

Презентация по лабораторной работе №5

Модель эпидемии (SIR)

Ибатулина Д.Э.

4 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Ибатулина дарья эдуардовна
- студентка группы НФИбд-01-22
- Российский университет дружбы народов
- 1132226434@rudn.ru
- <https://deibatulina.github.io>



Вводная часть

Тема моделирования различных процессов, происходящих в мире, актуальна, поскольку позволяет найти решения для их оптимизации.

- Процесс распространения эпидемии
- Программное обеспечение для моделирования (xcos, OpenModelica)

Цель: Научиться работать со средствами моделирования xcos, Modelica и OpenModelica.

Задачи:

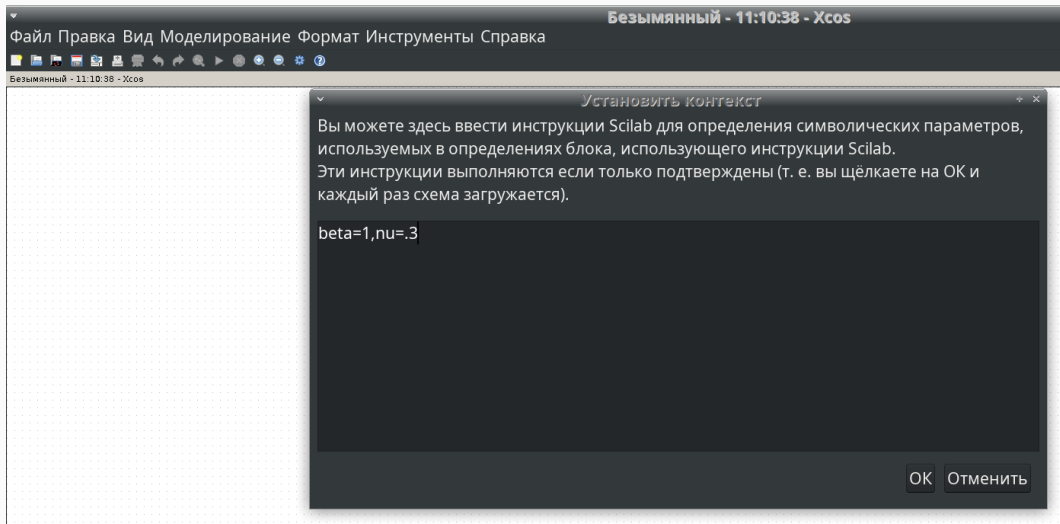
1. Реализовать имитационную модель эпидемии в xcos;
2. Реализовать имитационную модель эпидемии в Modelica;
3. Реализовать имитационную модель эпидемии в OpenModelica;
4. Выполнить задание для самостоятельной работы.

Основная часть

Предполагается, что особи популяции размера N могут находиться в трёх различных состояниях:

- S (susceptible, уязвимые) — здоровые особи, которые находятся в группе риска и могут подхватить инфекцию;
 - I (infective, заражённые, распространяющие заболевание) — заразившиеся переносчики болезни;
 - R (recovered/removed, вылечившиеся) — те, кто выздоровел и перестал распространять болезнь (в эту категорию относят, например, приобретших иммунитет или умерших).
- Типичная эволюция особи популяции описывается следующей диаграммой: $S \rightarrow I \rightarrow R$.
Считаем, что система замкнута, т.е. $N = S + I + R$.

Реализация модели эпидемии в Xcos



Реализация модели эпидемии в Xcos

Палитры Вид

системы

Палитры блоков - Xcos

- Задание табличных значений
- Обработка событий
- Математические операции
- Матричные операции
- Электрические блоки
- Целое число
- Порты и подсистемы
- Обнаружение перехода через нуль
- Маршрутизация сигналов
- Обработка сигналов
- Блоки неявных данных
- Примечания
- Регистрирующие устройства**
- Источники сигналов и воздействий
- Термогидравлические блоки
- Примеры блоков
- Пользовательские функции

Палитра блоков - Xcos

AFFICH_m	BARXY	CANIMXY	CANIMXY3D
CFSCOPE	CLKOUT_V	Mat. 3D	Mat. View
CMSCOPE	CSCOPE	CSCOPXY	CSCOPXY3D
END	END_c	HALT	OUTIMPL_f
OUT_f	To workspace A (128)	Trash	Write AU to /dev/audio

Модель эпидемии в Xcos

Модель эпидемии в Xcos

Модель эпидемии в Xcos

Параметры моделирования

Конечное время интегрирования	30
Количество секунд в единице времени	0.0E00
Абсолютная погрешность интегрирования	1.0E-06
Относительная погрешность интегрирования	1.0E-06
Погрешность по времени	1.0E-10
Максимальный временной интервал интегрирования	1.00001E05
Вид программы решения	Sundials/CVODE - BDF - NEWTON
Максимальный размер шага (0 означает "без ограничения")	0.0E00

Установить контекст

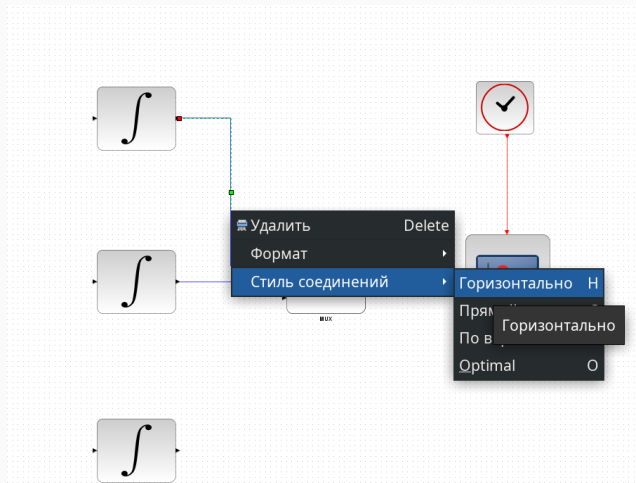
OK Отменить По умолчанию

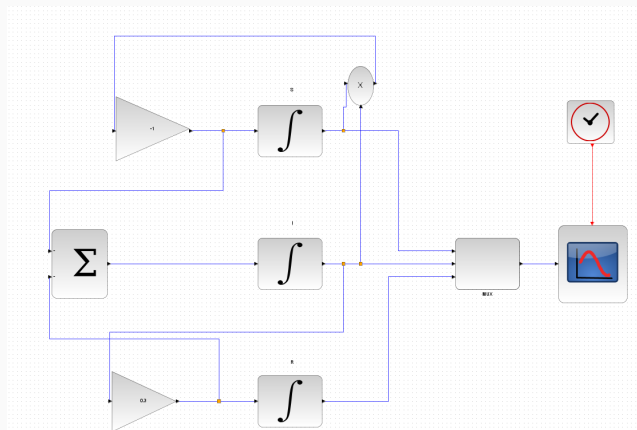
Ввод значений

Set Scope parameters

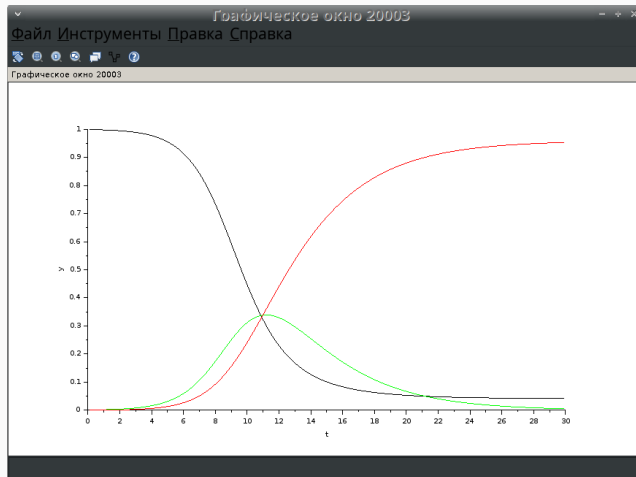
Color (>0) or mark (<0) vector (8 entries)	1 3 5 7 9 11 13 15
Output window number (-1 for automatic)	-1
Output window position	[]
Output window sizes	[600;400]
Ymin	0
Ymax	1
Refresh period	30
Buffer size	20
Accept herited events 0/1	0
Name of Scope (label&Id)	

OK Отменить

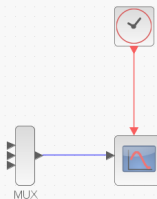
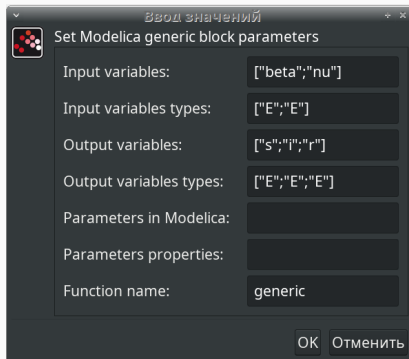




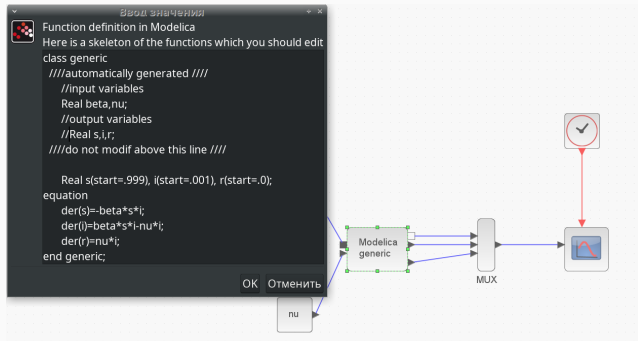
Реализация модели эпидемии в xcos



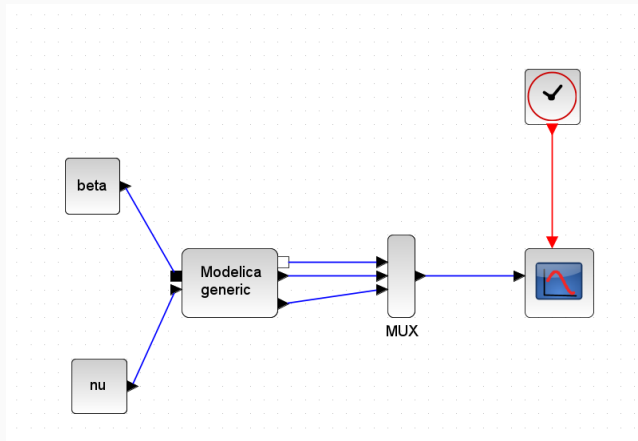
Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos



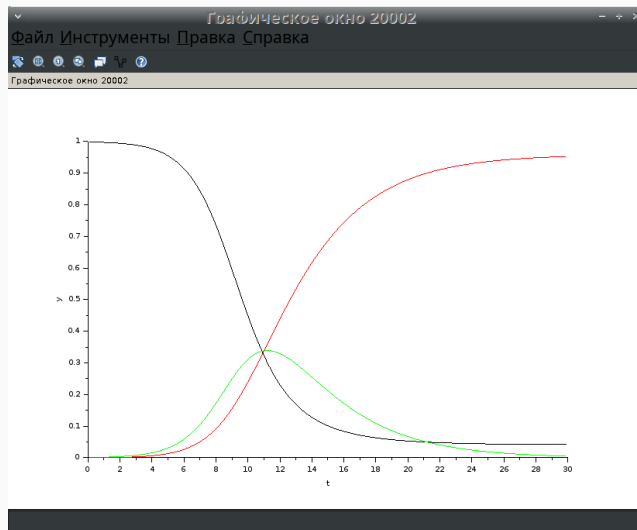
Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos



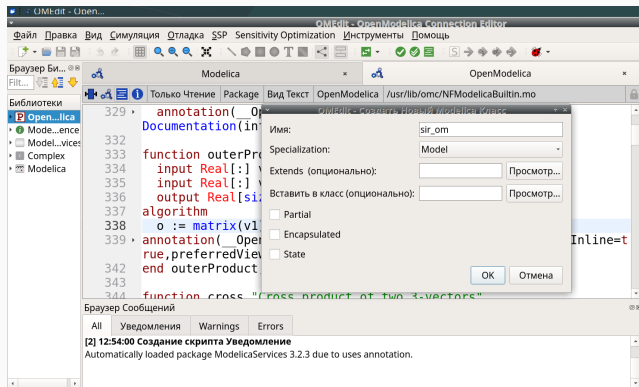
Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos



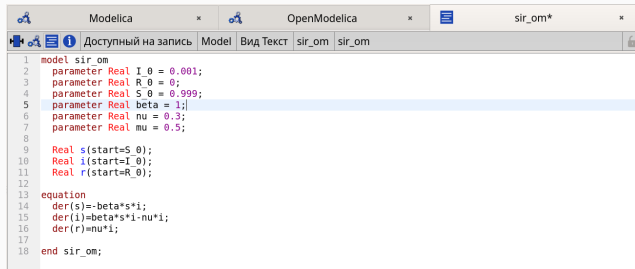
Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos



Упражнение. Реализация модели SIR в OpenModelica



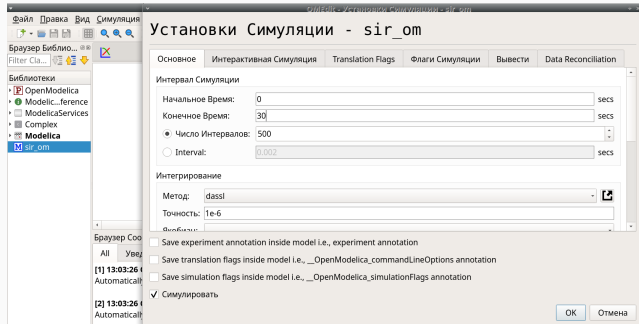
Упражнение. Реализация модели SIR в OpenModelica



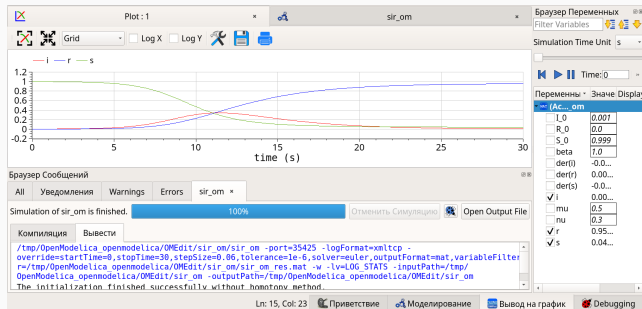
The screenshot shows the OpenModelica IDE with three tabs: 'Modelica', 'OpenModelica', and 'sir_om*'. The 'sir_om*' tab is active, displaying the model code. The code defines parameters for the SIR model, initial conditions for compartments S, I, and R, and the differential equations governing their rates of change.

```
1 model sir_om
2   parameter Real I_0 = 0.001;
3   parameter Real R_0 = 0;
4   parameter Real S_0 = 0.999;
5   parameter Real beta = 1;
6   parameter Real nu = 0.3;
7   parameter Real mu = 0.5;
8
9   Real s(start=S_0);
10  Real i(start=I_0);
11  Real r(start=R_0);
12
13  equation
14    der(s)=-beta*s*i;
15    der(i)=beta*s*i-nu*i;
16    der(r)=nu*i;
17
18  end sir_om;
```

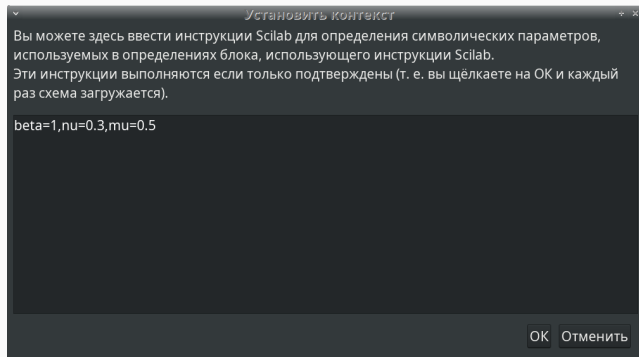
Упражнение. Реализация модели SIR в OpenModelica



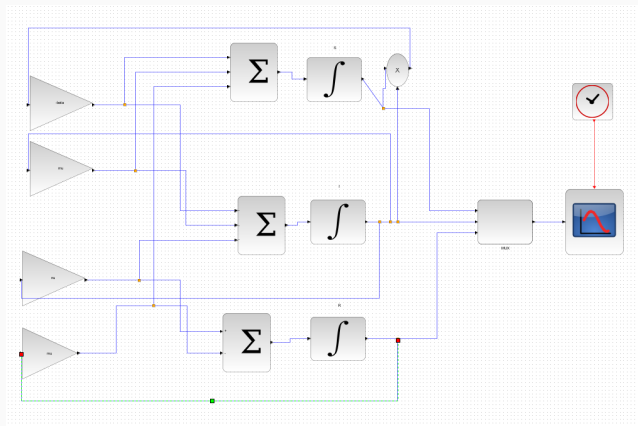
Упражнение. Реализация модели SIR в OpenModelica



Задание для самостоятельного выполнения в xcos



Задание для самостоятельного выполнения в xcos



Задание для самостоятельного выполнения в ХСОС

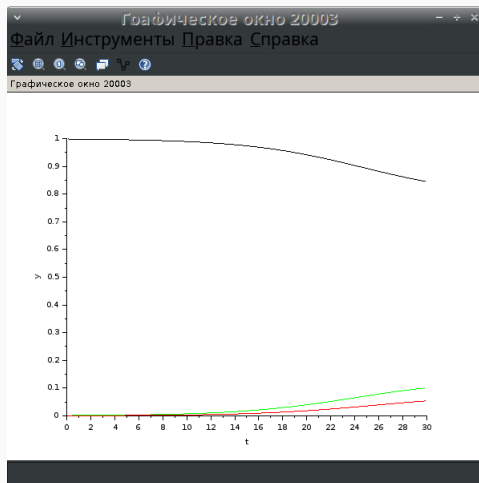


Рис. 1: $\mu = 0.5$

Задание для самостоятельного выполнения в xcos

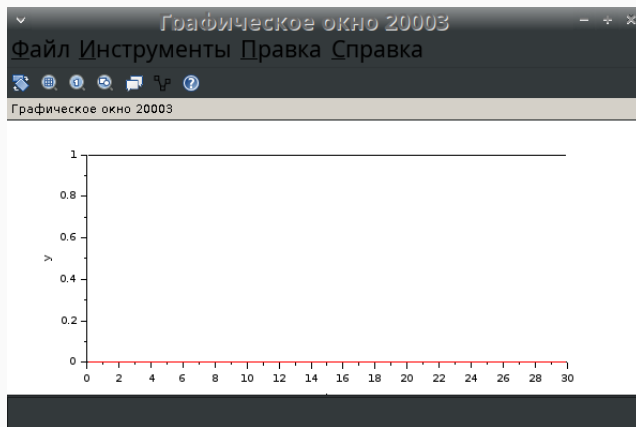


Рис. 2: $\mu = 1$

Задание для самостоятельного выполнения в хcos

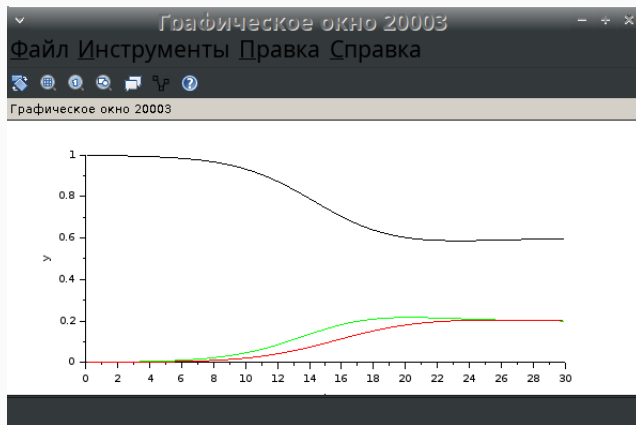


Рис. 3: $\mu = 0.3$

Задание для самостоятельного выполнения в xcos

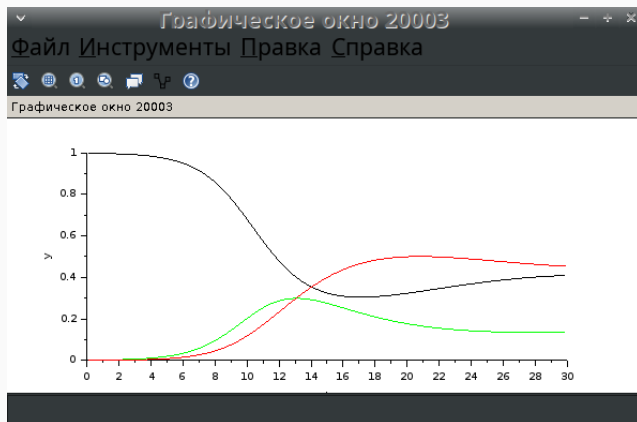


Рис. 4: $\mu = 0.1$

Задание для самостоятельного выполнения в xcos

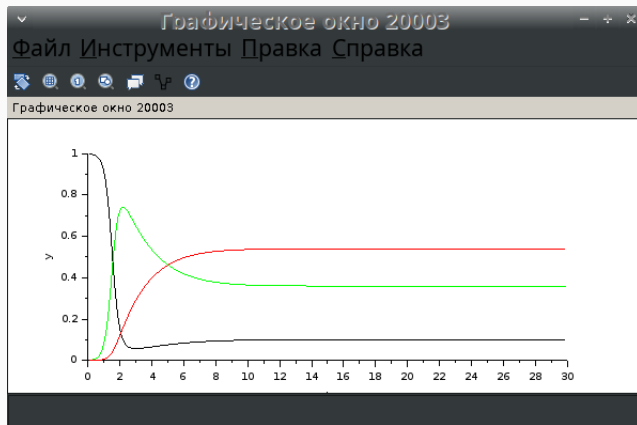


Рис. 5: $\beta = 5$, $\nu = 0.3$, $\mu = 0.2$

1. Чем выше μ , тем сильнее инфекция закрепляется в популяции из-за постоянного притока новых восприимчивых людей.
2. При низком μ инфекция исчезает, так как инфицированные люди либо выздоравливают, либо умирают, и здоровых новорождённых мало.
3. Чем выше значение любого из параметров, тем быстрее система достигает стационарного состояния. При высоком коэффициенте заражения β система быстро проходит через пик развития эпидемии и достигает стационарного состояния.

Задание для самостоятельного выполнения с помощью блока Modelica в xcos

Ввод значений

Set Modelica generic block parameters

Input variables: ["beta";"nu";"mu"]

Input variables types: ["E";"E";"E"]

Output variables: ["s";"i";"r"]

Output variables types: ["E";"E";"E"]

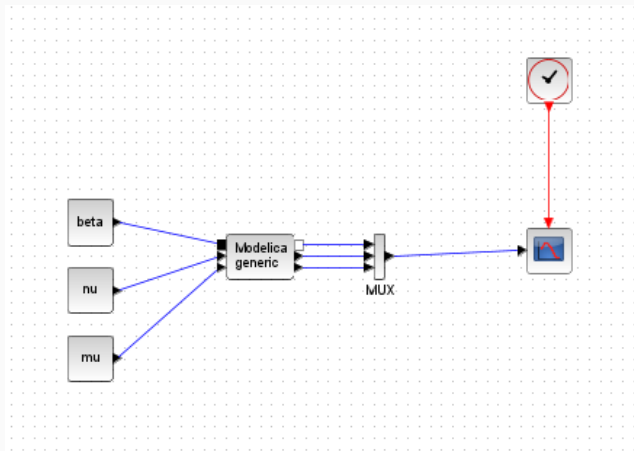
Parameters in Modelica:

Parameters properties:

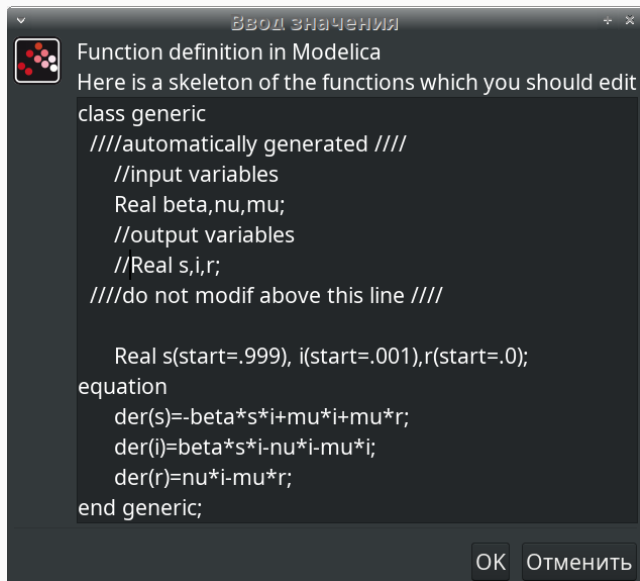
Function name: generic

OK Отменить

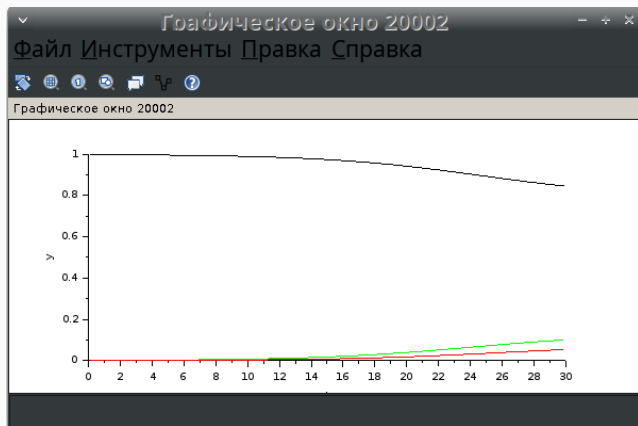
Задание для самостоятельного выполнения с помощью блока Modelica в xcos



Задание для самостоятельного выполнения с помощью блока Modelica в xcos



Задание для самостоятельного выполнения с помощью блока Modelica в xcos



```
1 model om2
2   parameter Real I_0 = 0.001;
3   parameter Real R_0 = 0.000;
4   parameter Real S_0 = 0.999;
5   parameter Real beta = 1;
6   parameter Real nu = 0.3;
7   parameter Real mu = 0.5;
8
9   Real s(start=S_0);
10  Real i(start=I_0);
11  Real r(start=R_0);
12
13  equation
14    der(s)=-beta*s*i + mu*i + mu*r;
15    der(i)=beta*s*i-nu*i - mu*i;
16    der(r)=nu*i - mu*r;
17
18 end om2;
```

Задание для самостоятельного выполнения в OpenModelica

Установки Симуляции - om2

Основное Интерактивная Симуляция Translation Flags Флаги Симуляции Вывести Data Reconciliation

Начальное Время: 0 secs

Конечное Время: 30 secs

☒ Число Интервалов: 500

☐ Interval: 0.002 secs

Интегрирование

Метод: dassl

Точность: 1e-6

Якобиан:

DASSL/IDA Options

☐ Save experiment annotation inside model i.e., experiment annotation

☐ Save translation flags inside model i.e., __OpenModelica_commandLineOptions annotation

☐ Save simulation flags inside model i.e., __OpenModelica_simulationFlags annotation

☒ Симулировать

OK Отмена

Задание для самостоятельного выполнения в OpenModelica



Заключительная часть

В результате выполнения лабораторной работы я научилась работать со средствами моделирования xcos, xcos с блоком Modelica и OpenModelica.