

Лабораторная работа №5

Модель эпидемии (SIR)

Астраханцева А. А.

6 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Астраханцева Анастасия Александровна
- НФИбд-01-22, 1132226437
- Российский университет дружбы народов
- 1132226437@pfur.ru
- <https://github.com/aaastrakhantseva>



Вводная часть

Приобретение навыков моделирования математических моделей с помощью средства имитационного моделирования Scilab, xcos и языка Modelica.

1. Реализовать модель в xcos
2. Реализовать модель 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 μ);
6. Сделать анализ полученных графиков в зависимости от выбранных значений параметров модели.

Выполнение ЛР

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

где β – скорость заражения, ν – скорость выздоровления.

Реализация модели в xcos

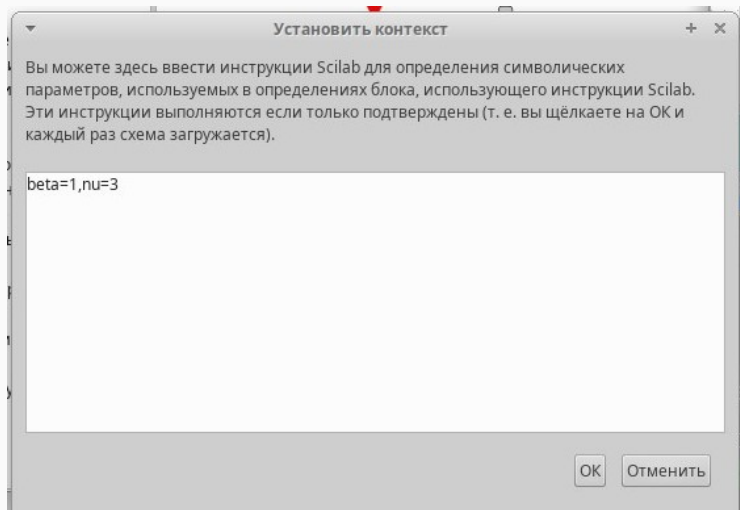


Рис. 1: Значения переменных β и ν

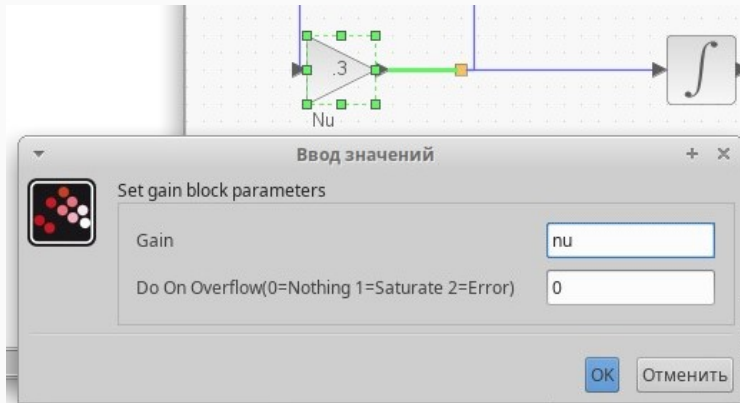


Рис. 2: Блок со значением коэффициента β

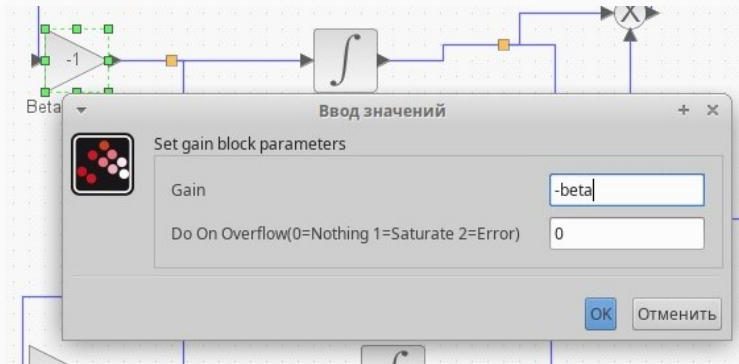


Рис. 3: Блок со значением коэффициента ν

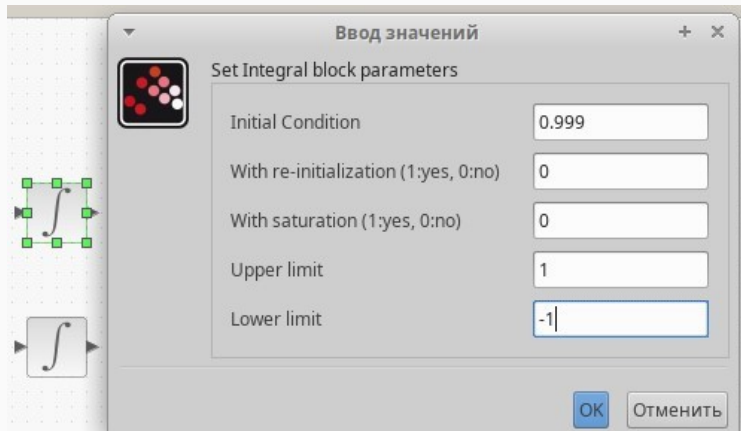


Рис. 4: Настройки для верхнего блока интегрирования

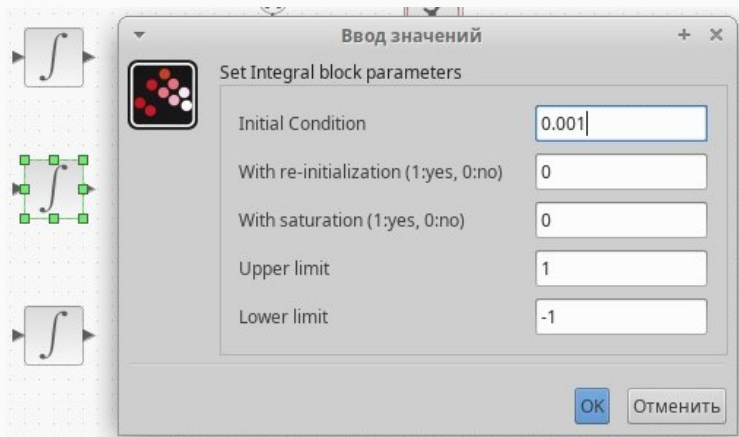


Рис. 5: Настройки для среднего блока интегрирования

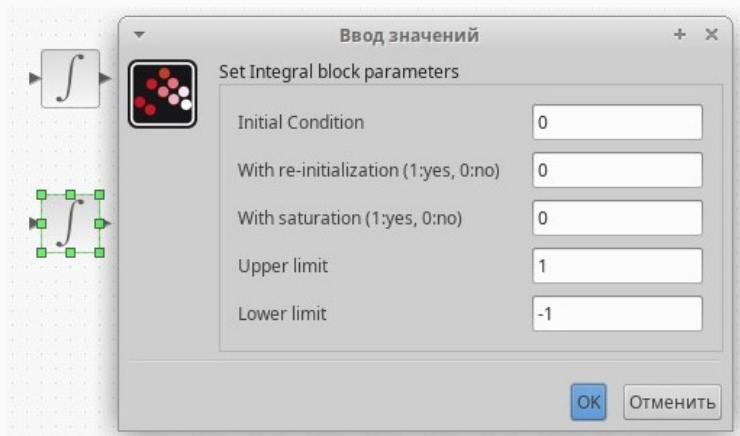


Рис. 6: Настройки для нижнего блока интегрирования

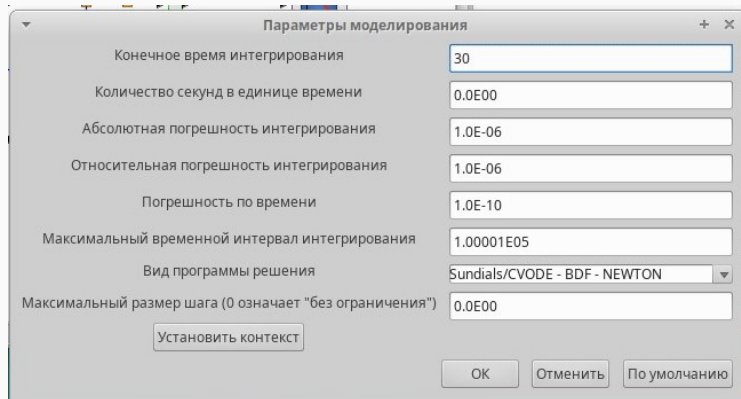


Рис. 7: Настройки времени моделирования

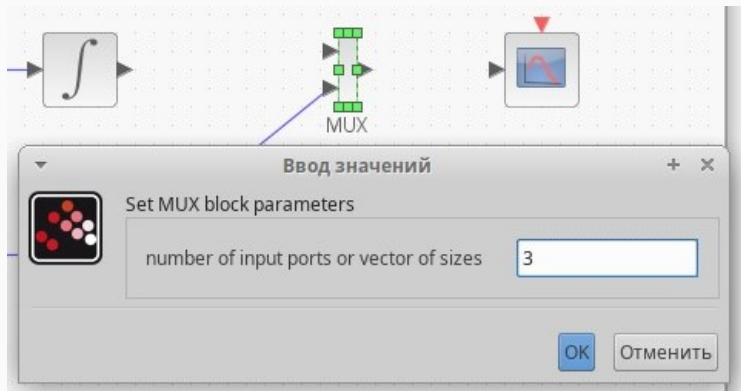
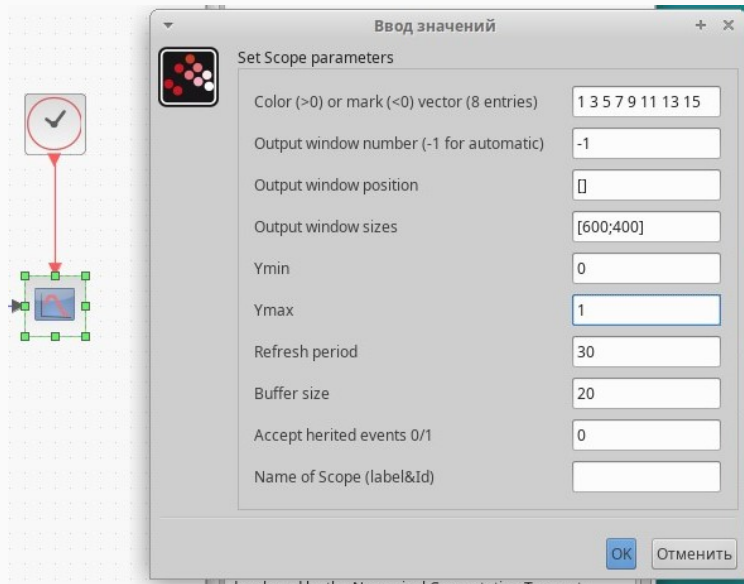


Рис. 8: Настройки для мультиплексора



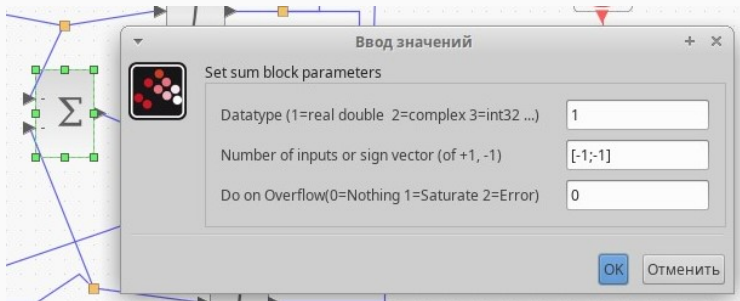


Рис. 10: Настройки для блока суммирования

Полученная схема

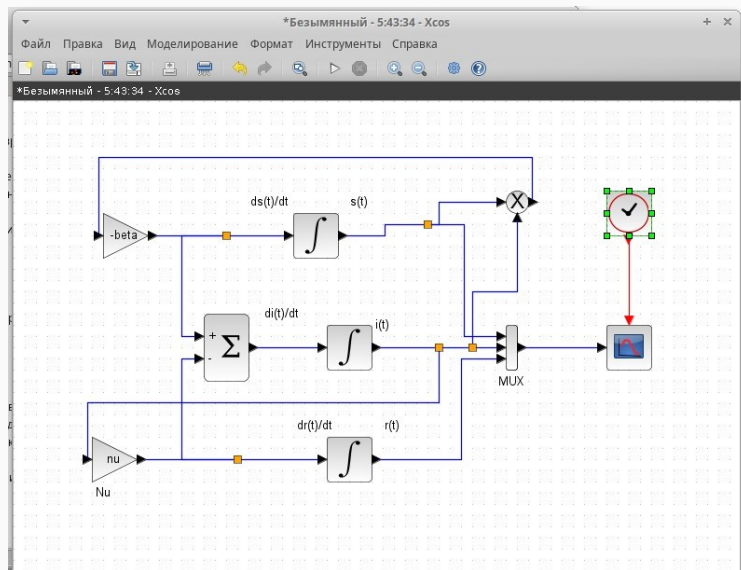
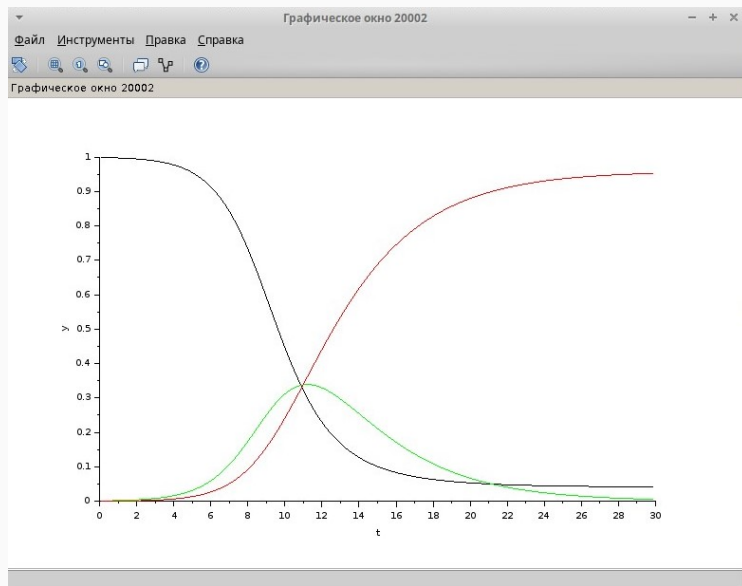
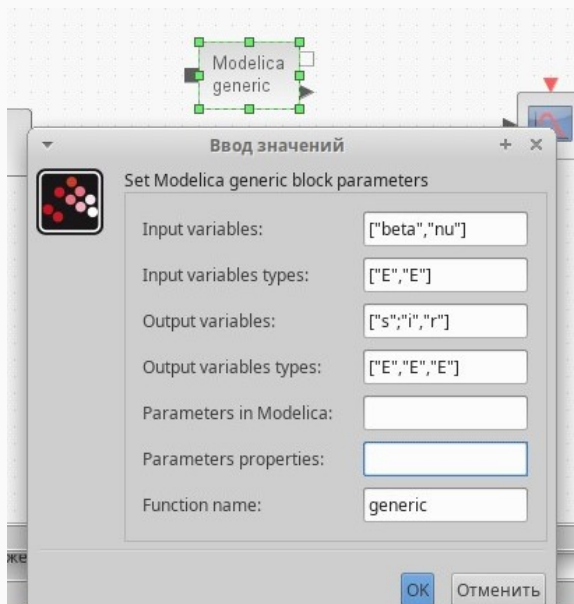


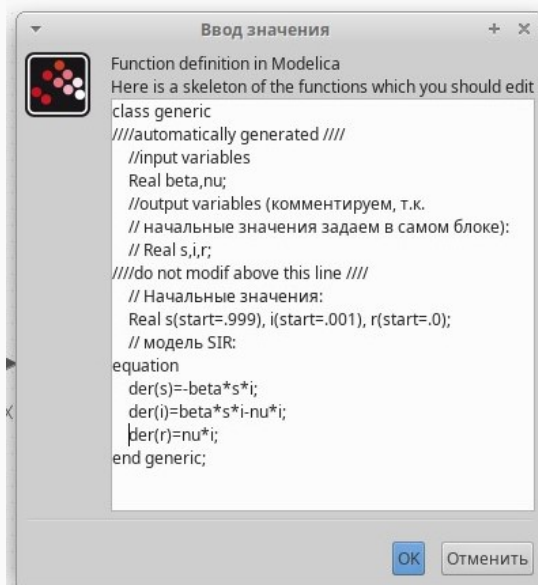
График распространения эпидемии



Реализация модели с помощью блока Modelica в xcoss

Параметры блока Modelica





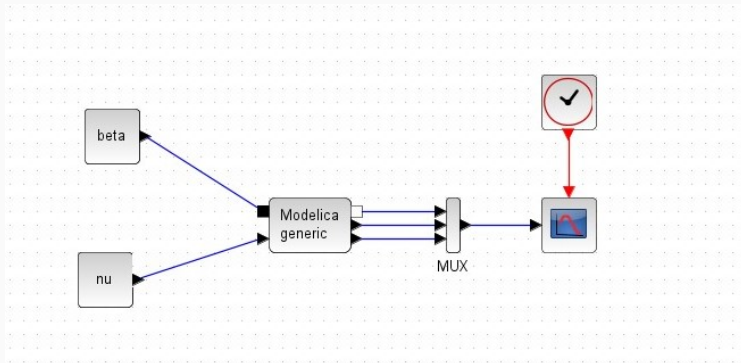


Рис. 15: Итоговый вид схемы

График распространения эпидемии

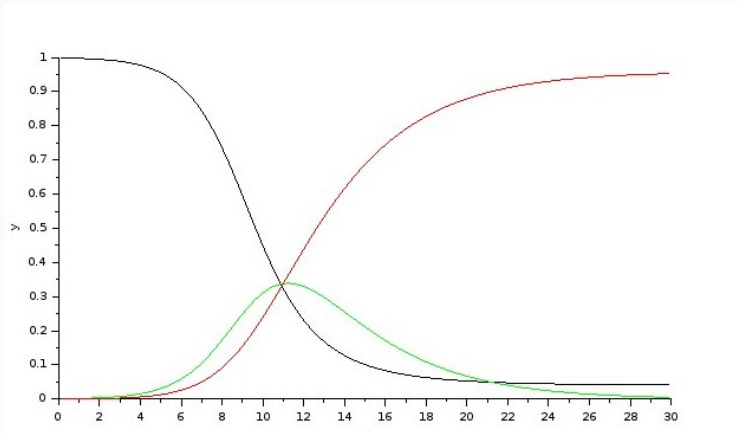


Рис. 16: График распространения эпидемии

Реализация модели SIR в OpenModelica

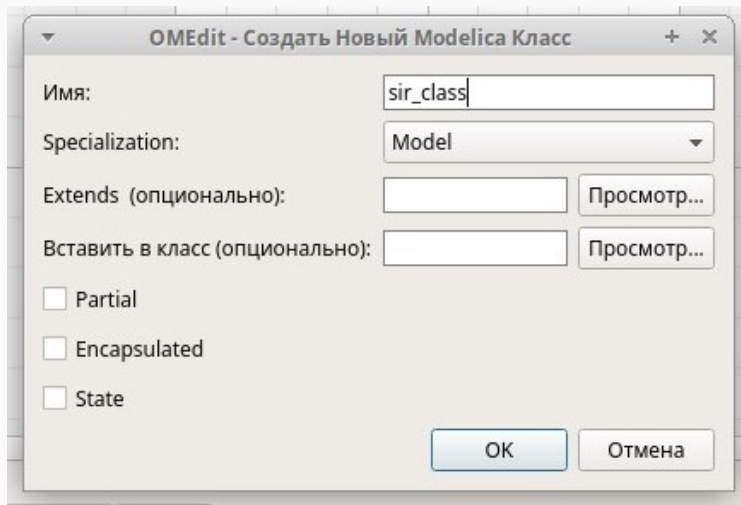


Рис. 17: Создание нового класса в OpenModelica

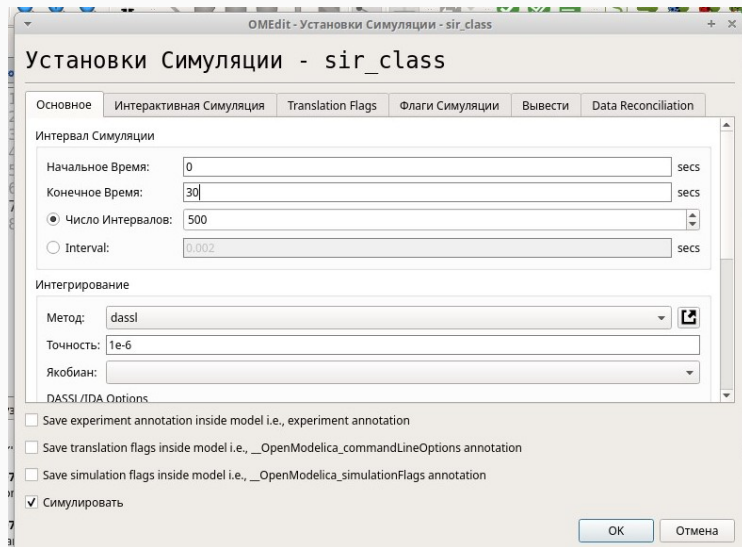


Рис. 18: Настройки моделирования в OpenModelica

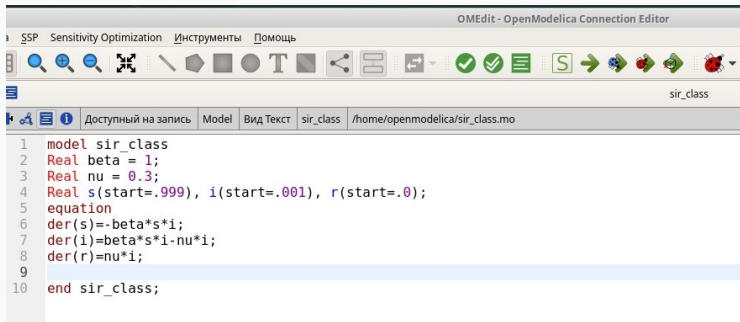


Рис. 19: Реализация класса в OpenModelica

График распространения эпидемии

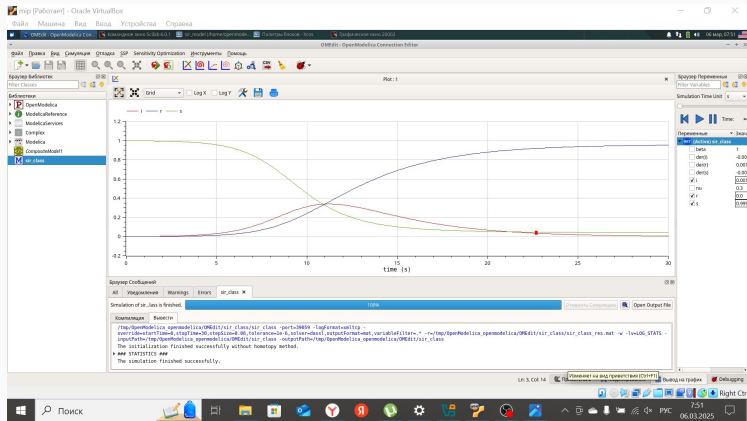


Рис. 20: График распространения эпидемии

Задание для самостоятельного выполнения в xCOS

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

где μ — константа, которая равна коэффициенту смертности и рождаемости.

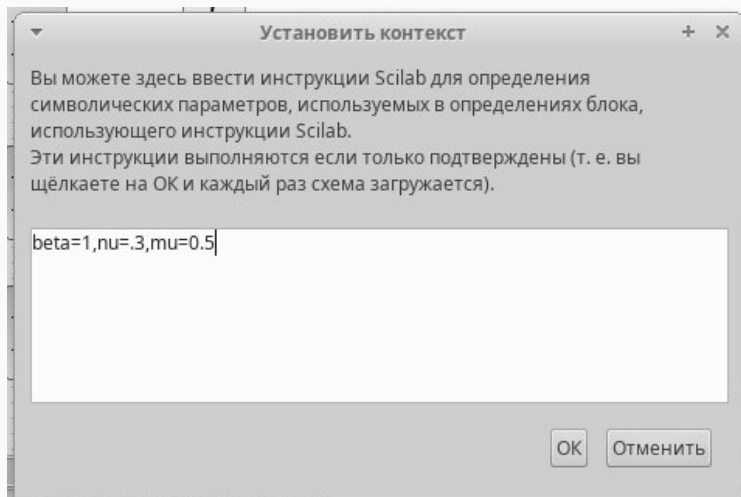


Рис. 21: Значения переменных β , ν и μ

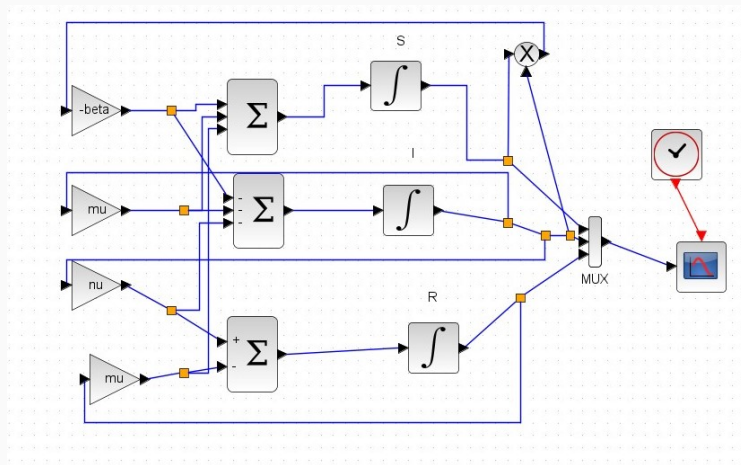


Рис. 22: Итоговый вид схемы

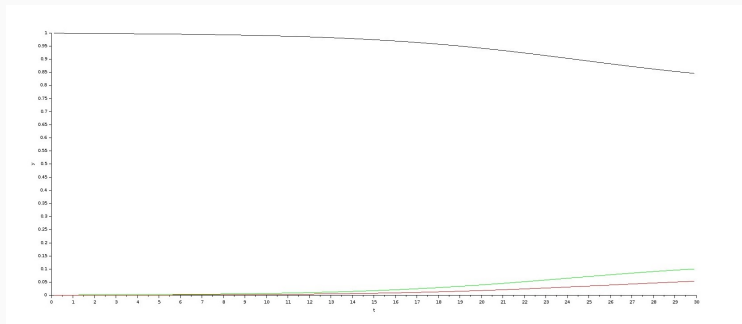


Рис. 23: $\mu = 0.5$

График распространения эпидемии: время моделирования - 60 секунд

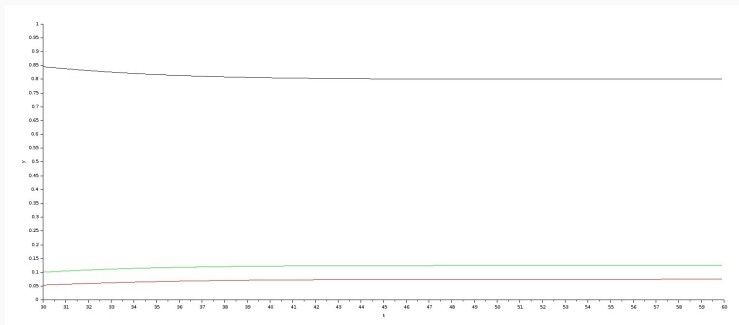


Рис. 24: Время моделирования - 60 секунд, $\mu = 0.5$

График распространения эпидемии: $\mu = 0.1$

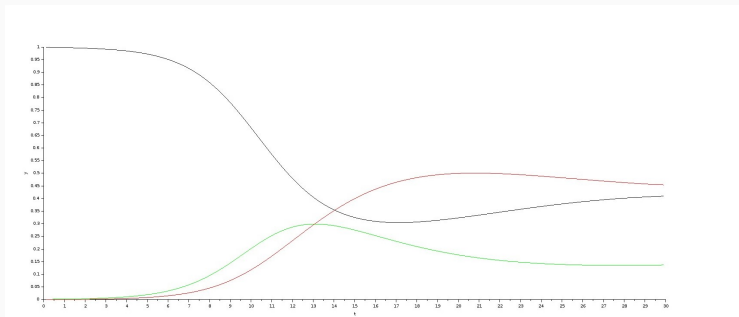


Рис. 25: $\mu = 0.1$

График распространения эпидемии: $\mu = 0.9$



Рис. 26: $\mu = 0.9$

Задание для самостоятельного
выполнения с помощью блока
Modelica в xcos

Параметры блока Modelica

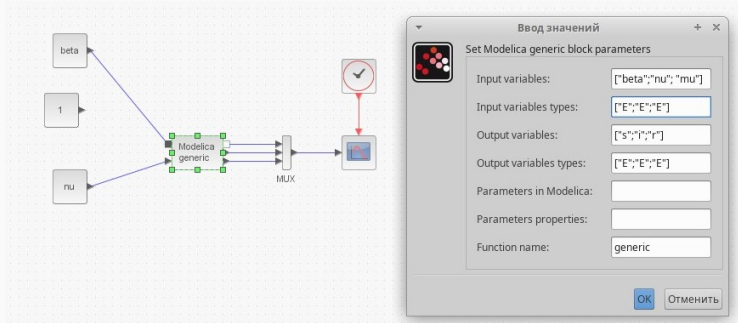


Рис. 27: Параметры блока Modelica

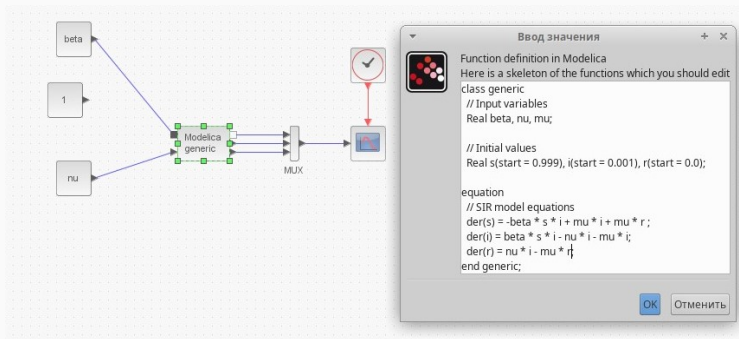


Рис. 28: Код для блока Modelica

График распространения эпидемии: $\mu = 0.5, \beta = 3$

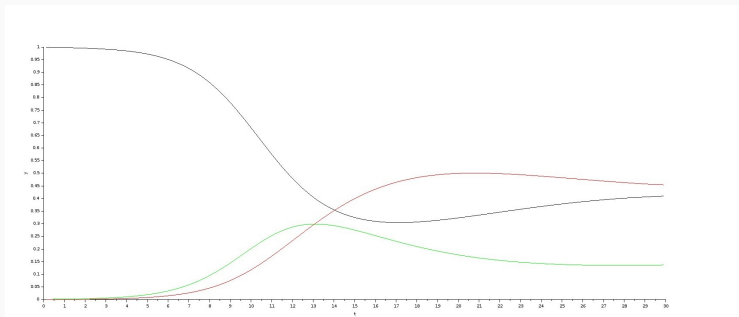


Рис. 29: $\mu = 0.5, \beta = 3$

График распространения эпидемии: $\mu = 0.1$



Рис. 30: $\mu = 0.1$

Задание для самостоятельного выполнения в OpenModelica

```
1  model sir_model_ex
2
3  Real beta = 1;
4  Real nu = 0.3;
5  Real mu = 0.5;
6  Real s(start=.999), i(start=.001), r(start=.0);
7  equation
8      der(s) = -beta * s * i + mu * i + mu * r;
9      der(i) = beta * s * i - nu * i - mu * i;
10     der(r) = nu * i - mu * r;
11
12 end sir_model_ex;
```

Рис. 31: Реализация класса в OpenModelica

График распространения эпидемии: $\mu = 0.5, \beta = 3$

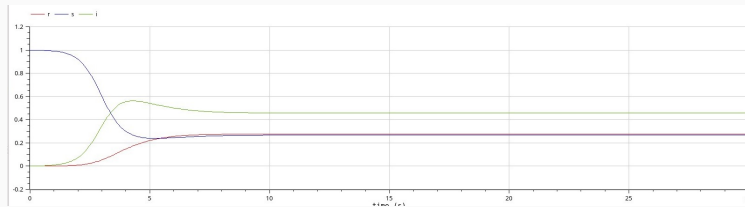


Рис. 32: $\mu = 0.5, \beta = 3$

В ходе выполнения лабораторной работы я приобрела навыки моделирования математических моделей с помощью средства имитационного моделирования Scilab, xcos и языка Modelica.

Спасибо за внимание!
