. - СПб., 2023. - 88 с.
- Julia Documentation. (дата обращения: 16.03.2024)



## Теоретическое введение

---

- Наиболее распространенной эпидемиологической моделью является модель SIR, разработанная Россом, Хеймером и другими исследователями в начале двадцатого века, состоящая из системы трех связанных нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений.

- В модели SIR люди делятся на три типа:
  - Восприимчивые (Susceptible): это агенты, которые являются восприимчивыми к инфекции, то есть те, кто может заболеть; также сюда могут входить пассивно невосприимчивые, как только они теряют иммунитет.
  - Инфицированные (Infected): это агенты, у которых высокая вероятность передачи инфекции другим восприимчивым агентам;
  - Выздоровевший или выбывший (Recovered/Resistant): включает агентов, которые были инфицированы и выздоровели, либо умерли.

. Скорость изменения числа  $S(t)$  меняется по следующему закону:

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

2. Скорость изменения числа инфекционных особей

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

3. Скорость изменения выздоравливающих особей

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

## Моделирование на Julia

---

#начальные значения

alpha = 0.01 #коэффициент заболеваемости

beta = 0.02 #коэффициент выздоровления

N = 12400 #общая численность популяции

I0 = 150 #количество инфицированных особей в начальный момент времени

R0 = 55 #количество здоровых особей с иммунитетом в начальный момент времени

S0 = N - I0 - R0 #количество восприимчивых к болезни особей в начальный момент времени

```
#случай, когда  $I(0) \leq I^*$   
function caseOne(du, u, p, t)  
    S, I, R = u  
    du[1] = 0  
    du[2] = -beta * u[2]  
    du[3] = beta * u[2]  
end
```

#интервал времени и начальные значения

tspan = (0, 60)

u0 = [S0, I0, R0]



#интервал времени и начальные значения

tspan = (0, 100)

u0 = [S0, I0, R0]

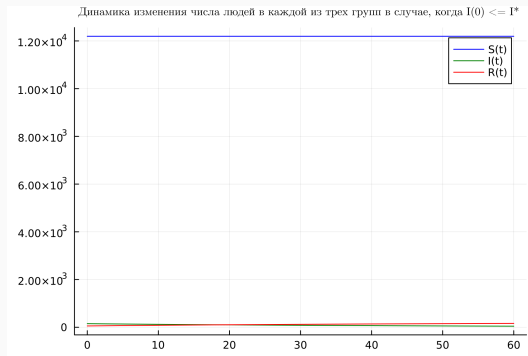
```
prob = ODEProblem(caseOne, u0, tspan)
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
```

## Результаты

---

## Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп в случае, когда $I(t) \leq I^*$

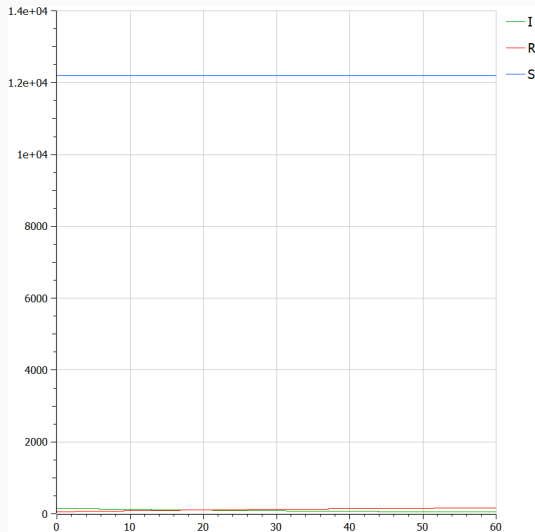
- Получуный график если  $I(0) \leq I^*$  на Julia.



**Figure 1:** Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп в случае, когда  $I(t) \leq I^*$ , с начальными условиями  $I(0)=150$ ,  $R(0)=55$ ,  $S(0)=12195$  на Julia

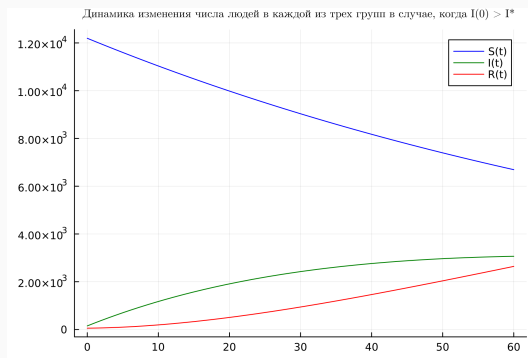
## Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп в случае, когда $I(t) \leq I^*$

- Получуный график если  $I(0) \leq I^*$  в OpenModelica.



## Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп в случае, когда $I(t) > I^*$

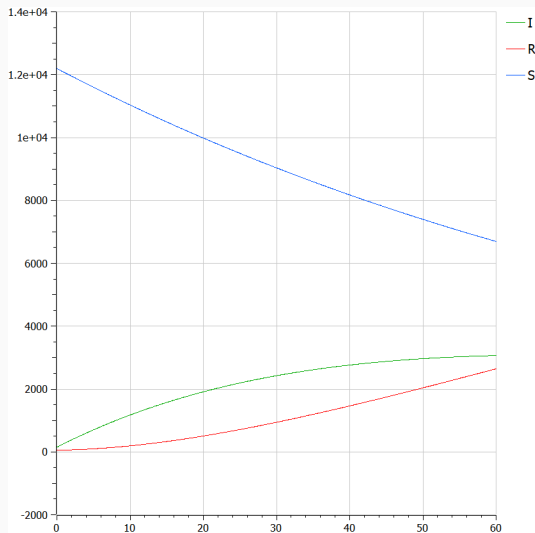
- Получуный график если  $I(0) > I^*$  на Julia. Интервал времени от 0 до 60.



**Figure 3:** Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп в случае, когда  $I(t) \leq I^*$ , с начальными условиями  $I(0)=150$ ,  $R(0)=55$ ,  $S(0)=12195$  на Julia

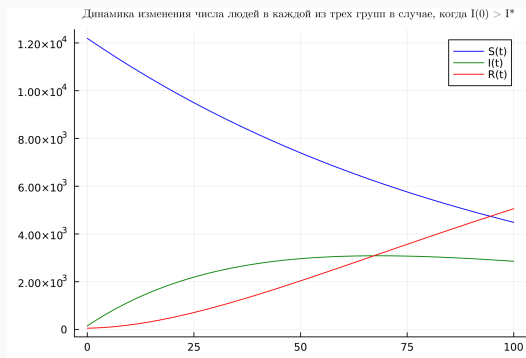
## Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп в случае, когда $I(t) > I^*$

- Получуный график если  $I(0) > I^*$  в OpenModelica. Интервал времени от 0 до 60.



## Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп в случае, когда $I(t) > I^*$

- Получуный график если  $I(0) > I^*$  на Julia. Интервал времени от 0 до 100.



**Figure 5:** Динамика изменения числа людей в каждой из трех групп в случае, когда  $I(t) \leq I^*$ , с начальными условиями  $I(0)=150$ ,  $R(0)=55$ ,  $S(0)=12195$  на Julia



- Мы видим, что количество восприимчивых  $S$  со времен уменьшается, число переболевших увеличивается  $R$ , а число зараженных  $I$  также увеличивается, но темп роста уменьшается.
- Один из минусов модели SIR - вероятность вакцинации населения не рассматривается.