

# Лабораторная работа 5

## Модель эпидемии (SIR)

---

Абу Сувейлим Мухаммед Мунирачи

11 мая 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Абу Сувейлим Мухаммед Мунифович
- студент, НКНбд-01-21
- Российский университет дружбы народов
- 1032215135@pfur.ru

## Вводная часть

---

Цели:

- Приобретение навыков математического моделирования в xcos, modelica и OpenModelica.

В дополнение к предположениям, которые были сделаны для модели SIR (5.1), предположим, что учитываются демографические процессы, в частности, что смертность в популяции полностью уравнивает рождаемость, а все рожденные индивидуумы появляются на свет абсолютно здоровыми.

Тогда получим следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \dot{s} = -\beta s(t)i(t) + \mu(N - s(t)); \\ \dot{i} = \beta s(t)i(t) - \nu i(t) - \mu i(t); \\ \dot{r} = \nu i(t) - \mu r(t), \end{cases}$$

где  $\mu$  — константа, которая равна коэффициенту смертности и рождаемости.

Требуется:

- реализовать модель SIR с учётом процесса рождения / гибели особей в xcos (в том числе и с использованием блока Modelica), а также в OpenModelica;
- построить графики эпидемического порога при различных значениях параметров модели (в частности изменяя параметр  $\mu$ );
- сделать анализ полученных графиков в зависимости от выбранных значений параметров модели.



- Xcos (через Scilab), modelicd (в Xcos), OpenModelica.
- Королькова, А. В. Моделирование информационных процессов : учебное пособие / А. В. Королькова, Д. С. Кулябов. - М. : РУДН, 2014. – 191 с. : ил. [1]
- Жумартова Б. О. Ж.Б.О. ПРИМЕНЕНИЕ SIR МОДЕЛИ В МОДЕЛИРОВАНИИ ЭПИДЕМИЙ // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. Т. 63, № 12-2. С. 6–9. [2]

## Теоретическое введение

---

Модель SIR (модель Кермака Маккедрика) – одна из простейших компартментных моделей, в которых с помощью систем дифференциальных уравнений описывается динамика групп восприимчивых, инфицированных и выздоровевших индивидов. Многие модели являются производными от этой базовой формы. Модель состоит из трех «ячеек». S: количество лиц, восприимчивые к инфекции, то есть, те люди, которые не имеют иммунитета к данному вирусу и потенциально могут заразиться. I: число инфицированных в некоторый момент времени. Это инфицированные люди, способные заразить восприимчивых людей. R: количество людей, которые переболели, имеют иммунитет, или число умерших лиц [2].

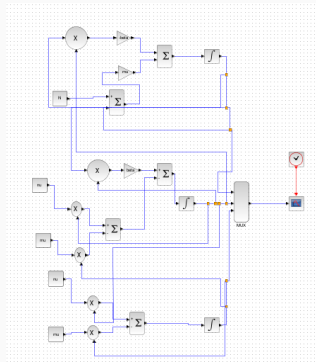
## Выполнение работы

---

1. Во-первых, я открыл scilab.
2. Далее, я открыл, через инструменты, Визуальное моделирование Xcos.

3. В Xcos я добавил регистратор CSCOPE, мультиплексер MUX, три блока интегрирования GAINBLK\_f — в данном случае позволяет задать значения коэффициентов  $\beta$  и  $\nu$ ; SUMMATION - блок суммирования, PROD\_f — поэлементное произведение двух векторов на входе блока, и запуск часов модельного времени CLOCK\_c.

4. Ниже на рис. 7 показано схема модели:



**Figure 1:** Схема второй модели в xcos

## 5. Константы по мимо N=10:

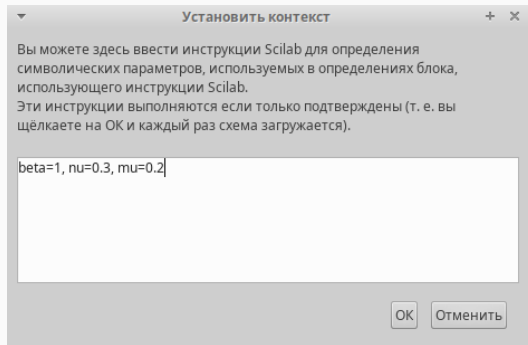
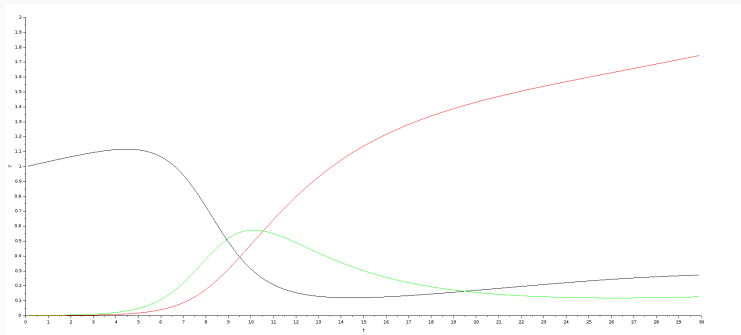


Figure 2: Константы



6. Получаем следующий график в xcos:



**Figure 3:** График второй модели в xcos

## 7. Код второй модели в modelica:

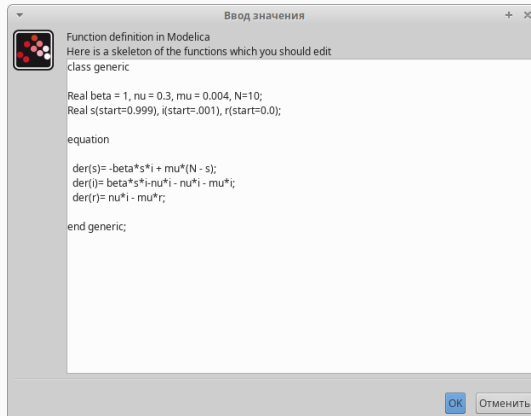


Figure 4: Код второй модели в modelica

## 8. Папараметры моделирования:

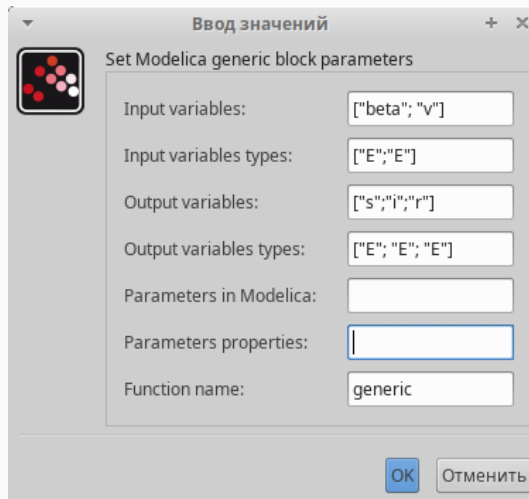


Figure 5: Папараметры моделирования второй модели в modelica

9. Получаем следующий график в modelica:

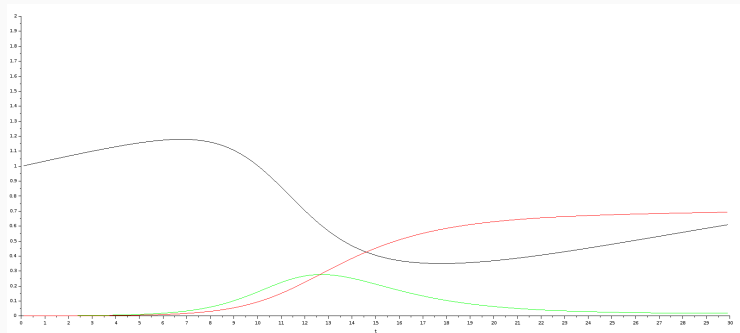
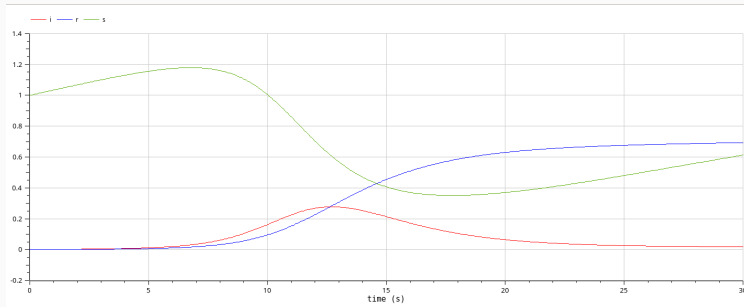


Figure 6: График второй модели в modelica

10. Код модели 2 в OpenModelica:

```
model SIR_model_02
  Real beta = 1, nu = 0.3, mu = 0.004, N=10;
  Real s(start=0.999), i(start=.001), r(start=0.0);
  equation
    der(s)= -beta*s*i + mu*(N - s);
    der(i)= beta*s*i-nu*i - nu*i - mu*i;
    der(r)= nu*i - mu*r;
end SIR_model_02;
```

10. Получаем следующей график в OpenModelica:



**Figure 7:** График второй модели в OpenModelica

- Изучали как работать с хосс, modelica и OpenModelica. [1]