**РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ**

**Факультет физико-математических и естественных наук**

**Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей**

# ОТЧЕТ

# ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 4

*дисциплина: Моделирование информационных процессов*

Студент: Худицкий Василий Олегович

Группа: НКНбд-01-19

**МОСКВА**

2022 г.

## Постановка задачи

Построение модели эпидемии SIR в xcos.

Начальные данные: $\beta = 1$, $\nu = 0.3$, $s(0) = 0.999$, $i(0) = 0.001$, $r(0) = 0$, где

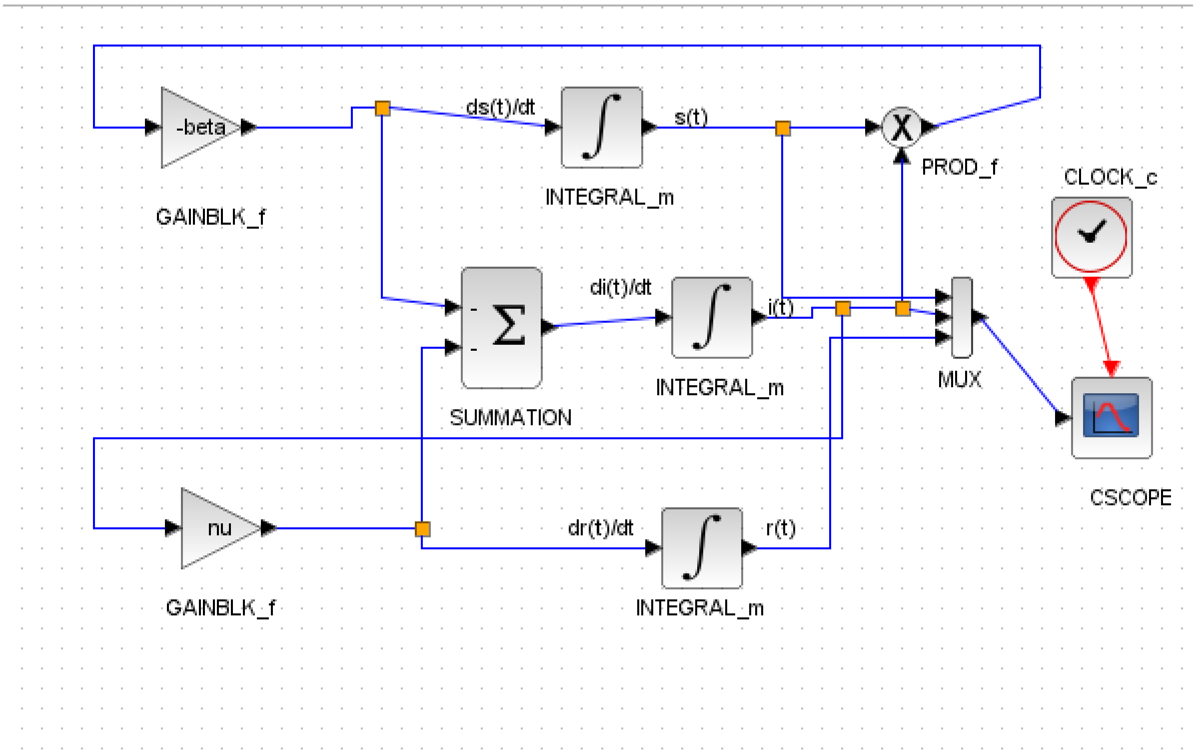
$\beta$ – скорость заражения, $\nu$ – скорость выздоровления;

s – здоровые особи, i – заразившиеся переносчики болезни, r – те, кто выздоровел и перестал распространять болезнь.

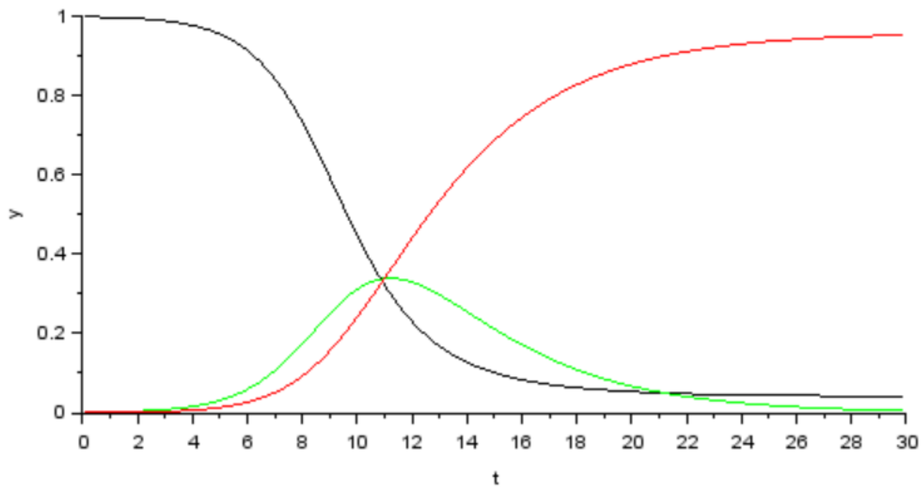
## Выполнение работы

### 1 Реализация модели в xcos

В меню *Моделирование, Установить контекст* задал значения переменных $\beta$ и $\nu$. Построил модель в xcos (рис.1).



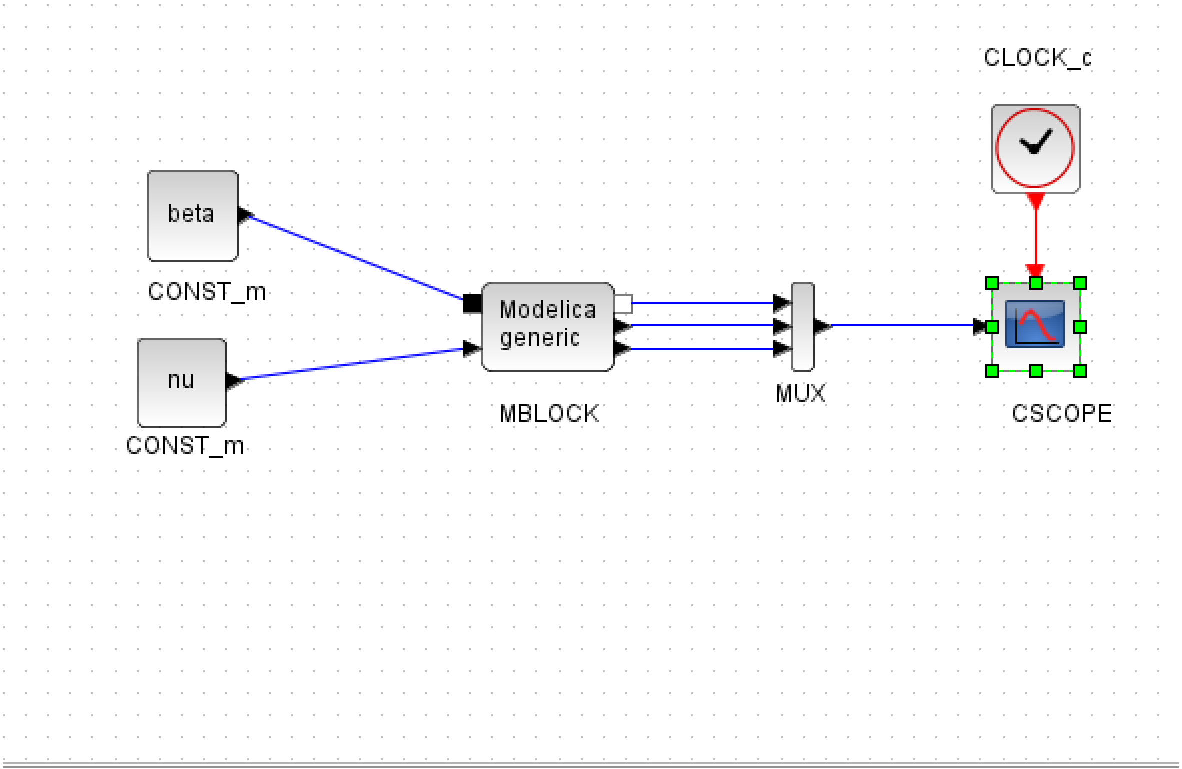

В меню *Моделирование, Установка* задал конечное время интегрирования, равным 30. В результате получил график (рис. 2).



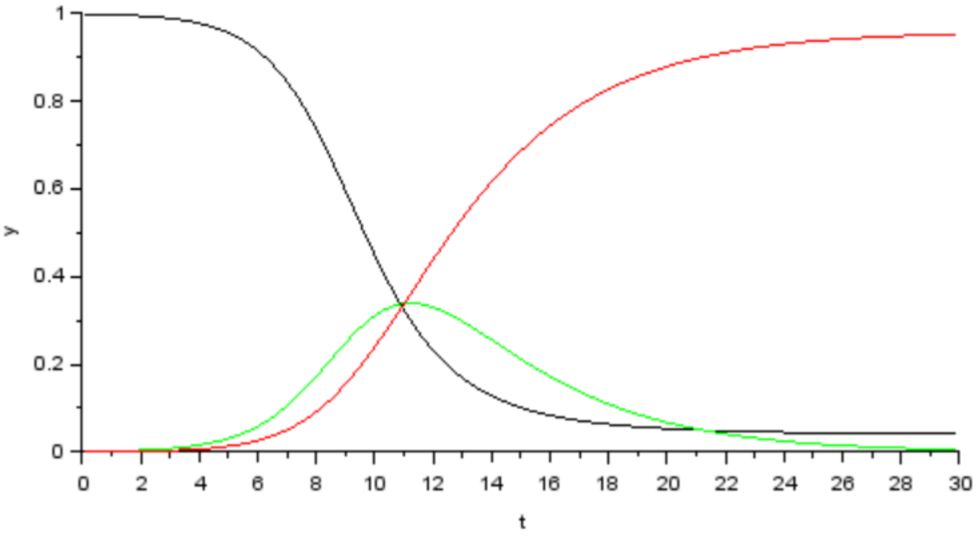

## 2 Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos

В меню *Моделирование, Установить контекст* задал значения переменных β и ν. Построил модель в xcos (рис.3).

В параметрах блока MBLOCK (Modelica generic) задал входные и выходные переменные, а также ввел код, предоставленный в задании.




В меню *Моделирование, Установка* задал конечное время интегрирования, равным 30. В результате получил график (рис. 4).



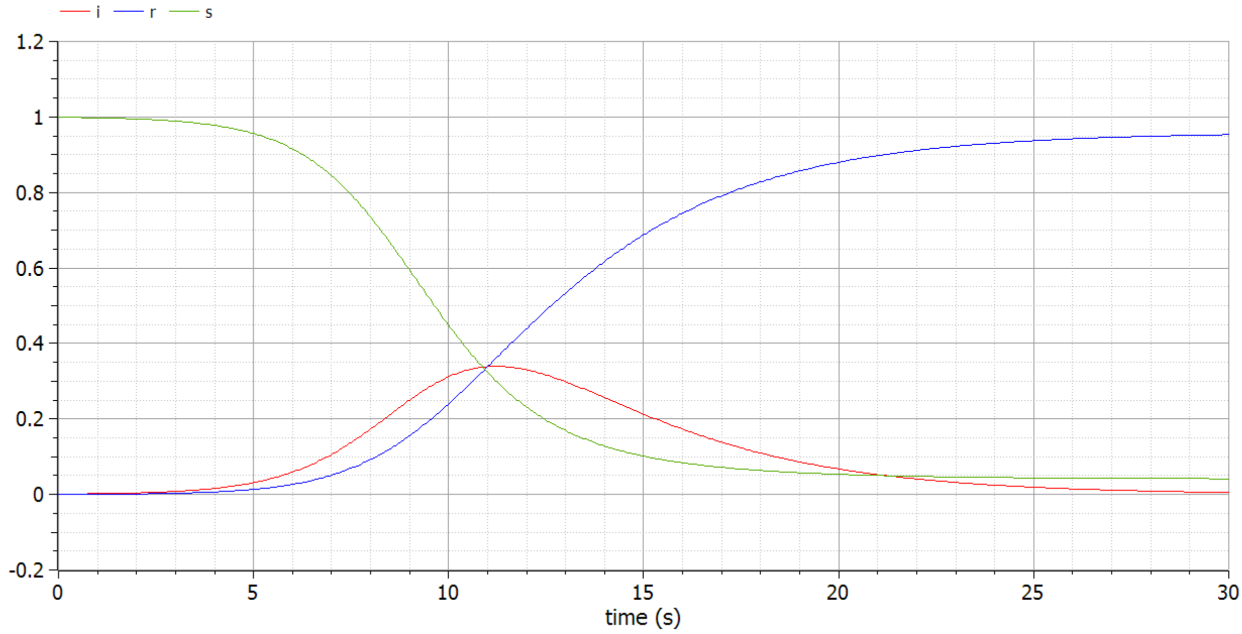

### 3 Упражнение

Создал новую модель, описал переменные, константы и начальные значения переменных, добавил уравнения, такие же, как и для блока MBLOCK в xcos.

Листинг:

```
model lab05
  constant Real beta = 1;//скорость заражения
  constant Real nu = 0.3;//скорость выздоровления
  Real s;//здоровые особи, которые находятся в группе риска и могут подхватить
инфекцию
  Real i;//заразившиеся переносчики болезни
  Real r;//те, кто выздоровел и перестал распространять болезнь
initial equation//начальные значения
  s = 0.999;
  i = 0.001;
  r = 0;
equation//уравнения
  der(s)=-beta*s*i;
  der(i)=beta*s*i-nu*i;
  der(r)=nu*i;
end lab05;
```

В меню *Установки симуляции* задал конечное время равным 30. В результате получил график (рис. 5).



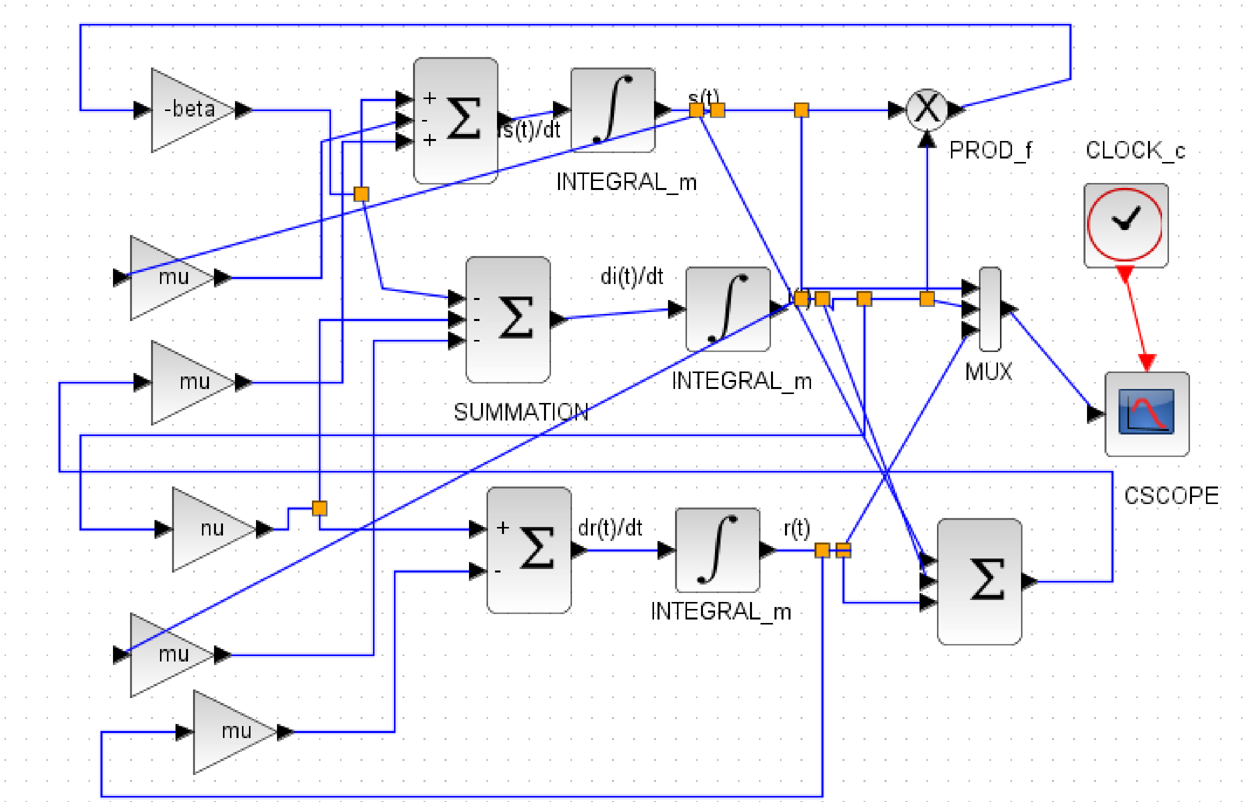

**4 Задание для самостоятельного выполнения**

Раскрыл скобки в первом уравнении системы. Так как N = s(t)+i(t)+r(t), получил

$$\dot{s} = -\beta s(t)i(t) + \mu i(t) + \mu r(t)$$

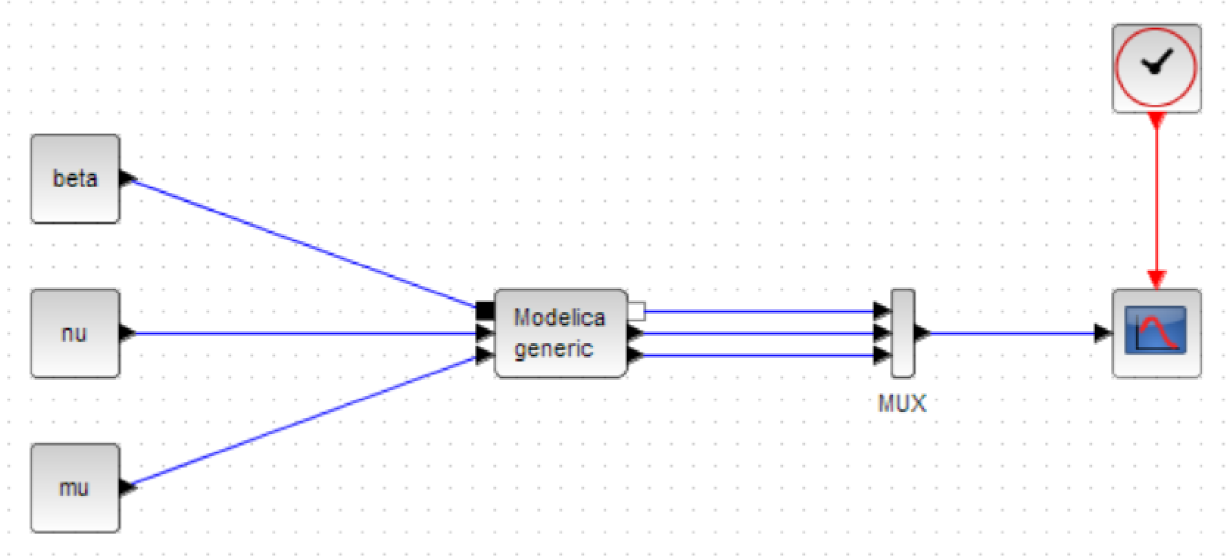
Изменил модель из пункта 5.2 задания согласно условиям этого пункта, получил модель, представленную на рис.6.

Установил mu = 0, получил график, совпадающий с графиком на рис.2.



Для реализации в xcos с использованием блока Modelica изменил модель из пункта 5.3 задания согласно условиям этого пункта, получил модель, представленную на рис.7.

Как и в прошлой модели, установил mu = 0, и тоже получил график, совпадающий с графиком на рис.2.




Для реализации в OpenModelica добавил константу mu и изменил уравнения в соответствии с заданием.

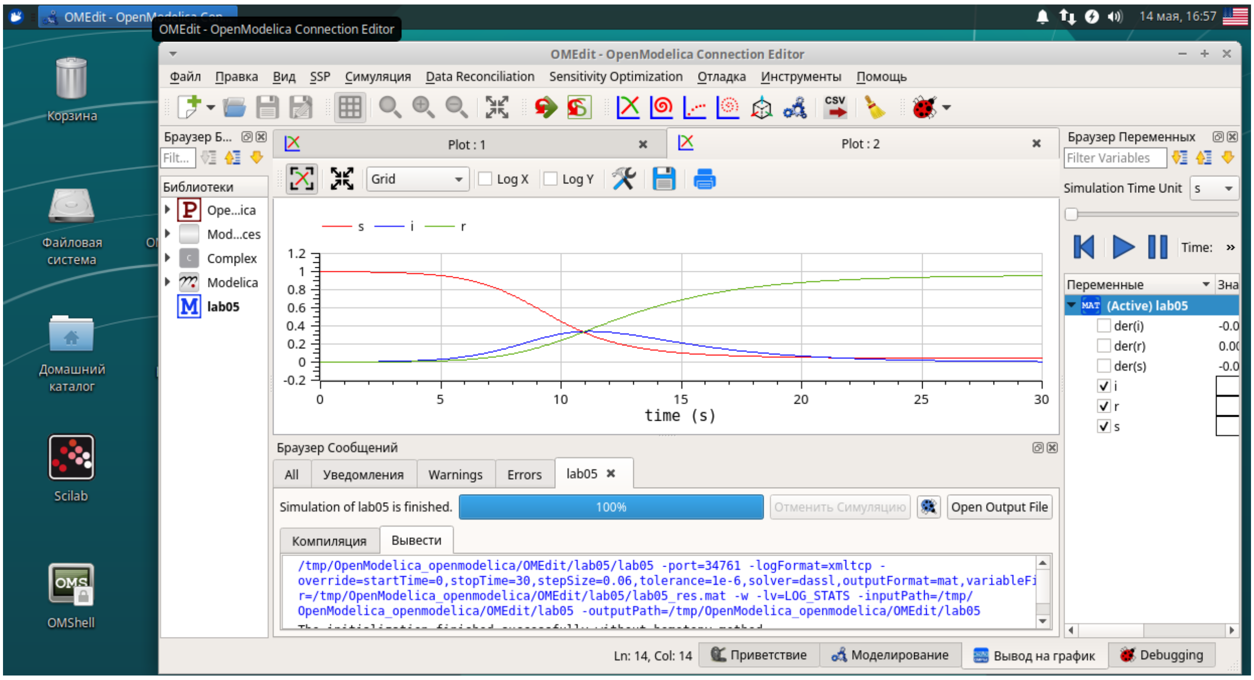
Как и в прошлой модели, установил mu = 0, и тоже получил график, совпадающий с графиком на рис.2.

Листинг:

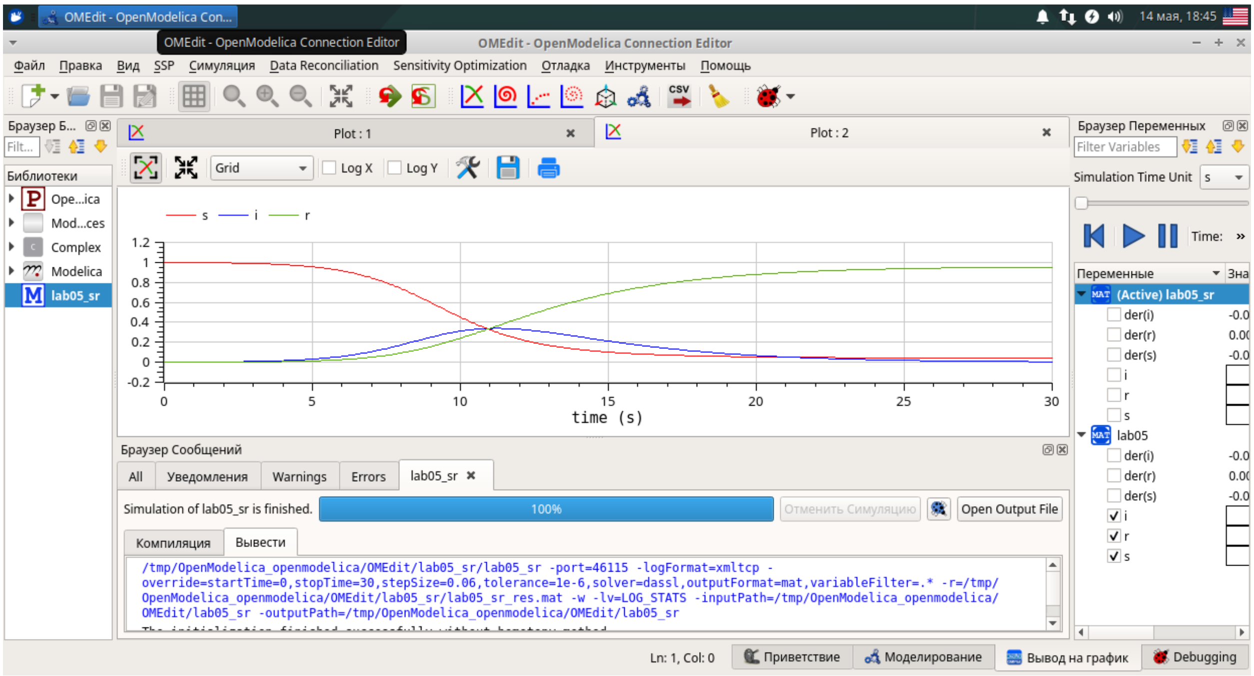
```
model lab05_sr
  constant Real beta = 1;//скорость заражения
  constant Real nu = 0.5;//скорость выздоровления
  constant Real mu = 0.1;//скорость выздоровления
  Real s;//здоровые особи, которые находятся в группе риска и могут подхватить инфекцию
  Real i;//заразившиеся переносчики болезни
  Real r;//те, кто выздоровел и перестал распространять болезнь
initial equation//начальные значения
  s = 0.999;
  i = 0.001;
  r = 0;
equation//уравнения
  der(s)=-beta*s*i+mu*i+mu*r;
  der(i)=beta*s*i-nu*i-mu*i;
  der(r)=nu*i-mu*r;
end lab05_sr;
```

Анализ графиков в зависимости от значений параметров.

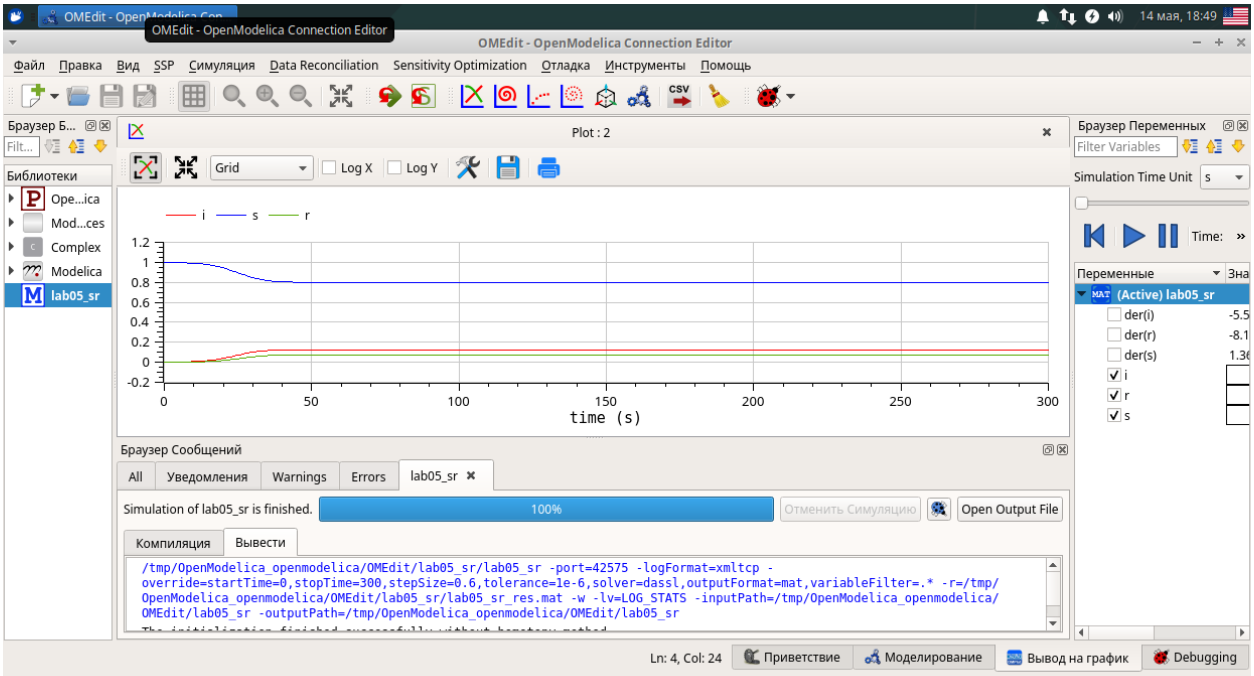
Построил графики эпидемического порога при различных значениях параметров модели, изменяя параметры mu, beta, nu (рис. 8-14).

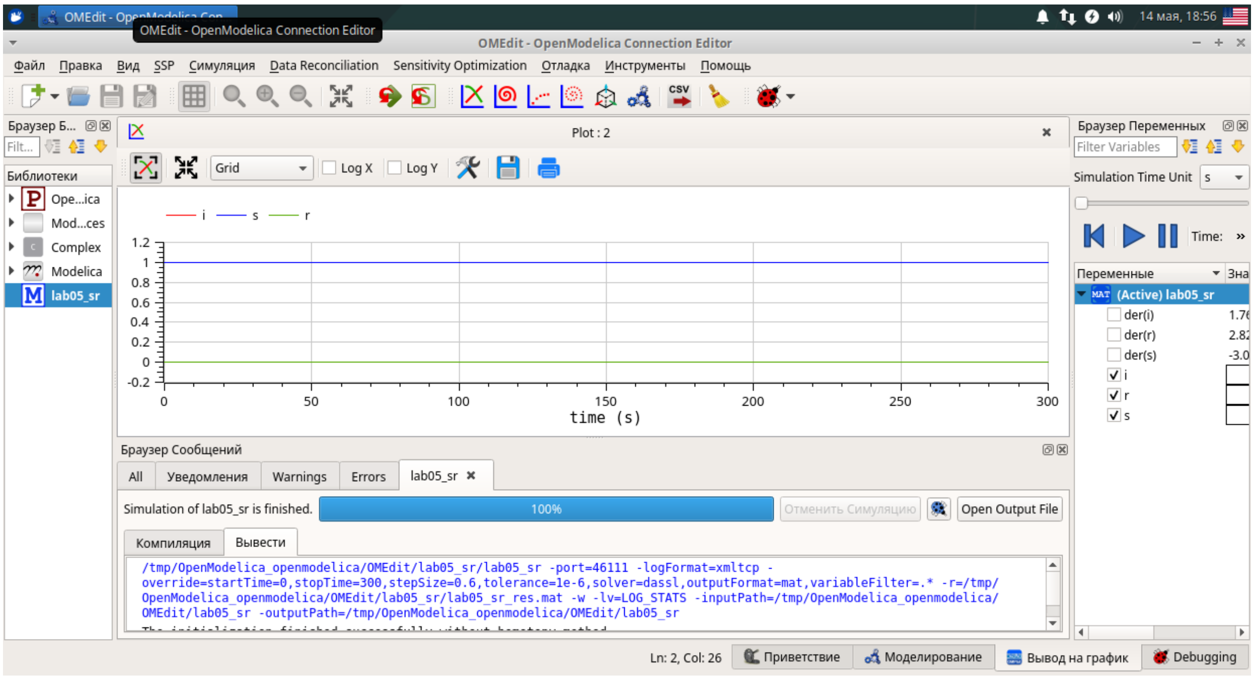


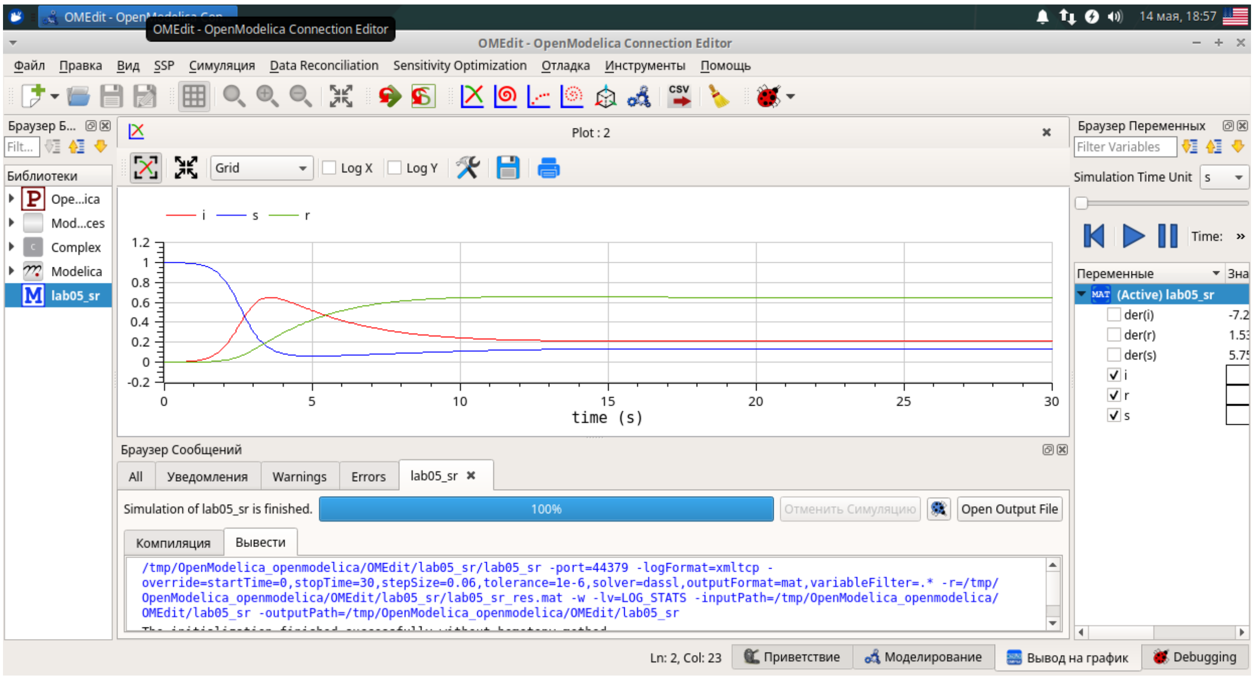
OMEdit - OpenModelica Connection Editor
Файл Правка Вид SSP Симуляция Data Reconciliation Sensitivity Optimization Отладка Инструменты Помощь
Plot : 1
Plot : 2
Grid
Log X
Log Y
s
i
r
time (s)
Браузер Переменных
Simulation Time Unit
Time:
Переменные
(Active) lab05
der(i)
der(r)
der(s)
Библиотеки
lab05
Браузер Сообщений
All
Уведомления
Warnings
Errors
Simulation of lab05 is finished.
100%
Отменить Симуляцию
Open Output File
Компиляция
Вывести
/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05/lab05 -port=34761 -logFormat=xmltcp -override=startTime=0,stopTime=30,stepSize=0.06,tolerance=1e-6,solver=dassl,outputFormat=mat,variableFilter=.* -r=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05/lab05_res.mat -w -lv=LOG_STATS -inputPath=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05 -outputPath=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05
Ln: 14, Col: 14
Приветствие
Моделирование
Вывод на график
Debugging
Корзина
Файловая система
Домашний каталог
Scilab
OMShell
14 мая, 16:57

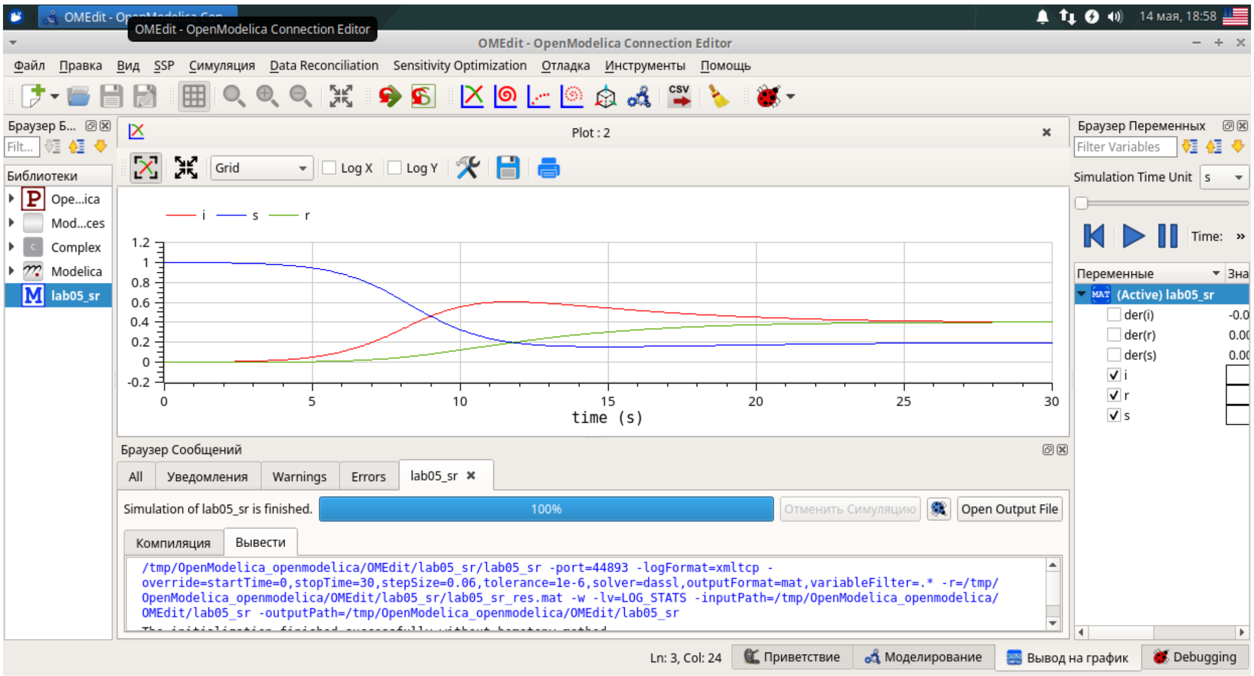



OMEdit - OpenModelica Connection Editor
Файл Правка Вид SSP Симуляция Data Reconciliation Sensitivity Optimization Отладка Инструменты Помощь
Plot : 1
Plot : 2
Grid
Log X
Log Y
s
i
r
time (s)
Браузер Переменных
Simulation Time Unit
Time:
Переменные
(Active) lab05_sr
lab05
Библиотеки
lab05_sr
Браузер Сообщений
All
Уведомления
Warnings
Errors
Simulation of lab05_sr is finished.
100%
Отменить Симуляцию
Open Output File
Компиляция
Вывести
/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr/lab05_sr -port=46115 -logFormat=xmltcp -override=startTime=0,stopTime=30,stepSize=0.06,tolerance=1e-6,solver=dassl,outputFormat=mat,variableFilter=.* -r=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr/lab05_sr_res.mat -w -lv=LOG_STATS -inputPath=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr -outputPath=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr
Ln: 1, Col: 0
Приветствие
Моделирование
Вывод на график
Debugging
14 мая, 18:45


OMEdit - OpenModelica Connection Editor
14 мая, 18:49
Файл Правка Вид SSP Симуляция Data Reconciliation Sensitivity Optimization Отладка Инструменты Помощь
Plot : 2
Grid
Log X
Log Y
i
s
r
time (s)
Браузер Переменных
Filter Variables
Simulation Time Unit
Time:
Переменные
(Active) lab05_sr
der(i)
der(r)
der(s)
Библиотеки
Complex
Modelica
lab05_sr
Браузер Сообщений
All
Уведомления
Warnings
Errors
lab05_sr
Simulation of lab05_sr is finished.
100%
Отменить Симуляцию
Open Output File
Компиляция
Вывести
/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr/lab05_sr -port=42575 -logFormat=xmltcp -override=startTime=0,stopTime=300,stepSize=0.6,tolerance=1e-6,solver=dassl,outputFormat=mat,variableFilter=.* -r=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr/lab05_sr_res.mat -w -lv=LOG_STATS -inputPath=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr -outputPath=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr
Ln: 4, Col: 24
Приветствие
Моделирование
Вывод на график
Debugging


OMEdit - OpenModelica Connection Editor
14 мая, 18:56
Файл Правка Вид SSP Симуляция Data Reconciliation Sensitivity Optimization Отладка Инструменты Помощь
Plot : 2
Grid
Log X
Log Y
i
s
r
time (s)
Браузер Переменных
Filter Variables
Simulation Time Unit
Time:
Переменные
(Active) lab05_sr
der(i)
der(r)
der(s)
Библиотеки
Complex
Modelica
lab05_sr
Браузер Сообщений
All
Уведомления
Warnings
Errors
lab05_sr
Simulation of lab05_sr is finished.
100%
Отменить Симуляцию
Open Output File
Компиляция
Вывести
/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr/lab05_sr -port=46111 -logFormat=xmltcp -override=startTime=0,stopTime=300,stepSize=0.6,tolerance=1e-6,solver=dassl,outputFormat=mat,variableFilter=.* -r=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr/lab05_sr_res.mat -w -lv=LOG_STATS -inputPath=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr -outputPath=/tmp/OpenModelica_openmodelica/OMEdit/lab05_sr
Ln: 2, Col: 26
Приветствие
Моделирование
Вывод на график
Debugging




Опираясь на результаты моделирования, можно сделать вывод, что чем выше значение любого из параметров, тем быстрее система достигает стационарного состояния.

В некоторых случаях, например при высоком коэффициенте mu система в течение всего времени моделирования остается в стационарном состоянии.

## Заключение

В результате выполнения лабораторной работы были построены две модели эпидемии SIR: с учетом демографических процессов и без. Для случая, когда в модели присутствует коэффициент рождаемости, были рассмотрены и проанализированы различные сценарии развития эпидемии.