

# **Лабораторная работа №5**

**Модель эпидемии (SIR)**

Шияпова Дарина Илдаровна

# Содержание

<b>1</b>	<b>Цель работы</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Задание</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Выполнение лабораторной работы</b>	<b>6</b>
3.1	Реализация модели в xcoss . . . . .	6
3.2	Реализация модели с помощью блока Modelica в xcoss . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Выводы</b>	<b>13</b>

## Список иллюстраций

3.1	Задание переменных окружения в xcos . . . . .	7
3.2	Модель SIR в xcos . . . . .	8
3.3	Задание начальных значений в блоках интегрирования . . . . .	8
3.4	Задание начальных значений в блоках интегрирования . . . . .	9
3.5	Задание конечного времени интегрирования в xcos . . . . .	9
3.6	Эпидемический порог модели SIR при $\beta = 1, \nu = 0.3$ . . . . .	10
3.7	Модель SIR в xcos с применением блока Modelica . . . . .	10
3.8	Параметры блока Modelica для модели SIR . . . . .	11
3.9	Параметры блока Modelica для модели SIR . . . . .	12
3.10	Эпидемический порог модели SIR при $\beta = 1, \nu = 0.3$ . . . . .	12

# 1 Цель работы

Построить модель SIR в *xcos* и OpenModelica.

## 2 Задание

1. Реализовать модель SIR в *xcos*;
2. Реализовать модель SIR с помощью блока Modelica в *xcos*;
3. Реализовать модель SIR в OpenModelica;
4. Реализовать модель SIR с учётом процесса рождения / гибели особей в *xcos* (в том числе и с использованием блока Modelica), а также в OpenModelica;
5. Построить графики эпидемического порога при различных значениях параметров модели (в частности изменяя параметр  $\mu$ );
6. Сделать анализ полученных графиков в зависимости от выбранных значений параметров модели.

## 3 Выполнение лабораторной работы

Задача о распространении эпидемии описывается системой дифференциальных уравнений:

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

где  $\beta$  – скорость заражения,  $\nu$  – скорость выздоровления.

### 3.1 Реализация модели в xcos

Зафиксируем начальные данные:  $\beta = 1$ ,  $\nu = 0,3$ ,  $s(0) = 0,999$ ,  $i(0) = 0,001$ ,  $r(0) = 0$ .

В меню Моделирование, Установить контекст зададим значения переменных  $\beta$  и  $\nu$  (рис. 3.1).

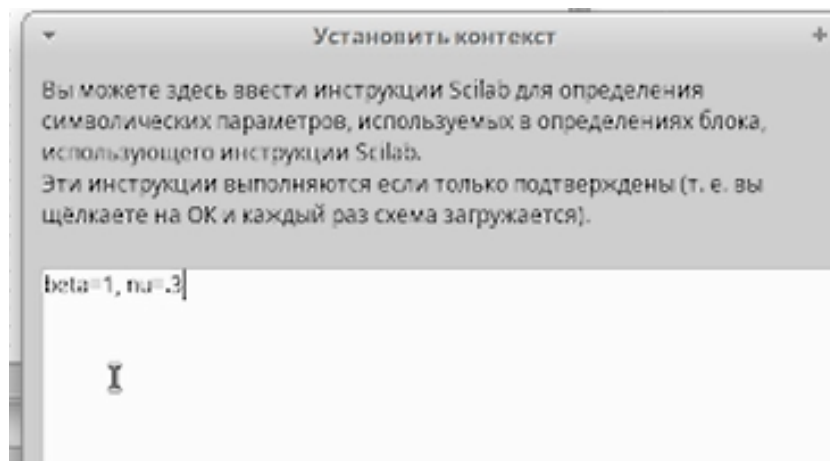


Рис. 3.1: Задание переменных окружения в xcos

Для реализации модели (рис. 3.2) потребуются следующие блоки xcos:

- CLOCK\_c – запуск часов модельного времени;
- CSCCOPE – регистрирующее устройство для построения графика;
- TEXT\_f – задаёт текст примечаний;
- MUX – мультиплексер, позволяющий в данном случае вывести на графике сразу несколько кривых;
- INTEGRAL\_m – блок 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.

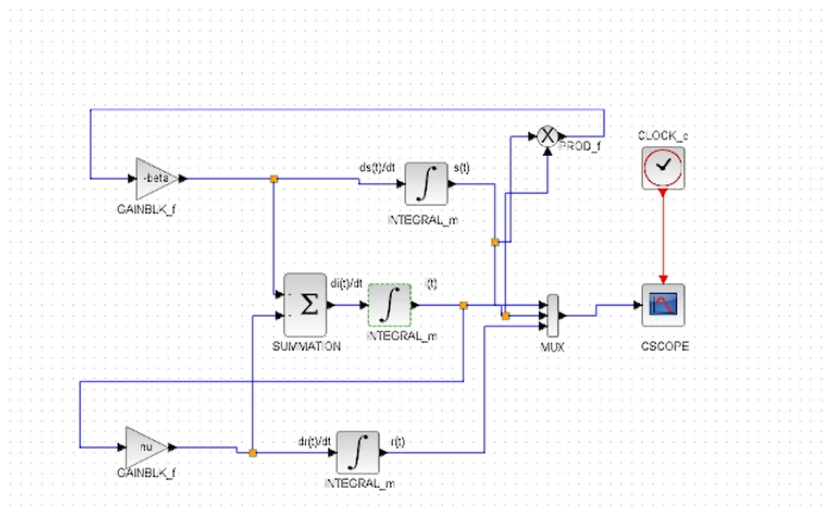


Рис. 3.2: Модель SIR в xcos

В параметрах верхнего и среднего блока интегрирования необходимо задать начальные значения  $s(0) = 0,999$  и  $i(0) = 0,001$  (рис. 3.3,3.4).

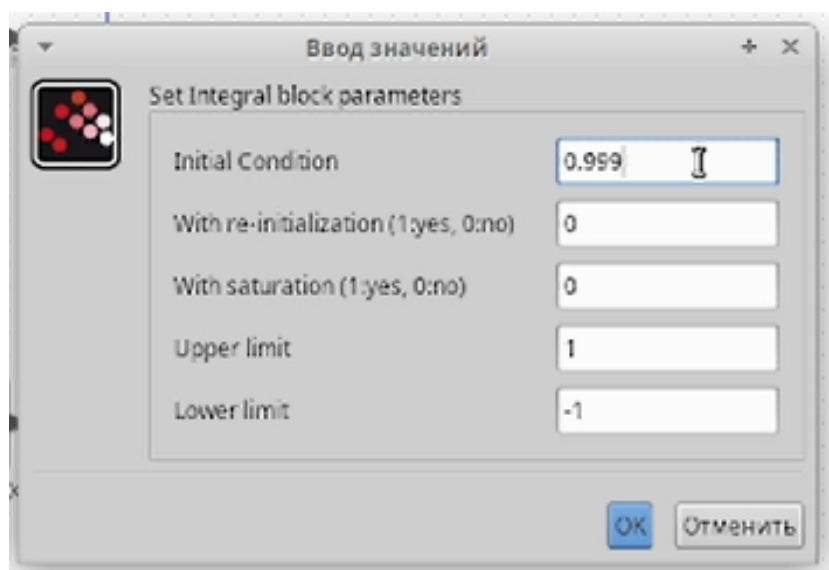


Рис. 3.3: Задание начальных значений в блоках интегрирования



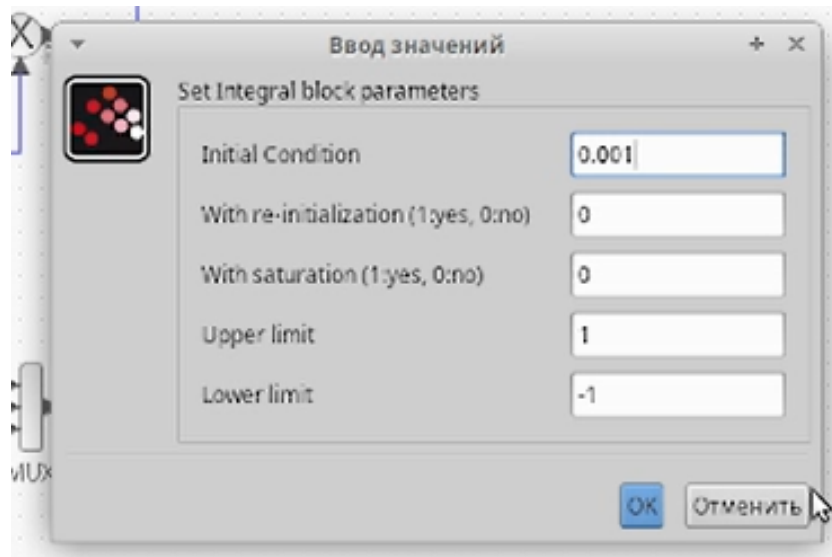


Рис. 3.4: Задание начальных значений в блоках интегрирования

В меню Моделирование, Установка зададим конечное время интегрирования, равным времени моделирования, в данном случае 30 (рис. 3.5).

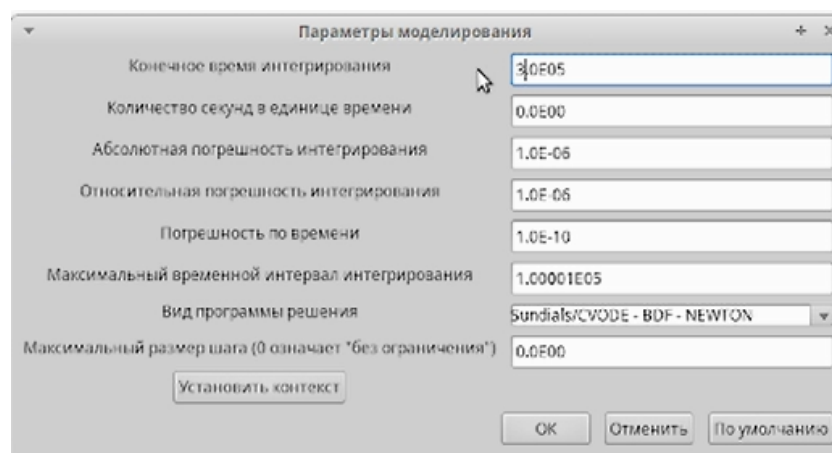


Рис. 3.5: Задание конечного времени интегрирования в хcos

Результат моделирования представлен на рис. 3.6, где черной линией обозначен график  $s(t)$  (динамика численности уязвимых к болезни особей), красная линия определяет  $r(t)$  — динамику численности выздоровевших особей, наконец, зеленая линия определяет  $i(t)$  — динамику численности заражённых особей. Пересечение трёх линий определяет порог эпидемии.

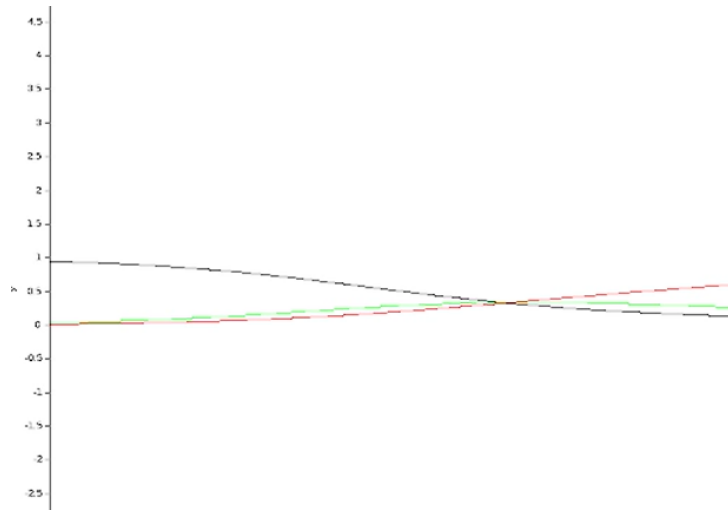


Рис. 3.6: Эпидемический порог модели SIR при  $\beta = 1, \nu = 0.3$

## 3.2 Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos

Готовая модель SIR представлена на рис. 3.7.

Для реализации модели SIR с помощью языка Modelica помимо блоков CLOCK\_c, CSCOPE, TEXT\_f и MUX требуются блоки CONST\_m — задаёт константу; MBLOCK (Modelica generic) — блок реализации кода на языке Modelica. Задаём значения переменных  $\beta$  и  $\nu$  (рис. 3.1).

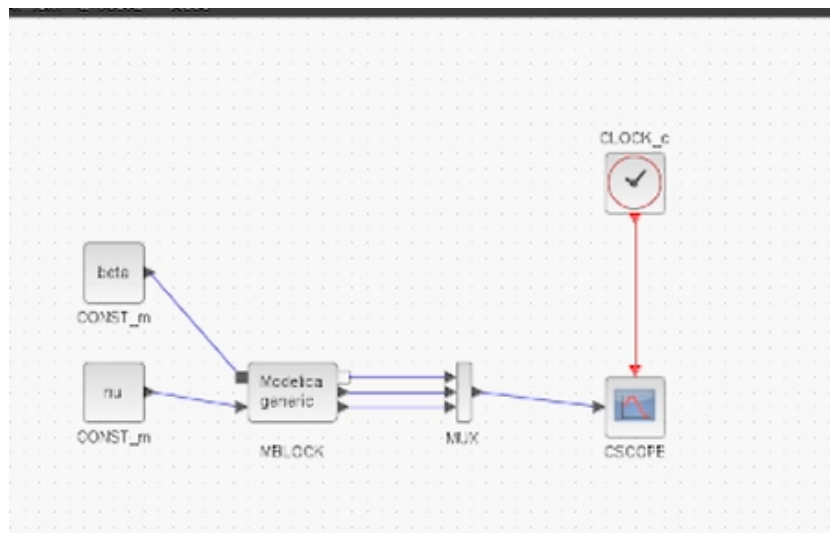


Рис. 3.7: Модель SIR в xcos с применением блока Modelica

Параметры блока Modelica представлены на рис. 3.8,3.9. Переменные на входе (“beta”, “nu”) и выходе (“s”, “i”, “r”) блока заданы как внешние (“E”).

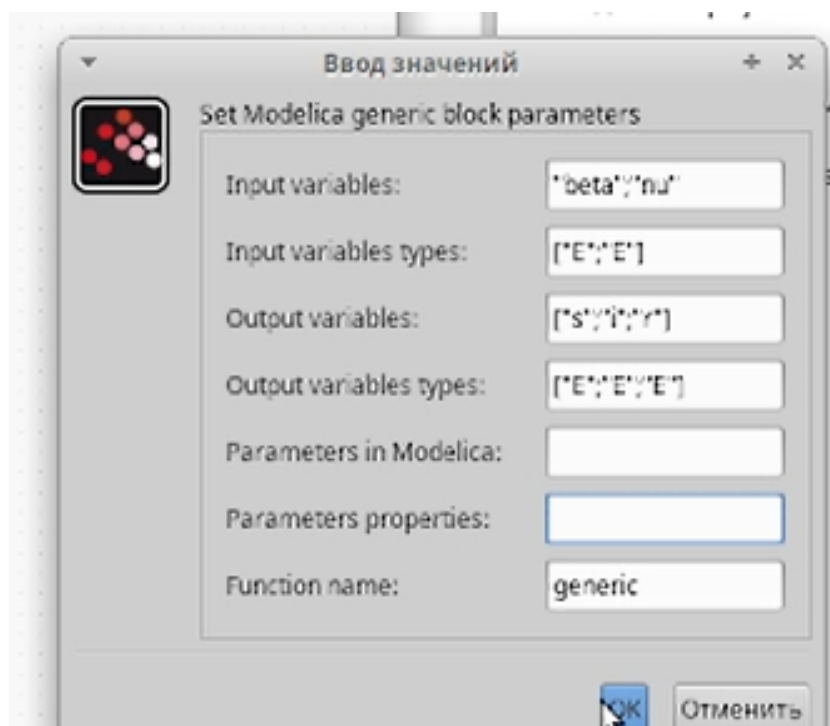


Рис. 3.8: Параметры блока Modelica для модели SIR

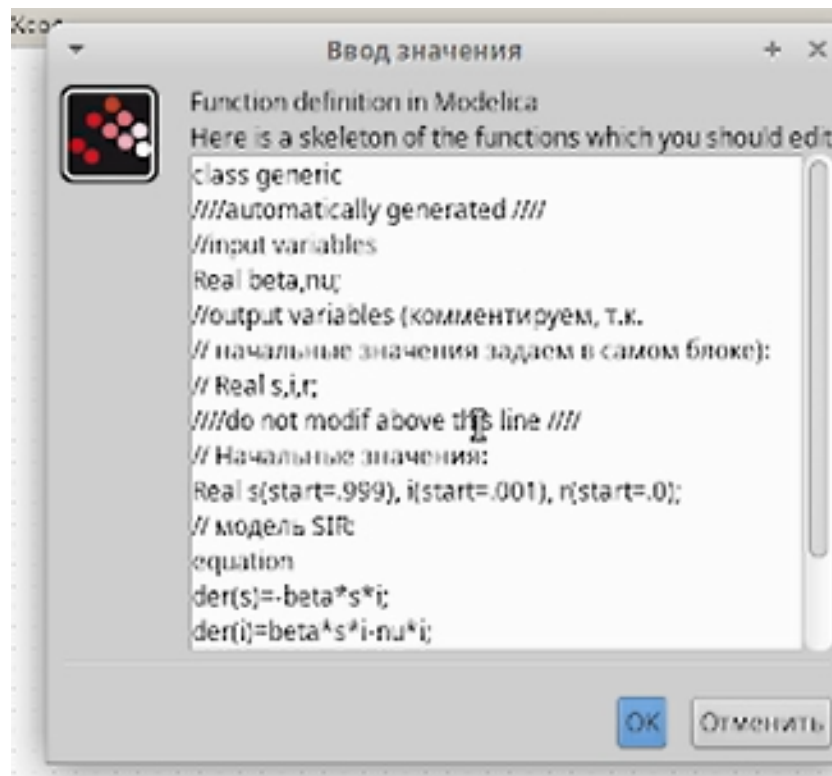


Рис. 3.9: Параметры блока Modelica для модели SIR

В результате получаем график (рис. 3.10), построенный с помощью блока Modelica идентичный графику (рис. 3.6), построенному без них.

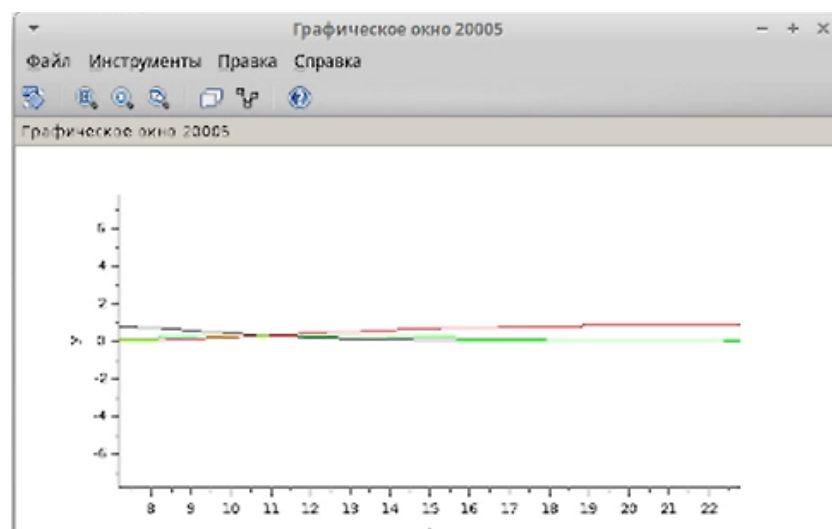


Рис. 3.10: Эпидемический порог модели SIR при  $\beta = 1, \nu = 0.3$

## 4 Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы была построена модель SIR в *xcos* и OpenModelica.