

# Информация

---

## Докладчик

---

.....: {column align=center}

::: {column width="70%"}

- Эспиноса Василита Кристина Микаела
- студентка
- Российский университет дружбы народов
- [1032224624@pfur.ru](mailto:1032224624@pfur.ru)
- <https://github.com/crisespinoza/>

:::

::: {column width="30%"}

:::

.....:

## Цель работы

---

Построить модель SIR в xcos и OpenModelica.

## Задание

---

- Реализовать модель SIR в xcos;
  - Реализовать модель SIR с помощью блока Modelica в xcos;
  - Реализовать модель SIR в OpenModelica;
  - 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.

## Выполнение лабораторной работы

---

Задача о распространении эпидемии описывается системой дифференциальных уравнений:

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

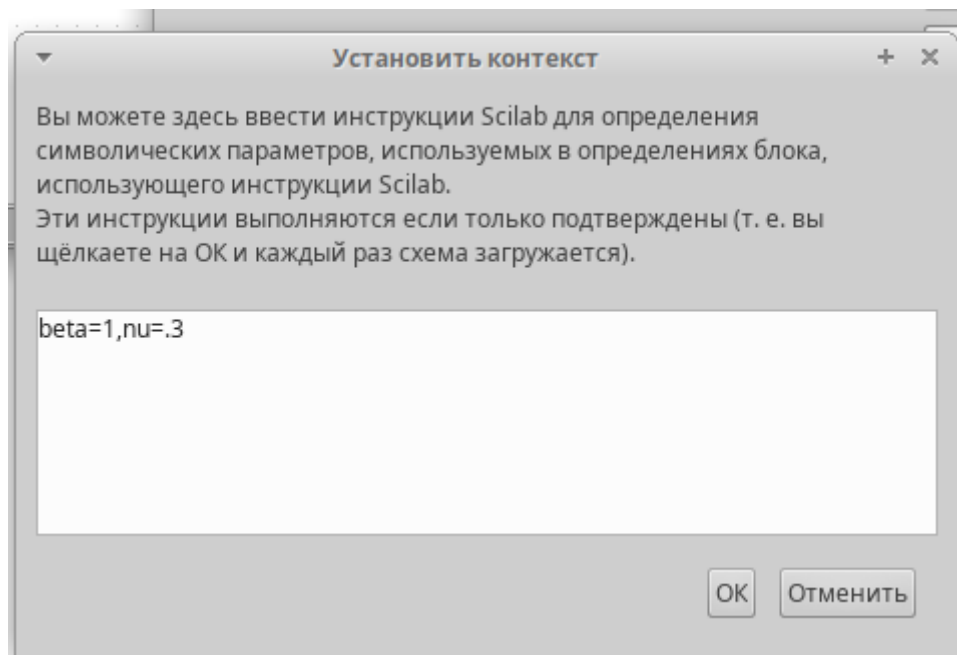
где  $\beta$  -- скорость заражения,  $\nu$ -- скорость выздоровления.

# 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  $\nu$



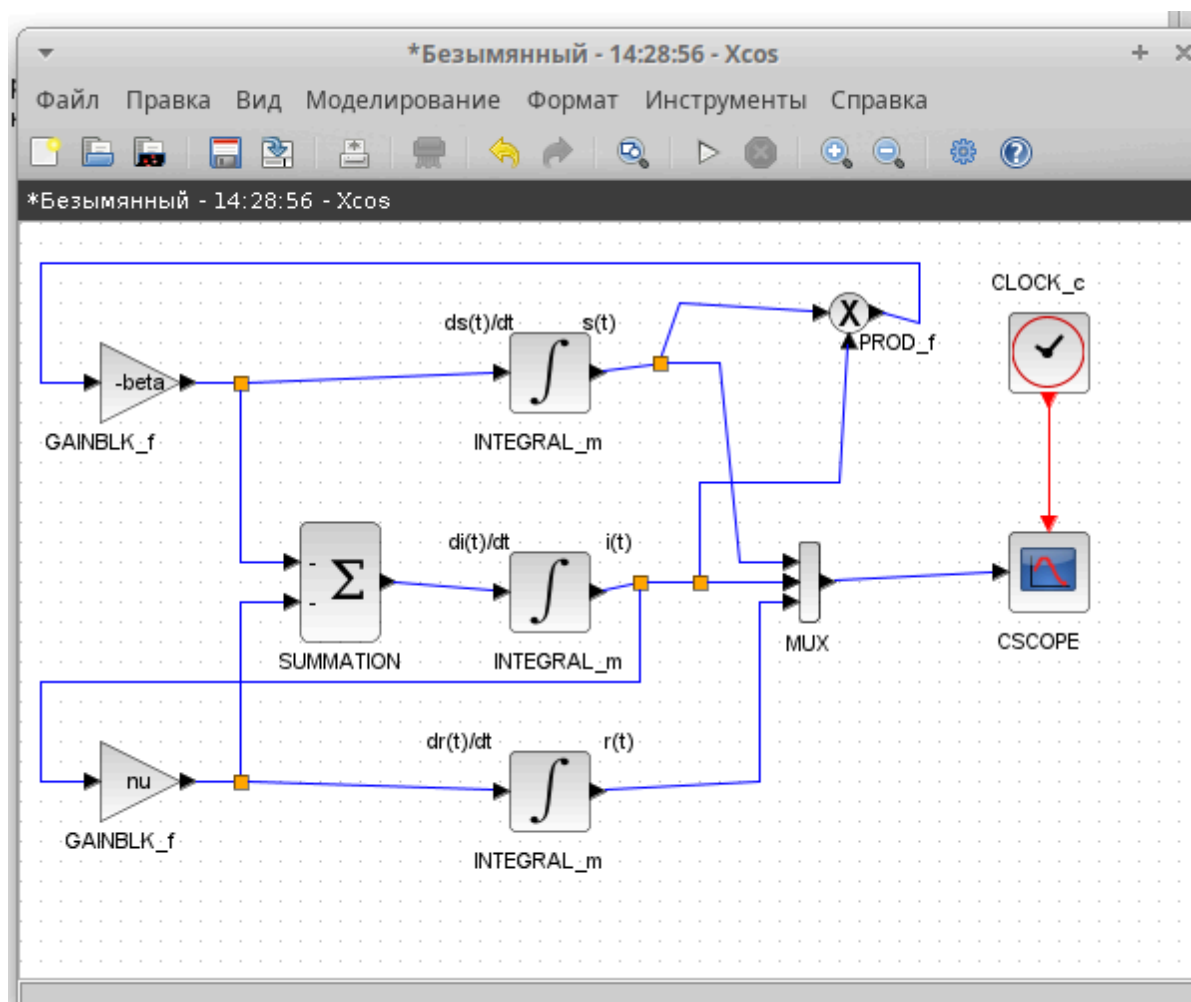
# Реализация модели в xcos

---

Для реализации модели будем использовать следующие блоки:

- CLOCK\_c -- запуск часов модельного времени;
- CSCOPE -- 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.

# Реализация модели в xcoss



# Реализация модели в xcoss

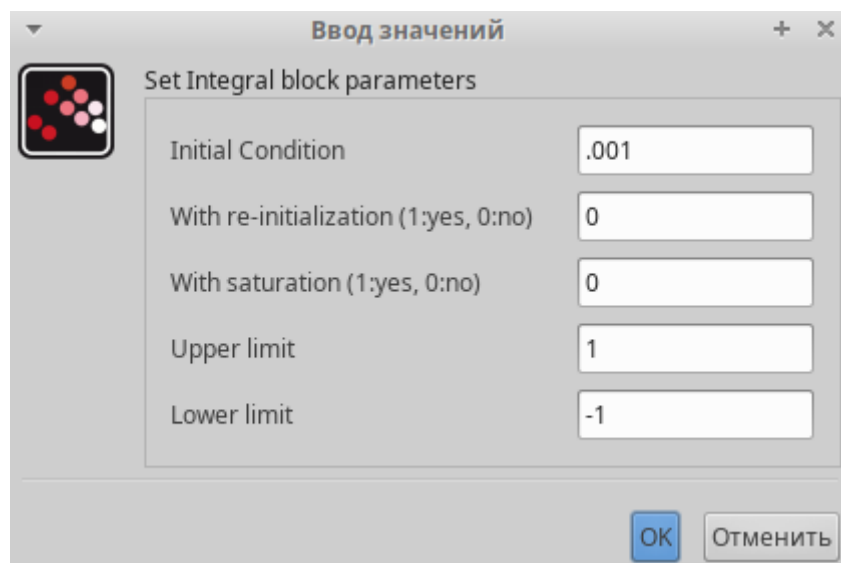
В параметрах верхнего и среднего блока интегрирования необходимо задать начальные значения:

The dialog box titled "Ввод значений" (Set Integral block parameters) contains the following settings:

Parameter	Value
Initial Condition	.999
With re-initialization (1:yes, 0:no)	0
With saturation (1:yes, 0:no)	0
Upper limit	1
Lower limit	-1

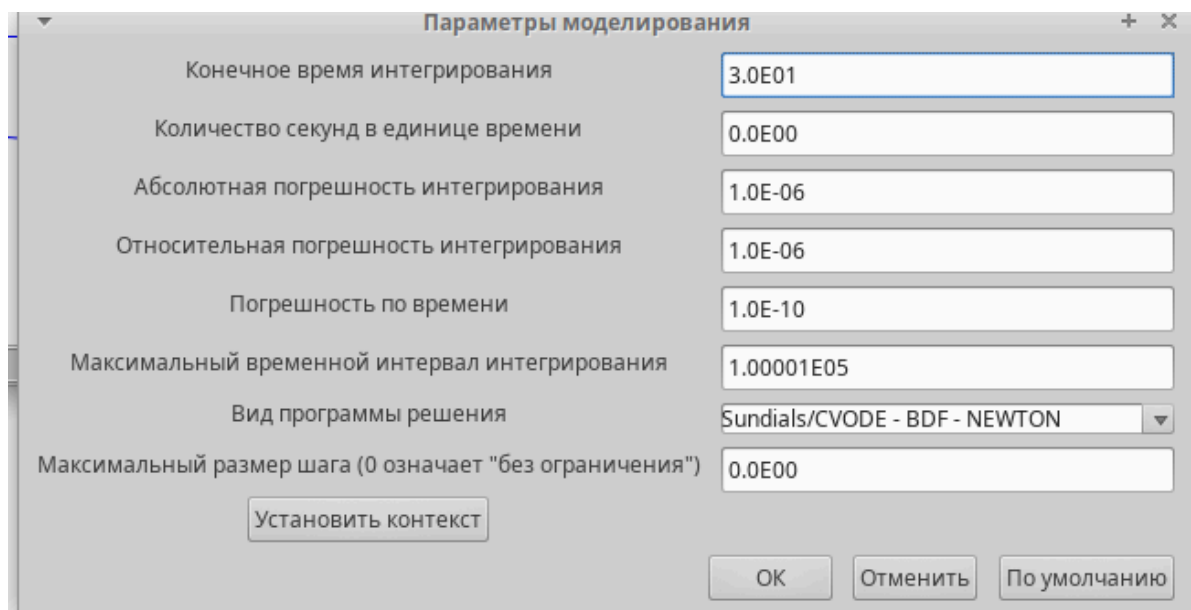
Buttons: OK, Отменить

## Реализация модели в хcos



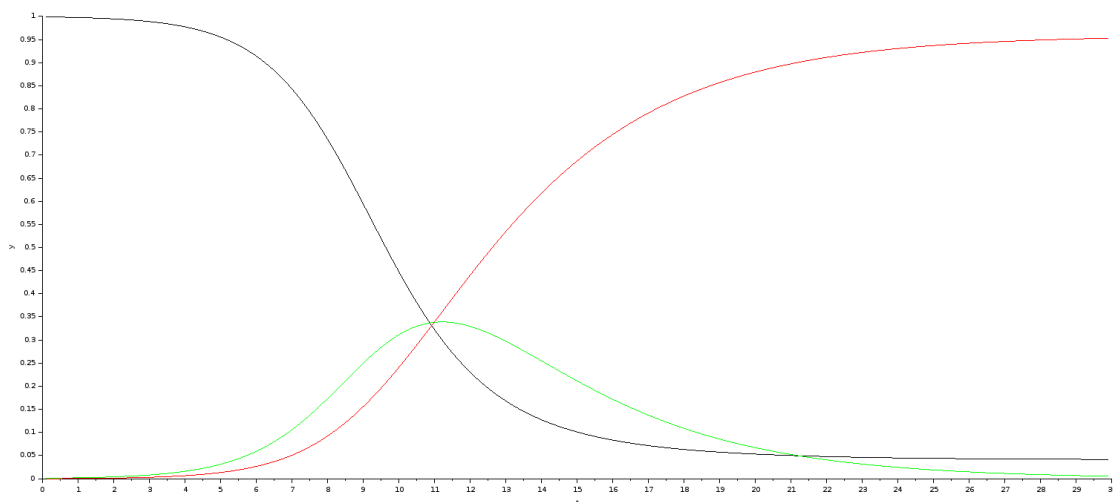
## Реализация модели в хcos

В меню Моделирование, Установка зададим конечное время интегрирования, равным времени моделирования, в данном случае 30



## Реализация модели в хcos

Результат моделирования представлен на рисунке

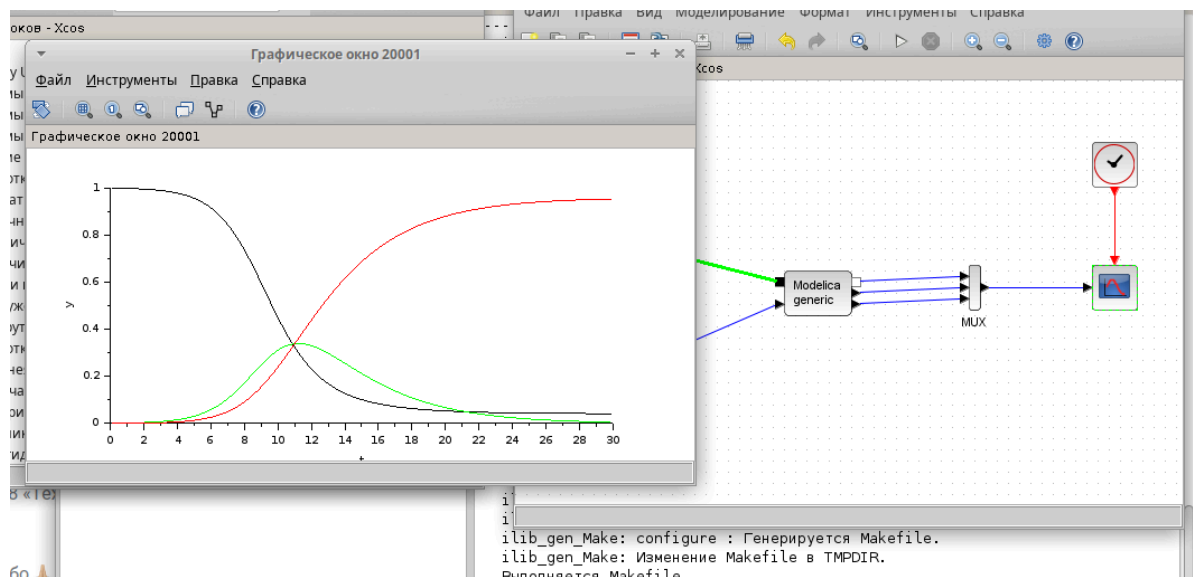


## Реализовать модель SIR с помощью блока Modelica в в xcos

Готовая модель SIR представлена на рис

Для реализации модели (5.1) 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  $\nu$

## Реализовать модель SIR с помощью блока Modelica в в xcos

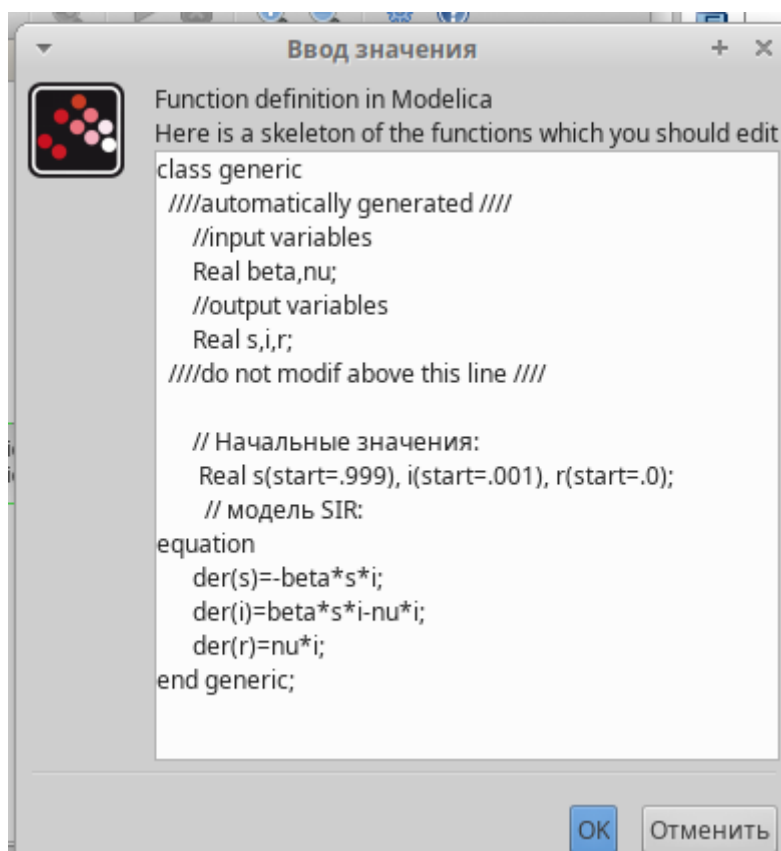


## Реализовать модель SIR с помощью блока Modelica в в xcos

Параметры блока Modelica:

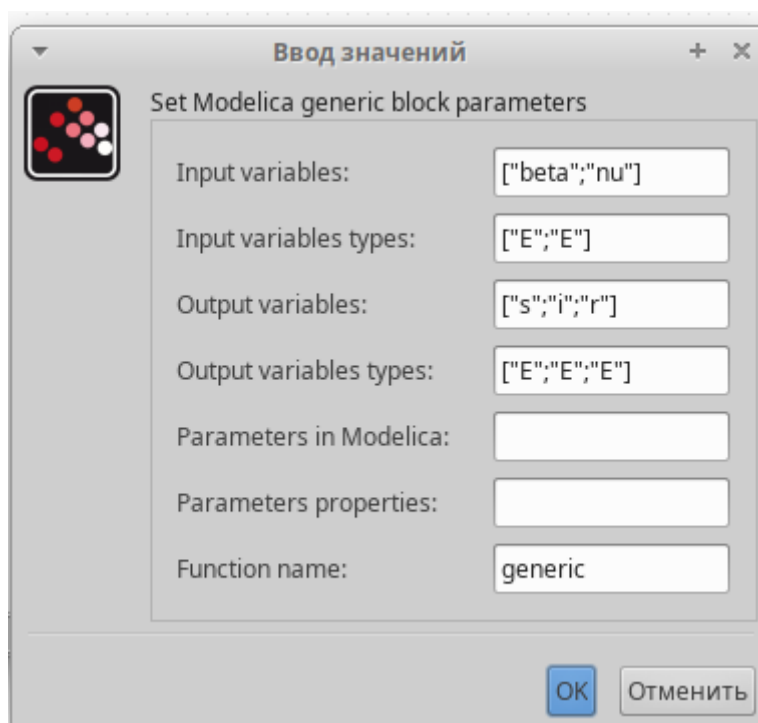
# Реализовать модель SIR с помощью блока Modelica в в xcos

---



# Реализовать модель SIR с помощью блока Modelica в в xcos

---



## Упражнение

---

В качестве упражнения нам надо построить модель SIR на OpenModelica.

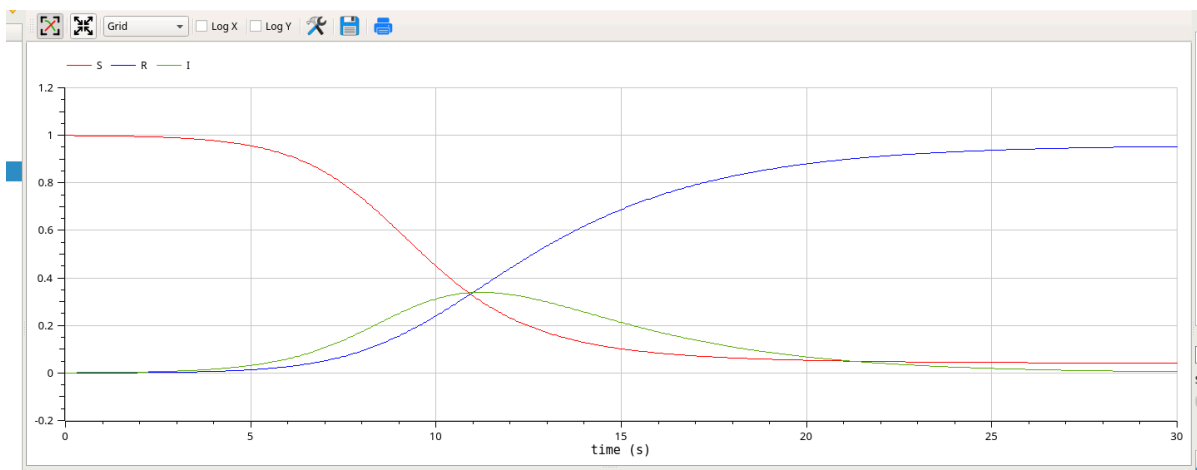
```

1  model lab1
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;
17     der(R) = c*I;
18
19 end lab1;

```

## Упражнение

задав конечное время 30 с, В результате получаем следующий график



## Задание для самостоятельного выполнения

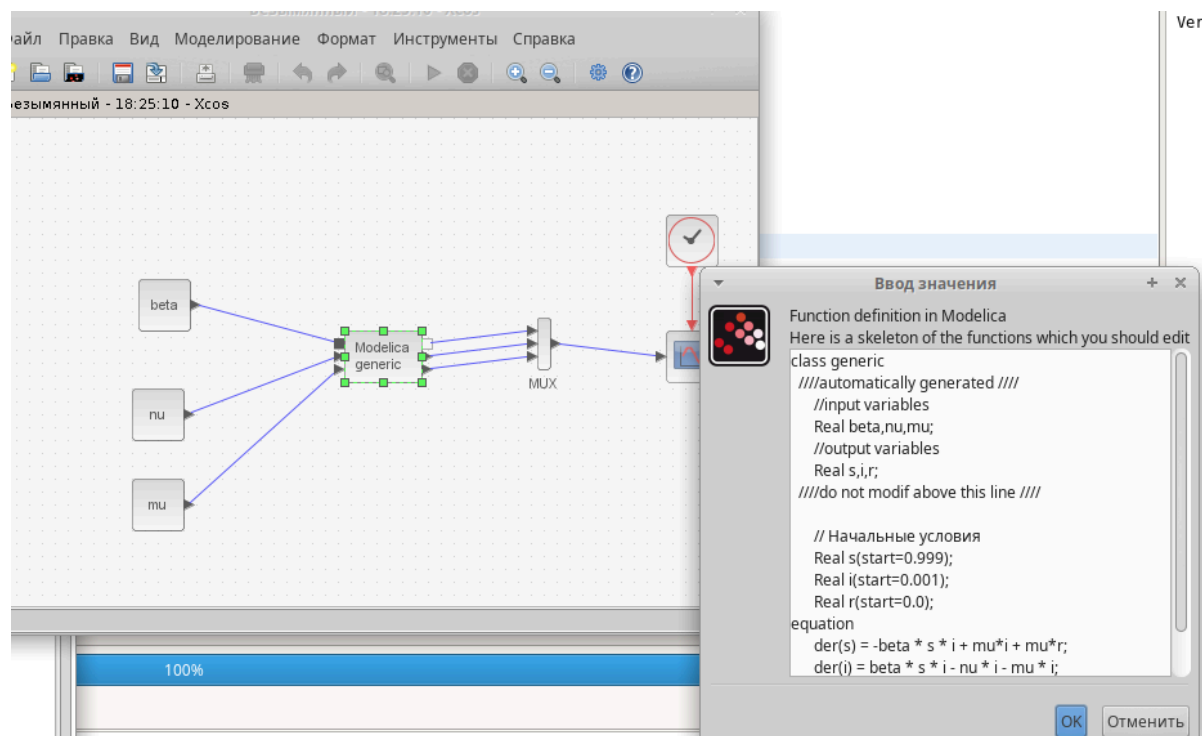
Предположим, что в модели SIR учитываются демографические процессы, в частности, что смертность в популяции полностью уравнивается рождаемостью, а все рожденные индивидуумы появляются на свет абсолютно здоровыми. Тогда получим следующую систему уравнений:

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

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

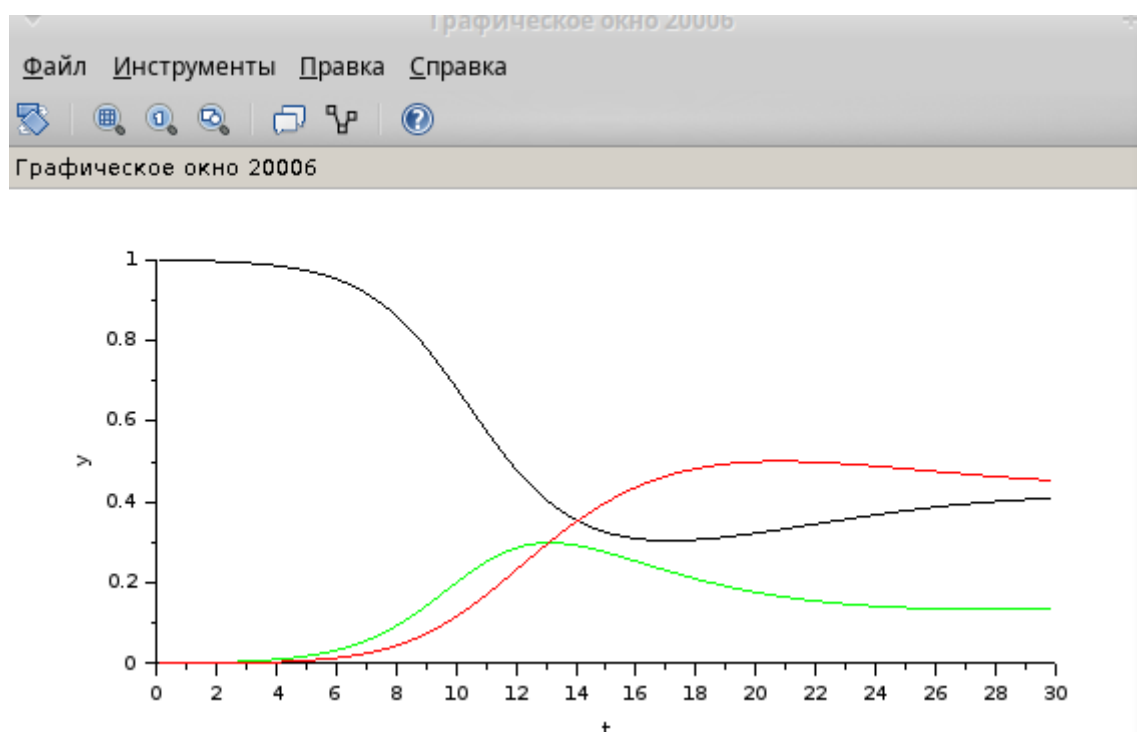
## Задание для самостоятельного выполнения

Реализуем модель SIR с учетом демографических процессов в xcos с помощью блоков Modelica



## Задание для самостоятельного выполнения

В результате получаем следующий график

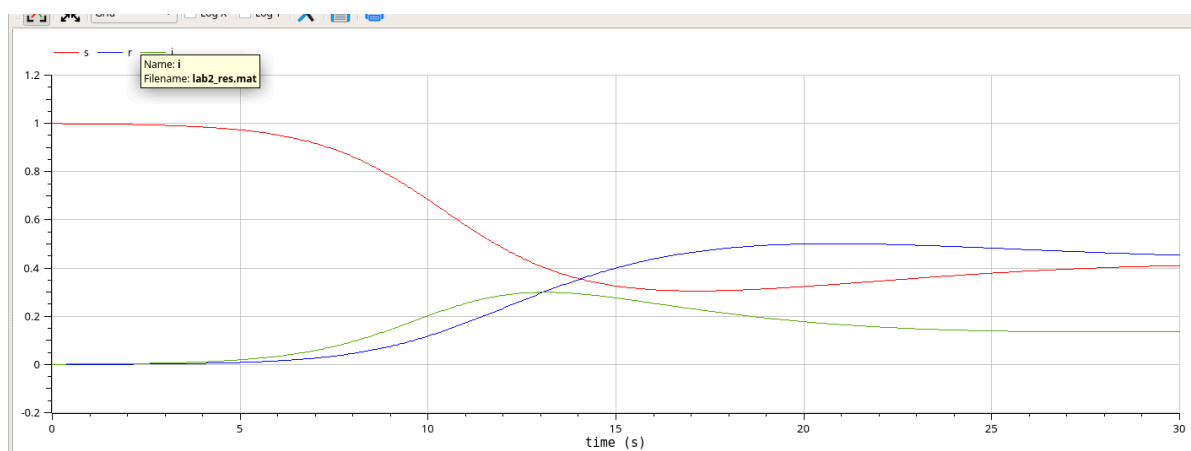




# Задание для самостоятельного выполнения

Реализуем модель SIR с учетом демографических процессов на OpenModelica.

```
1  model lab2
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 beta = 1;
8    parameter Real nu = 0.3;
9    parameter Real mu = 0.1;
10
11    Real s(start=S_0);
12    Real i(start=I_0);
13    Real r(start=R_0);
14
15
16
17  equation
18    der(s) = -beta*s*i + mu*i + mu*r;
19    der(i) = beta * s * i - nu * i - mu * i;
20    der(r) = nu * i - mu * r;
21
22  end lab2;
```



## Выводы

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