

# Лабораторная работа №5

Дисциплина - имитационное моделирование

---

Пронякова О.М.

04 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Пронякова Ольга Максимовна
- студент НКАбд-02-22
- факультет физико-математических и естественных наук
- Российский университет дружбы народов

## Создание презентации

---

Ознакомиться с Моделью эпидемии (SIR). Выполнить задания на эту тему.

Модель SIR предложена в 1927 г. (W. O. Kermack, A. G. McKendrick). С описанием модели можно ознакомиться, например в [1]. 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).

Зафиксируем начальные данные:  $\beta = 1$ ,  $\nu = 0,3$ ,  $s(0) = 0,999$ ,  $i(0) = 0,001$ ,  $r(0) = 0$ . В меню Моделирование, Задать переменные окружения задаю значения переменных  $\beta$  и  $\nu$  (рис.1).

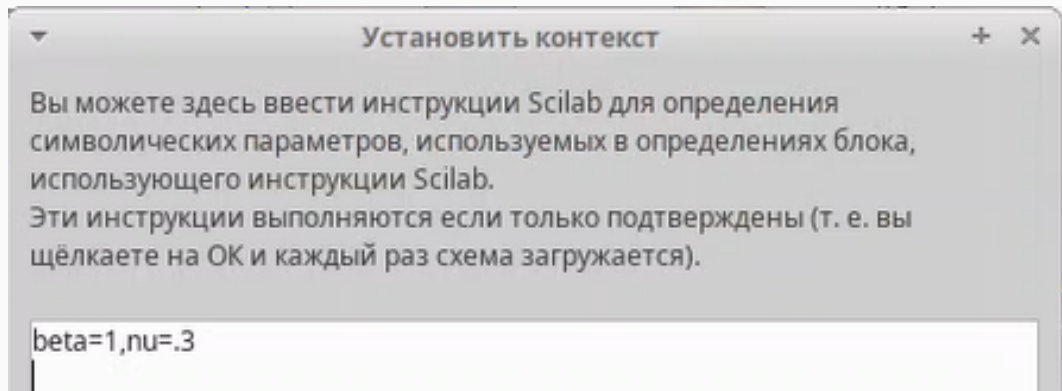
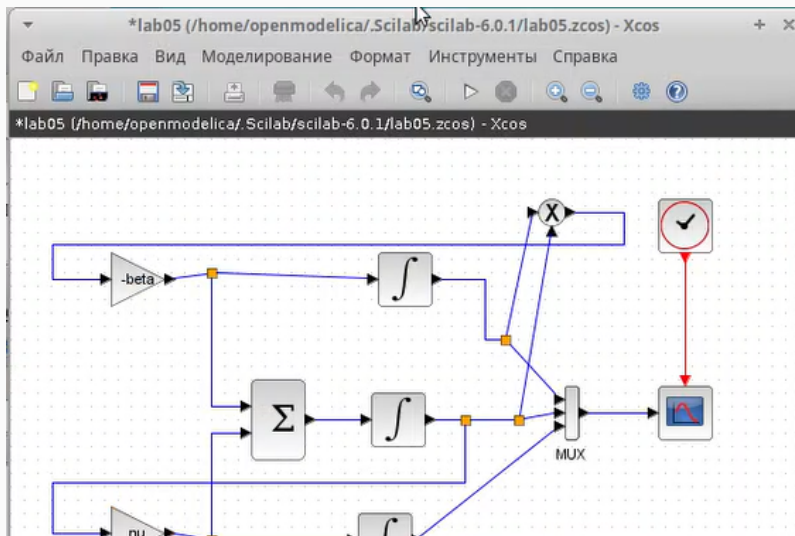


Рис. 1: Задаю переменные окружения

## Этапы выполнения работы

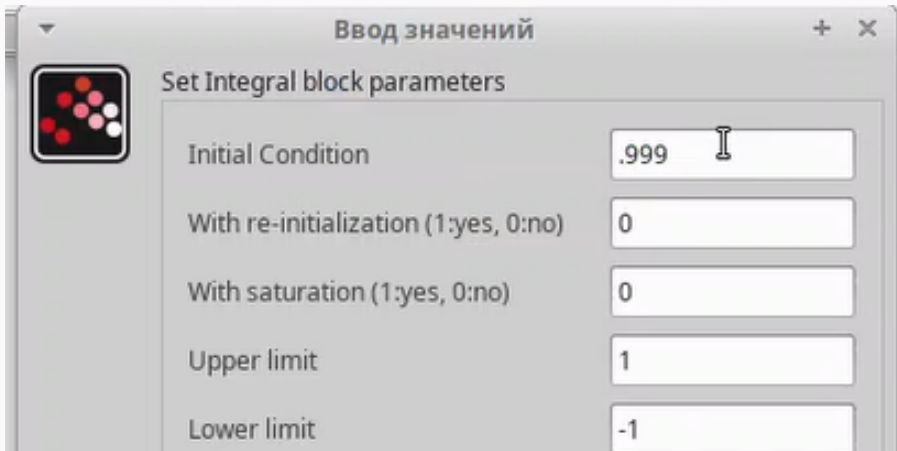
Строю модель по аналогии с инструкцией(рис.2).






## Этапы выполнения работы

Выходы трёх блоков интегрирования соединяем с мультиплексором. В параметрах верхнего и среднего блока интегрирования задаю начальные значения  $s(0) = 0,999$  и  $i(0) = 0,001$  (рис.3). (рис.4).



Ввод значений

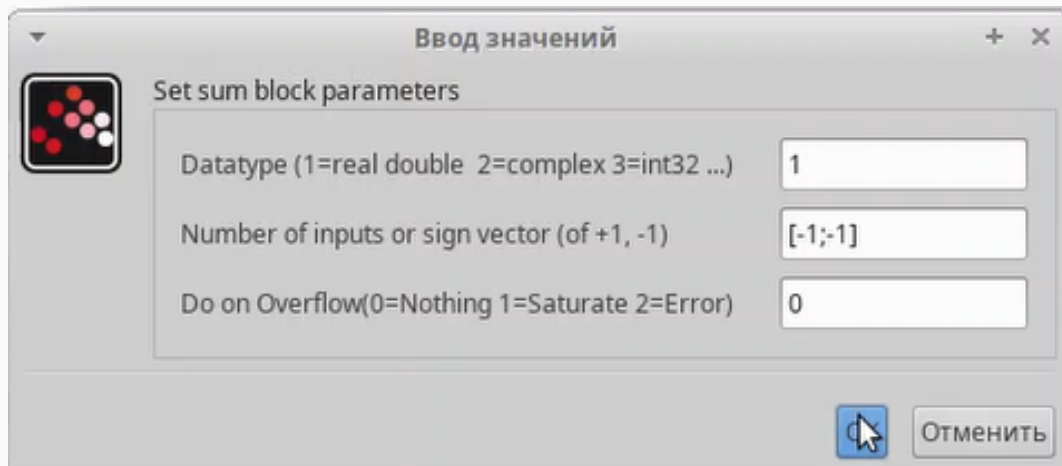
Set Integral block parameters



|                                      |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Initial Condition                    | <input type="text" value=".001"/> |
| With re-initialization (1:yes, 0:no) | <input type="text" value="0"/>    |
| With saturation (1:yes, 0:no)        | <input type="text" value="0"/>    |
| Upper limit                          | <input type="text" value="1"/>    |
| Lower limit                          | <input type="text" value="-1"/>   |

OK Отменить

Изменяю параметры блока суммирования(рис.5).



## Этапы выполнения работы

изменяю параметры моделирования и ставлю конечное время интегрирования на 30(рис.6).

Параметры моделирования

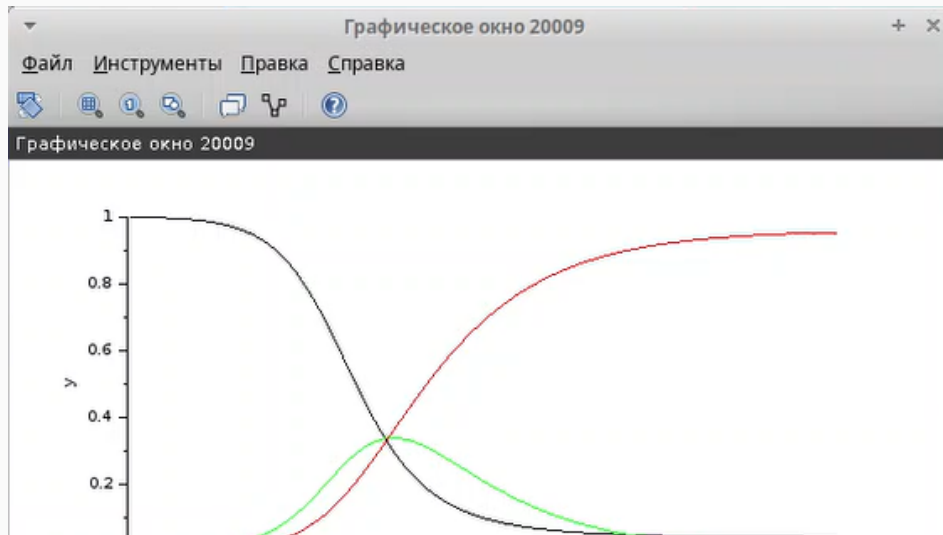
|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| Конечное время интегрирования                           | 3.0E01                            |
| Количество секунд в единице времени                     | 0.0E00                            |
| Абсолютная погрешность 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 - FUNCTIONAL |
| Максимальный размер шага (0 означает "без ограничения") | 0.0E00                            |

Установить контекст

OK Отменить По умолчанию

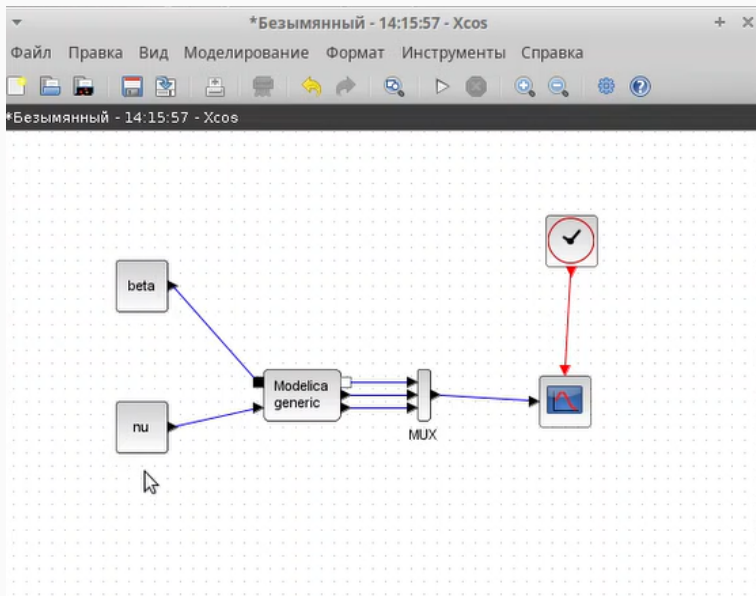
## Этапы выполнения работы

Результат прпрограммы - график(рис.7).



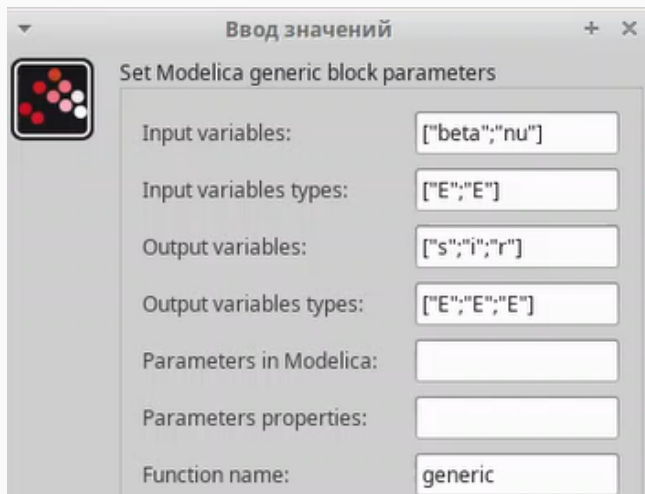
Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos. Для реализации модели с помощью языка Modelica помимо блоков CLOCK\_c, CSCOPE, TEXT\_f и MUX требуются блоки CONST\_m — задаёт константу; MBLOCK (Modelica generic) — блок реализации кода на языке Modelica. Задаём значения переменных  $\beta$  и  $\nu$ . Переменные на входе ("beta", "nu") и выходе ("s", "i", "r") блока заданы как внешние ("E"). реализую модель SIR в xcos с применением блока Modelica(рис.8).

## Этапы выполнения работы

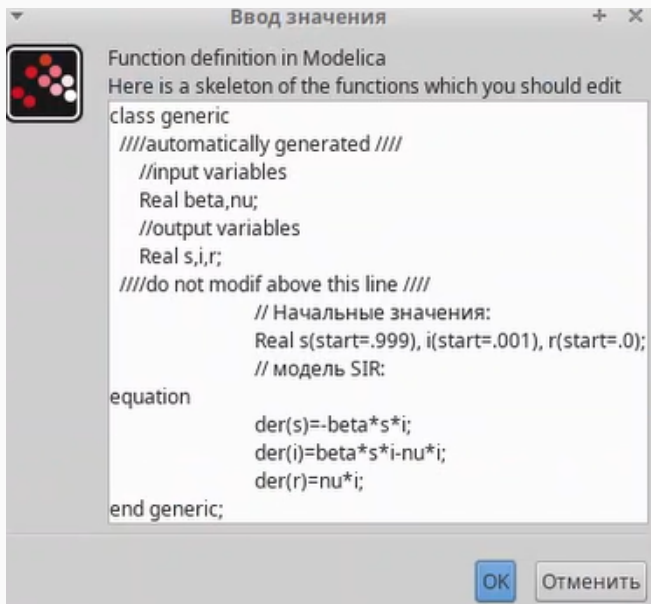


## Этапы выполнения работы

Настраиваю Параметры блока Modelica для модели. Пишу Код на языке Modelica(рис.9), (рис.10).

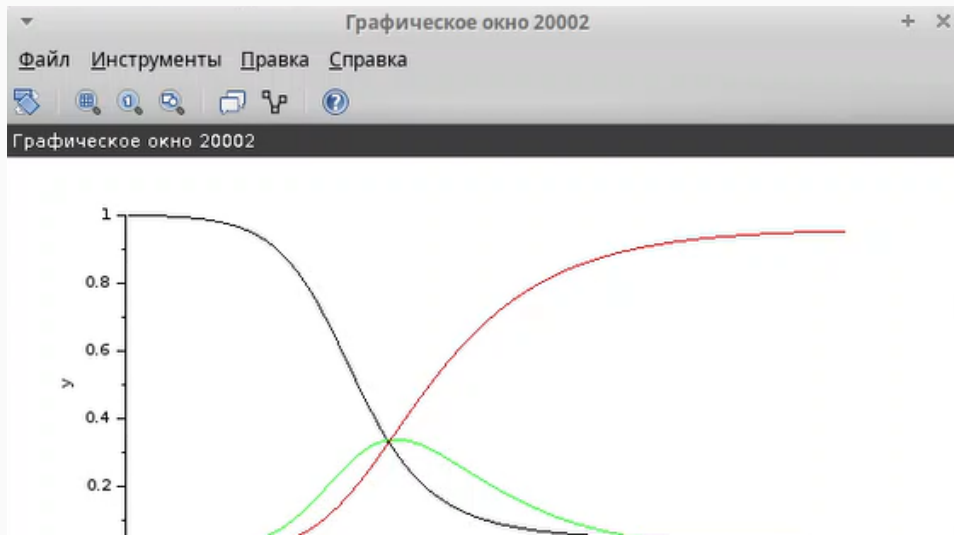






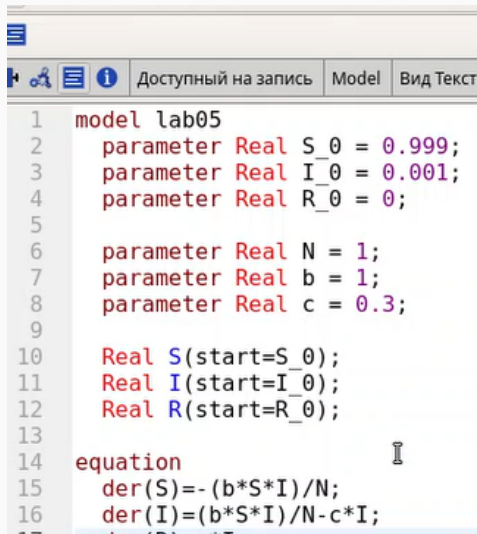
## Этапы выполнения работы

Результат программы - график(рис.11).



## Этапы выполнения работы

Реализую модель SIR в OpenModelica(рис.12).

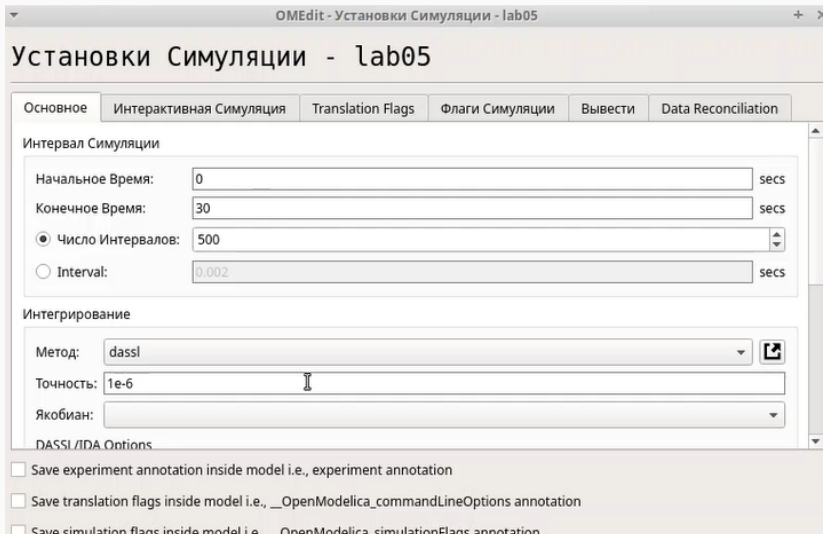


The screenshot shows the OpenModelica IDE interface. At the top, there is a toolbar with icons for file operations, a search icon, and a status bar indicating 'Доступный на запись' (Available for writing). Below the toolbar, there are tabs for 'Model' and 'Вид Текст' (Text View). The main editor area displays the following code:

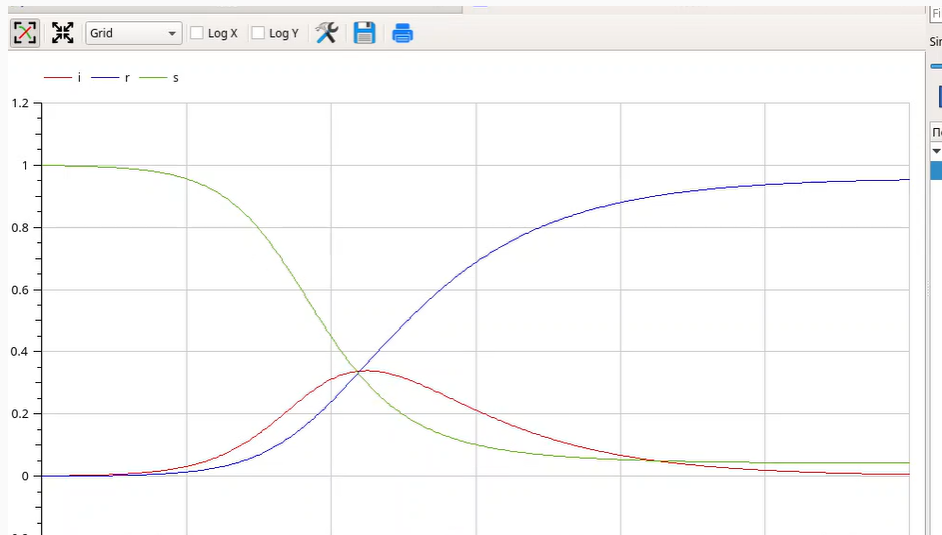
```
1 model lab05
2   parameter Real S_0 = 0.999;
3   parameter Real I_0 = 0.001;
4   parameter Real R_0 = 0;
5
6   parameter Real N = 1;
7   parameter Real b = 1;
8   parameter Real c = 0.3;
9
10  Real S(start=S_0);
11  Real I(start=I_0);
12  Real R(start=R_0);
13
14  equation
15    der(S)=- (b*S*I)/N;
16    der(I)=(b*S*I)/N-c*I;
```

## Этапы выполнения работы

Изменяю параметры моделирования и ставлю конечное время интегрирования на 30(рис.13).



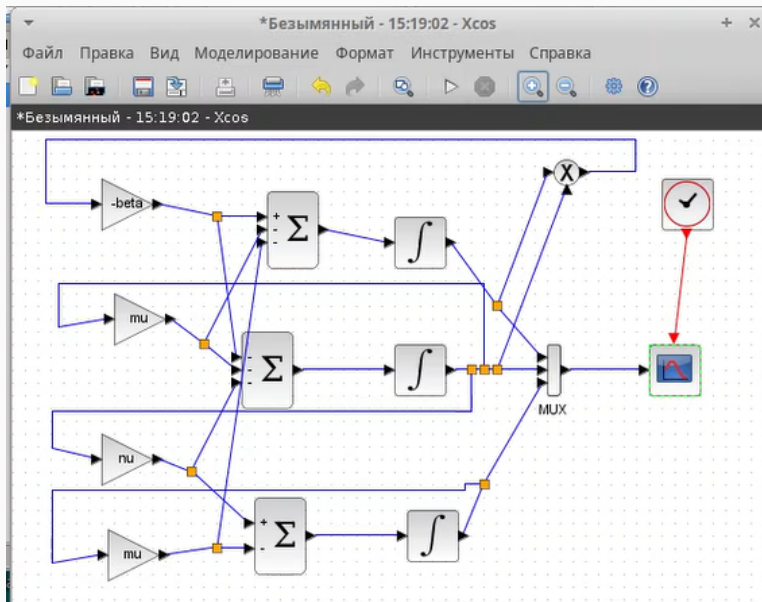
Результат прпрограммы - график(рис.14).



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.

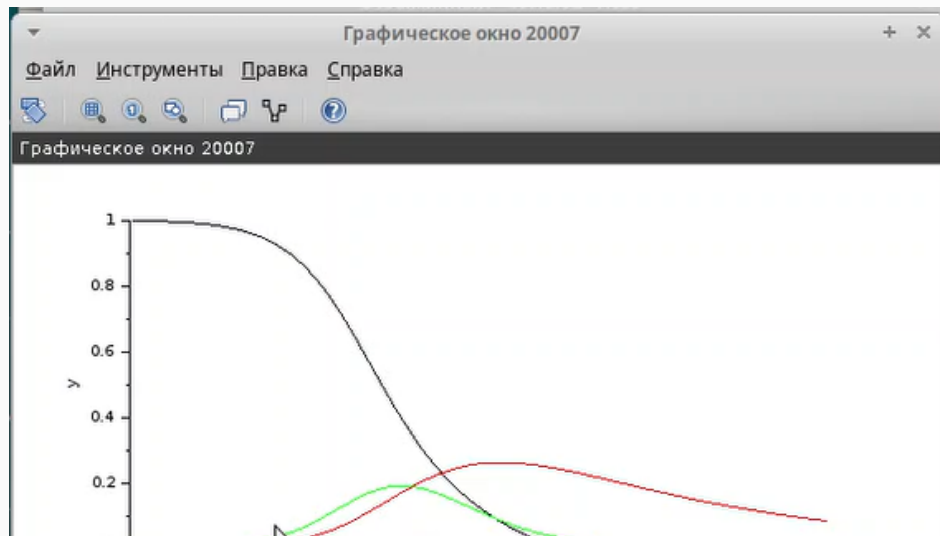
Зафиксируем начальные данные:  $\beta = 1$ ,  $\nu = 0,3$ ,  $m_i = 0.1$ ,  $s(0) = 0,999$ ,  $i(0) = 0,001$ ,  $r(0) = 0$ . В меню Моделирование, Задать переменные окружения задаю значения переменных  $\beta$  и  $\nu$ . строю модель, подходящую под заданное уравнение(рис.15).

## Этапы выполнения работы



## Этапы выполнения работы

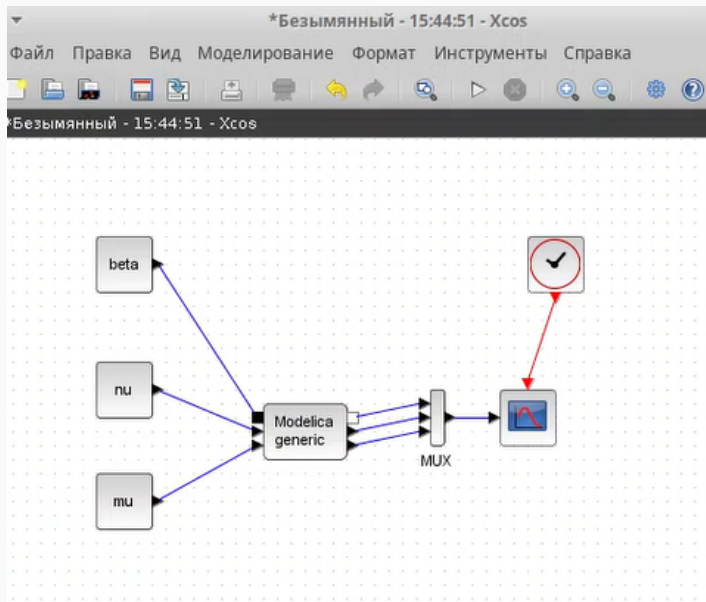
Результат прпрограммы - график(рис.16).





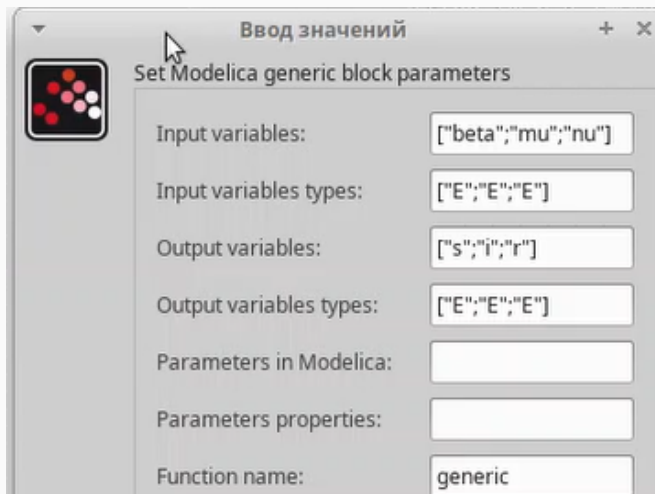
Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos. Для реализации модели с помощью языка Modelica помимо блоков CLOCK\_c, CSCOPe, TEXT\_f и MUX требуются блоки CONST\_m — задаёт константу; MBLOCK (Modelica generic) — блок реализации кода на языке Modelica. Задаём значения переменных  $\beta$  и  $\nu$ . Переменные на входе ("beta", "nu". mu) и выходе ("s", "i", "r") блока заданы как внешние ("E"). реализую модель SIR в xcos с применением блока Modelica(рис.17).

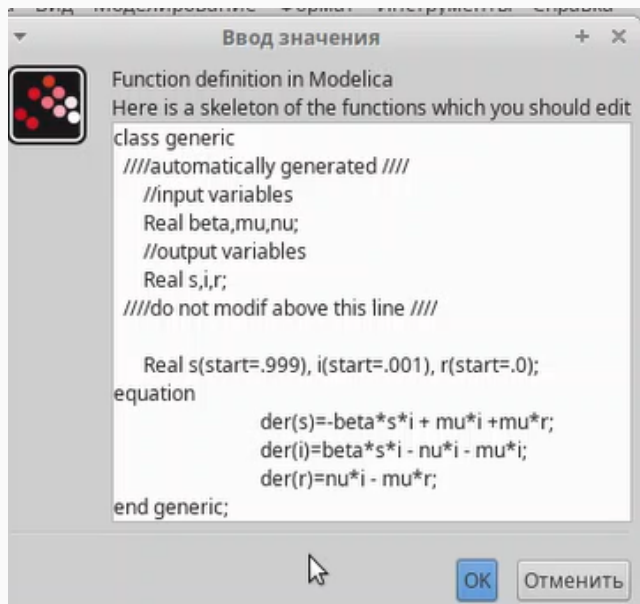
## Этапы выполнения работы



## Этапы выполнения работы

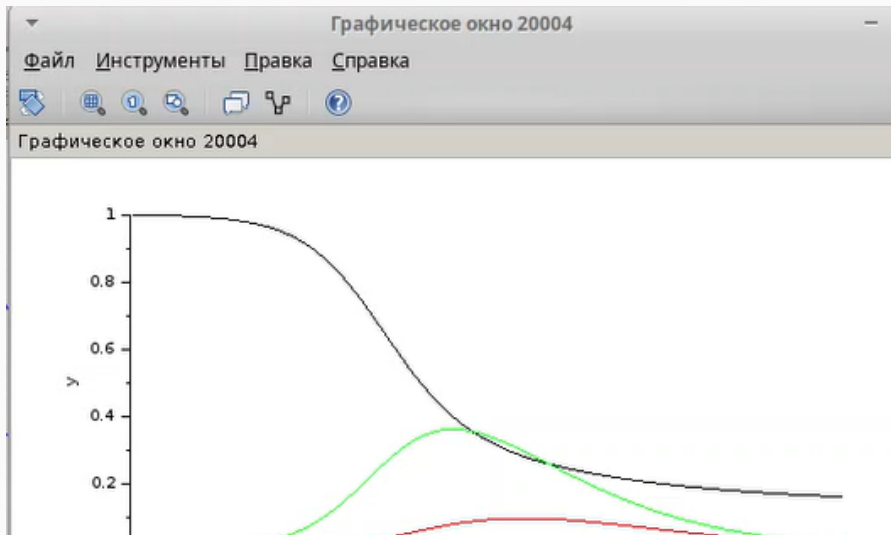
Настраиваю Параметры блока Modelica для модели. Пишу Код на языке Modelica(рис.18), (рис.19).





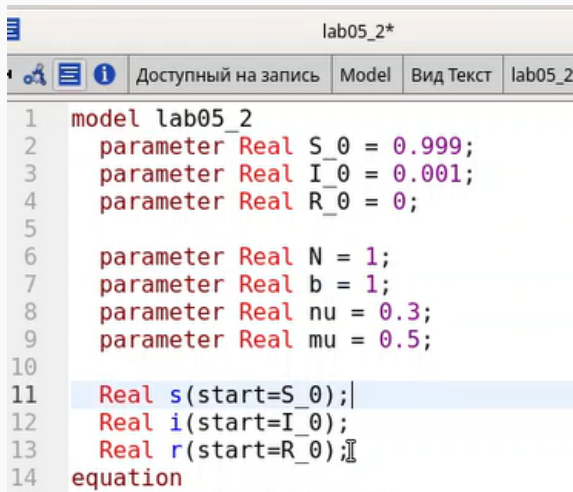
## Этапы выполнения работы

Результат прпрограммы - график(рис.20).



## Этапы выполнения работы

Реализую модель SIR в OpenModelica. Изменяю параметры моделирования и ставлю конечное время интегрирования на 30(рис.21).



The screenshot shows the OpenModelica IDE interface. The title bar reads 'lab05\_2\*'. Below it is a toolbar with icons for simulation, documentation, and information, followed by a status bar indicating 'Доступный на запись' (Available for writing). The main window displays the model definition for 'lab05\_2' in a text editor. The code is as follows:

```
1 model lab05_2
2   parameter Real S_0 = 0.999;
3   parameter Real I_0 = 0.001;
4   parameter Real R_0 = 0;
5
6   parameter Real N = 1;
7   parameter Real b = 1;
8   parameter Real nu = 0.3;
9   parameter Real mu = 0.5;
10
11   Real s(start=S_0);
12   Real i(start=I_0);
13   Real r(start=R_0);
14 equation
```

Результат прпрограммы - график(рис.22).

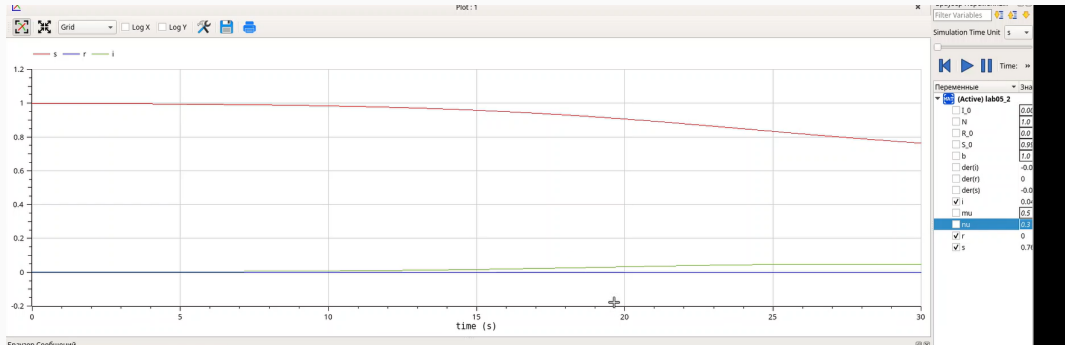


Рис. 22: Результат программы

Ознакомилась с Моделью эпидемии (SIR). Выполнила задания на эту тему.