9РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 5

дисциплина: Моделирование информационных процессов

Студент: Доре Стевенсон Эдгар

Группа: НКН-бд-01-19

МОСКВА

2023 г.

Постановка задачи

Построение модели эпидемии SIR в xcos.

Выполнение работы

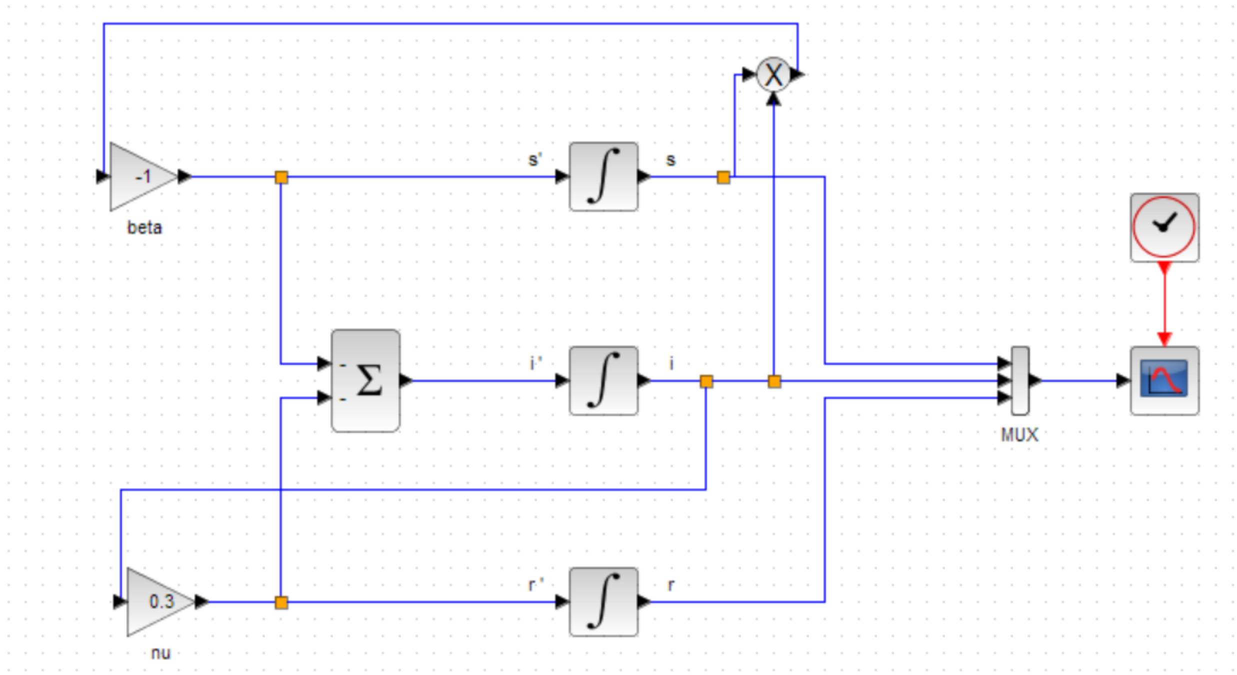
Начальные данные: $\beta = 1$, $\nu = 0.3$, $s(0) = 0.999$, $i(0) = 0.001$, $r(0) = 0$, где

β – скорость заражения, ν – скорость выздоровления;

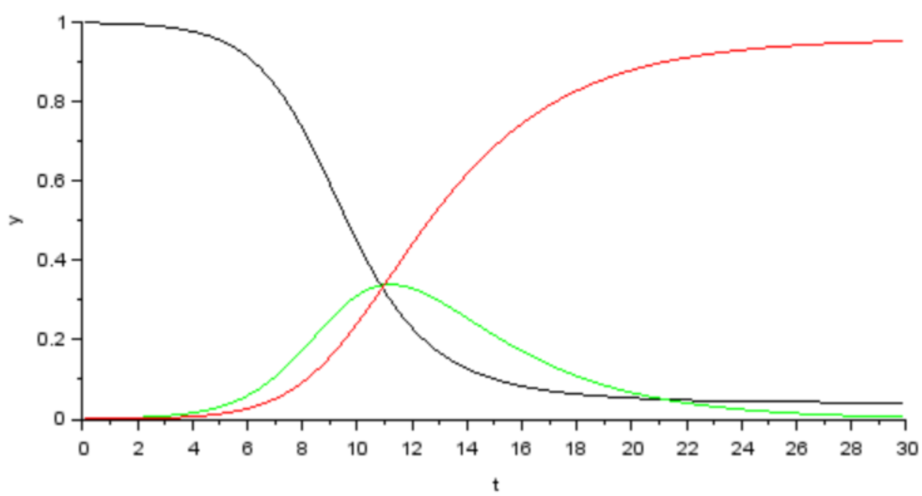
s – здоровые особи, i – заразившиеся переносчики болезни, r – те, кто выздоровел и перестал распространять болезнь.

1 Реализация модели в xcos

1.1 Построение модели в xcos



1.2 Полученный график

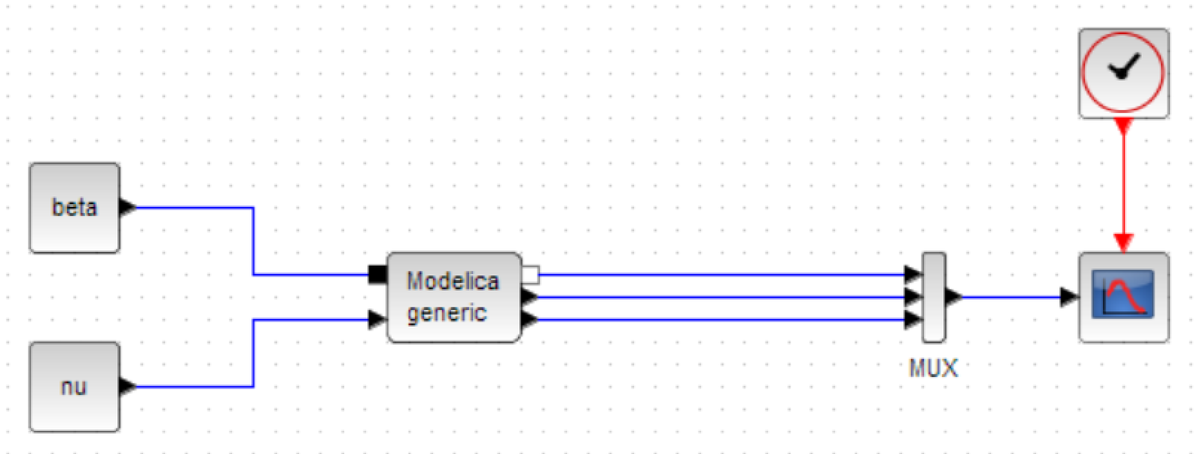


2 Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos

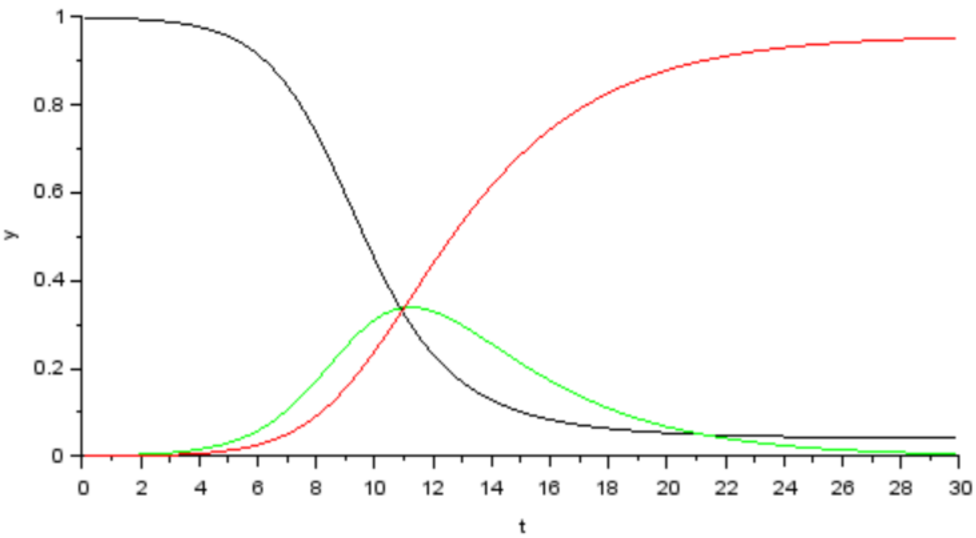
Для удобства при работе с этой моделью задала значения переменных β (beta) и ν (nu) в меню «Моделирование -> Установить контекст».

2.1 Модель sir в xcos с применением блока Modelica

В параметрах блока MBLOCK (Modelica generic) задала входные и выходные переменные, а также добавила код, представленный в задании к лабораторной работе.



2.2 Результат моделирования



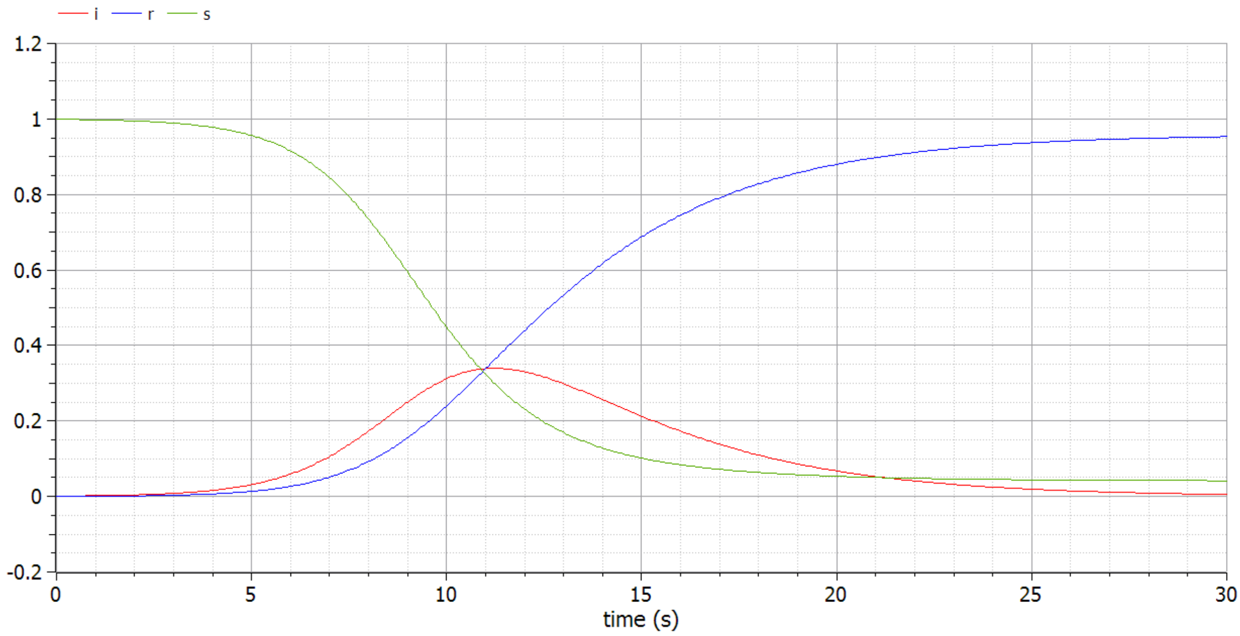
3 Реализация модели в OpenModelica

3.1 Модель sir в OMEdit

Создала новую модель в редакторе OMEdit, добавила в нее код, такой же, что и для блока Modelica в xcos. В меню «Симуляция -> Установки симуляции» установила конечное время 30.

```
model ex_sir_om
////automatically generated ////
  //input variables
  Real beta=1,nu=0.3;
////do not modif above this line ////

  // Начальные значения:
  Real s(start=0.999), i(start=0.001), r(start=0.0);

  // модель SIR:
equation
  der(s)=-beta*s*i;
  der(i)=beta*s*i-nu*i;
  der(r)=nu*i;
end ex_sir_om;
```

3.2 Полученный график



4 Задание для самостоятельного выполнения

В дополнение к ранее реализованной модели SIR предполагается, что учитываются демографические процессы, в частности, что смертность в популяции полностью уравновешивает рождаемость, а все рожденные индивидуумы появляются на свет абсолютно здоровыми. Тогда получится следующая система уравнений:

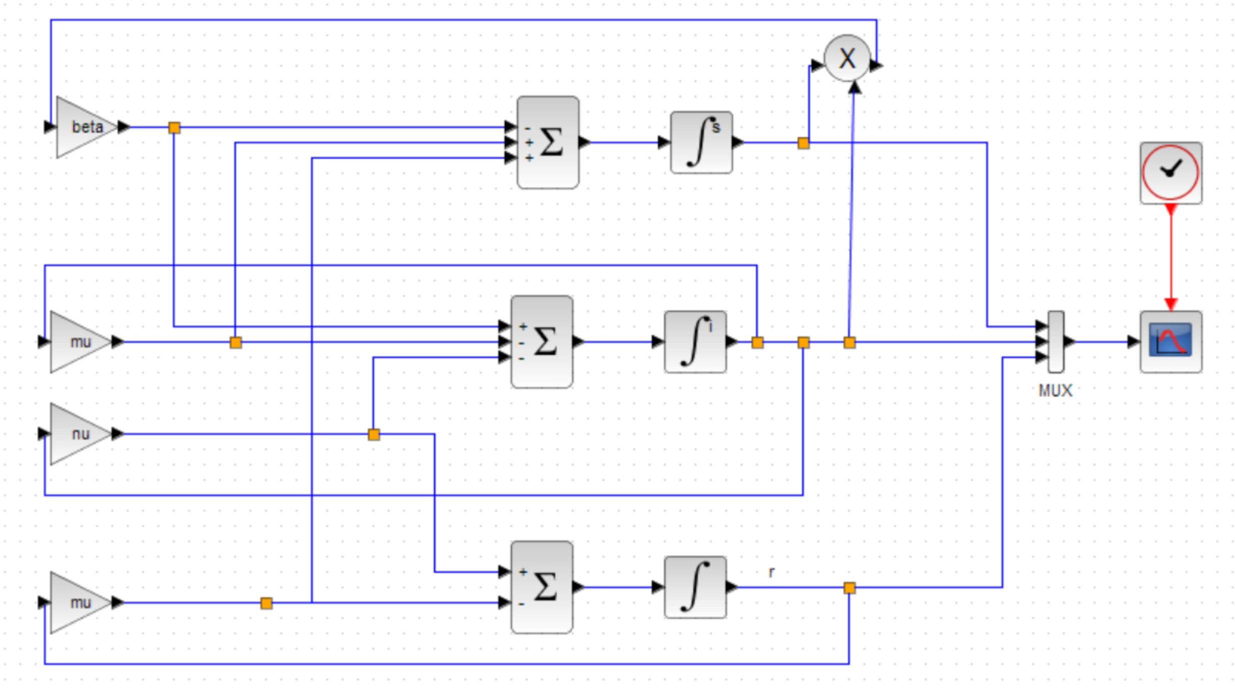
$$\begin{cases} \dot{s} = -\beta s(t)i(t) + \mu(N - s(t)); \\ \dot{i} = \beta s(t)i(t) - \nu i(t) - \mu i(t); \\ \dot{r} = \nu i(t) - \mu r(t), \end{cases}$$

где μ – константа, которая равна коэффициенту смертности и рождаемости. Для упрощения построения системы раскрою скобки в первом выражении системы:

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

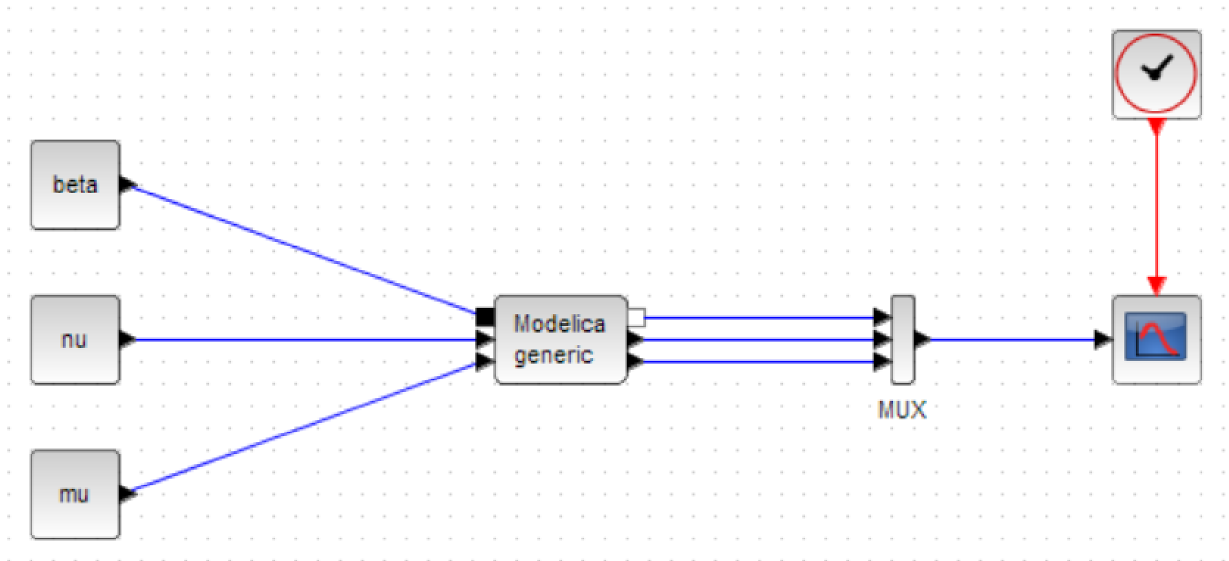
4.1 Реализация модели в xcos

Правильность работы модели проверяла, подставив параметр mu = 0, так как при тех же входных данных, что и в предыдущей модели, графики должны были совпасть.



4.2 Реализация в xcos использованием блока Modelica

В параметры блока добавила входную переменную “mu” типа “E”, а также внесла изменения в предложенный код, добавив новые слагаемые. Проверка работы модели проходила также, как и в предыдущем пункте.



4.3 Реализация в OpenModelica

Код представлен с входными данными как в примере, $\mu = 0$ чтобы проверить работу системы и получить график из примера.

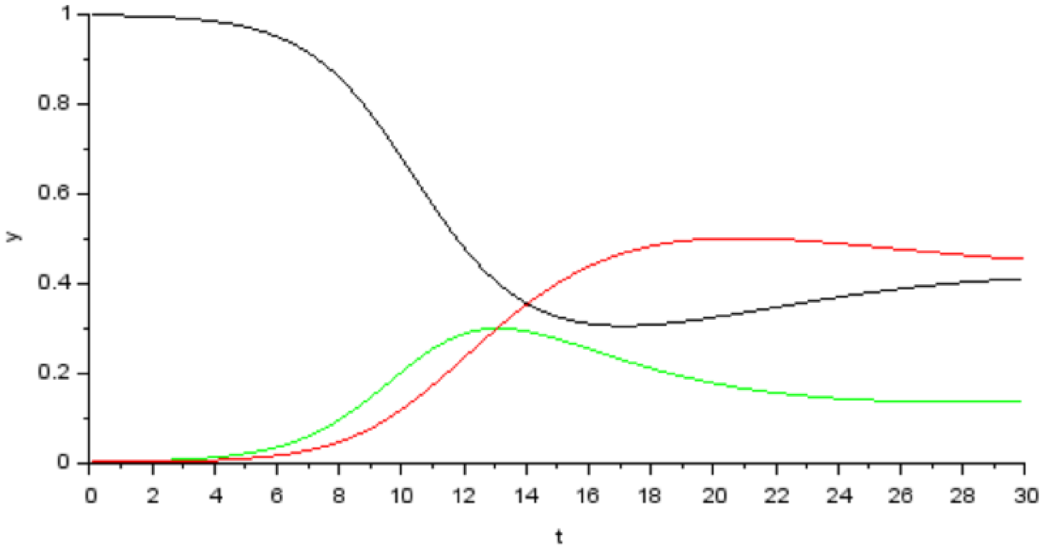
```
model task_sir_om
  //input variables
  Real beta = 1, nu = 0.3, mu = 0;
  //output variables
  // Начальные значения:
  Real s(start = 0.999), i(start = 0.001), r(start = 0.0);

// модель SIR:
equation
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 task_sir_om;
```

4.4 Анализ графиков в зависимости от значений параметров

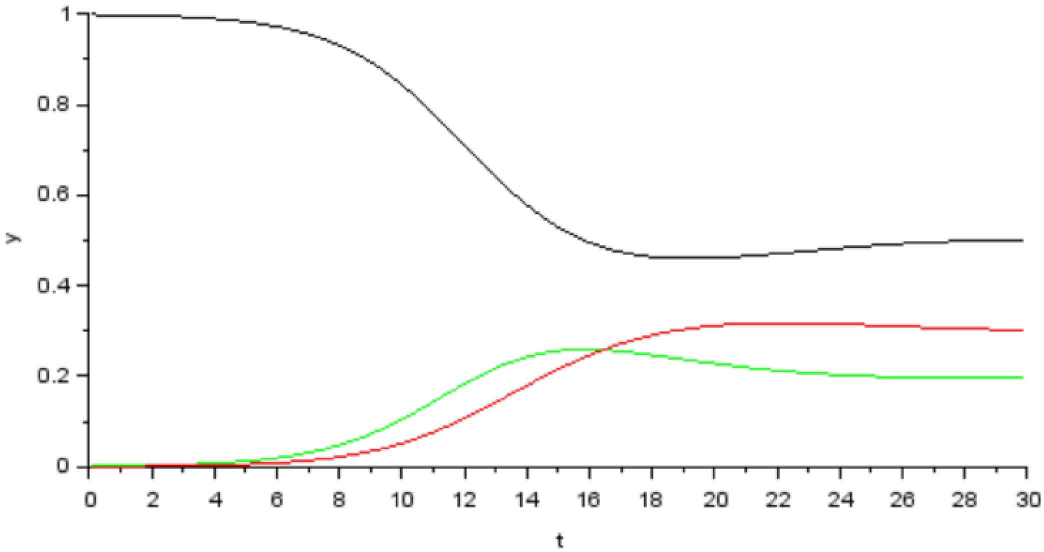
Поскольку все три модели идентичные, то чтобы проверить влияние параметров на графики, достаточно работать с одной из моделей.

a) $\beta = 1, \nu = 0.3$

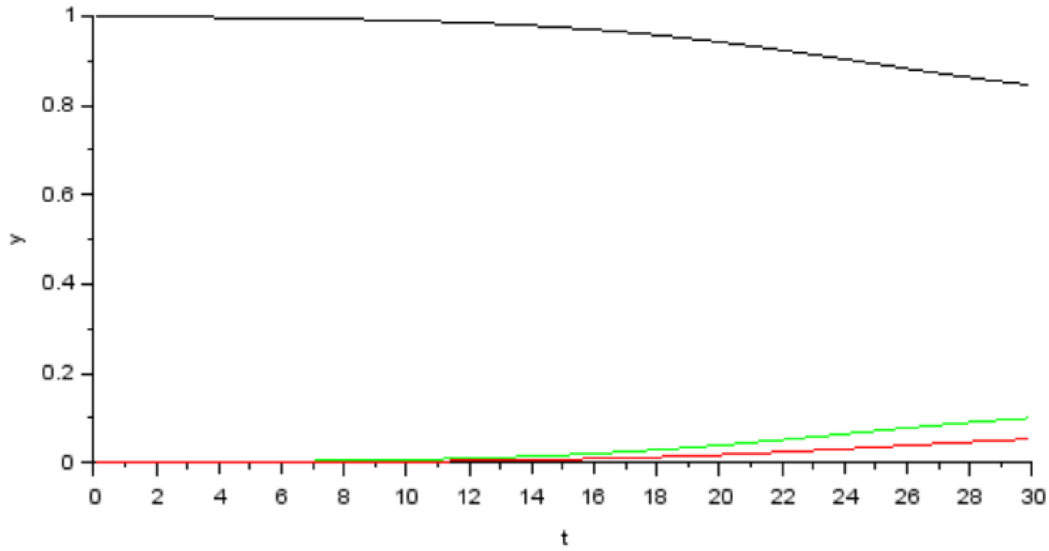
a. $\mu = 0.1$



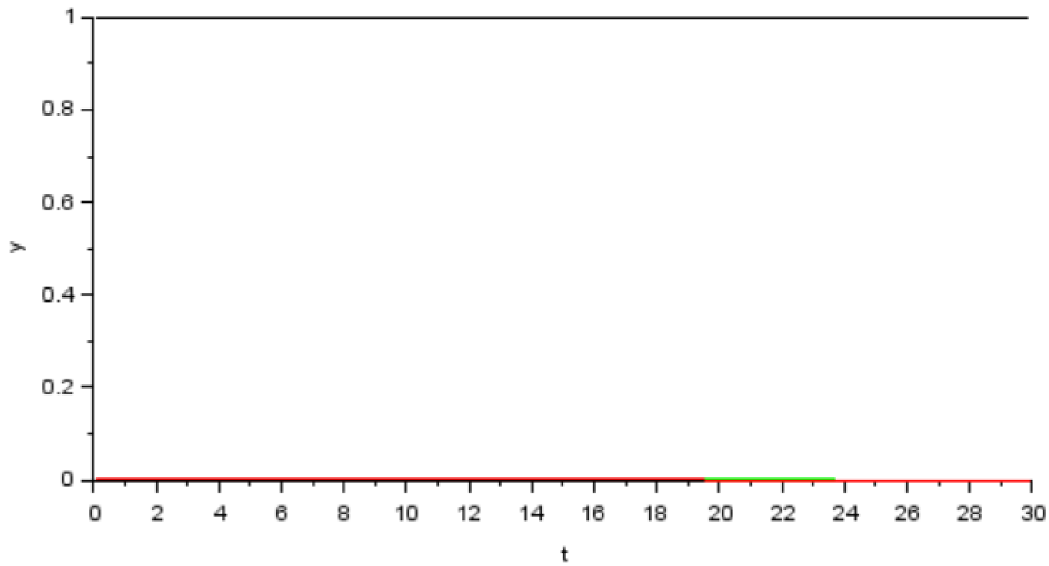
b. $\mu = 0.2$



c. $\mu = 0.5$

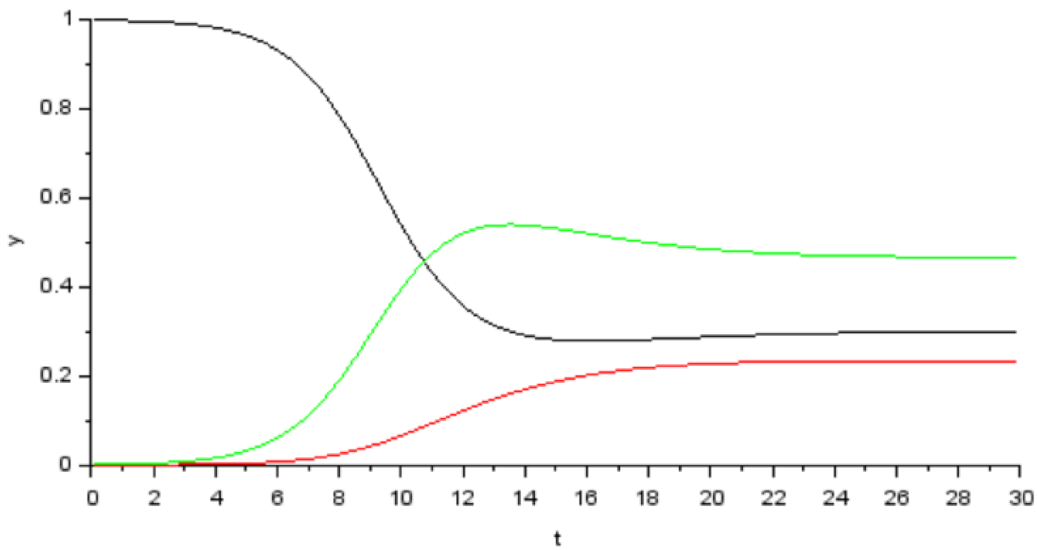


d. $\mu = 0.9$

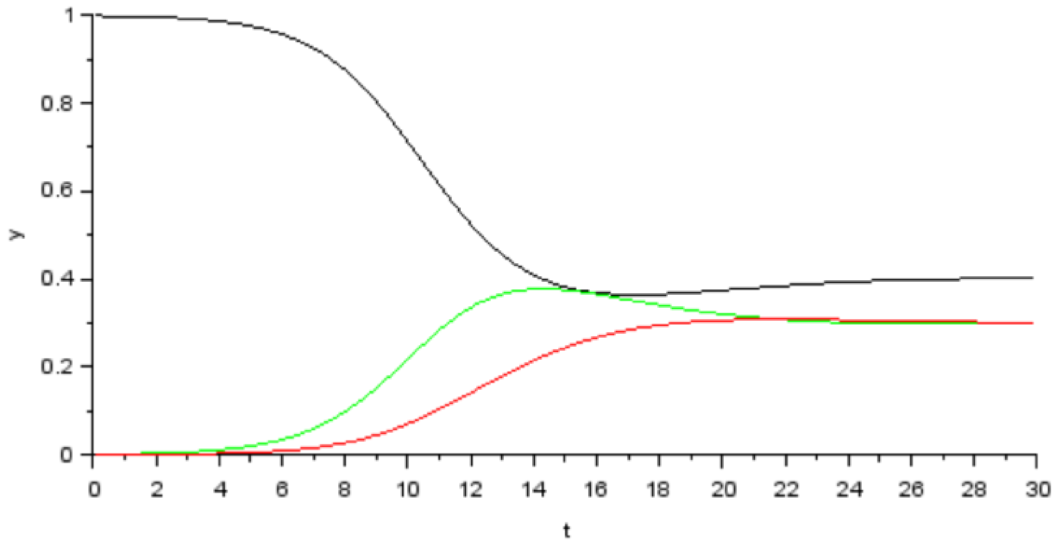


b) $\beta = 1$, $\mu = 0.2$

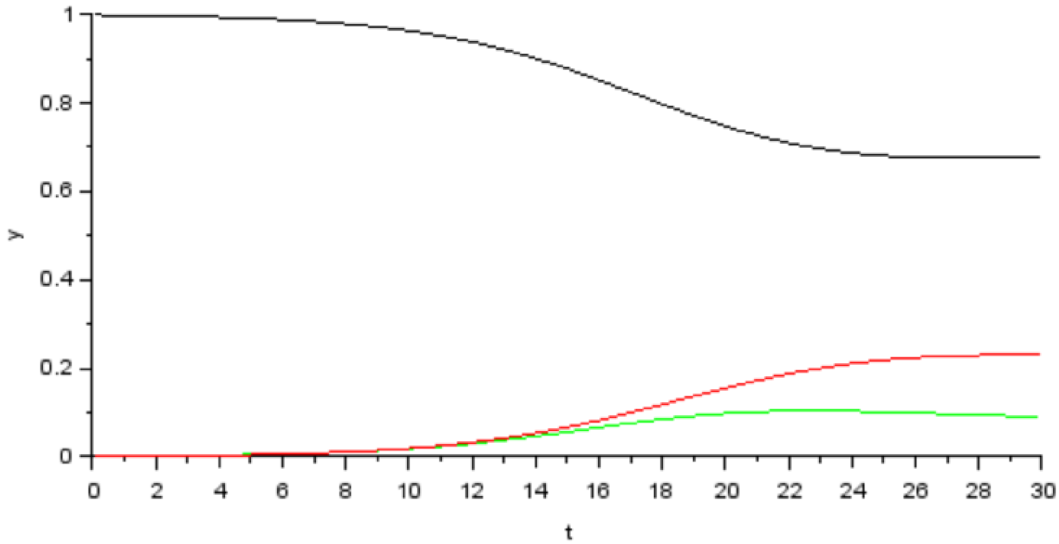
a. $\nu = 0.1$



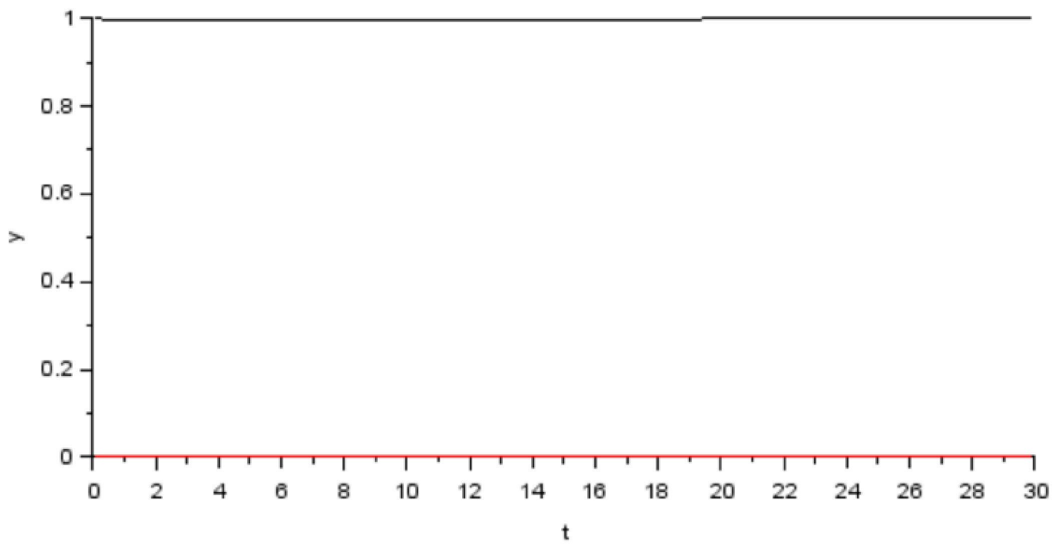
b. $\nu = 0.2$



c. $\nu = 0.5$

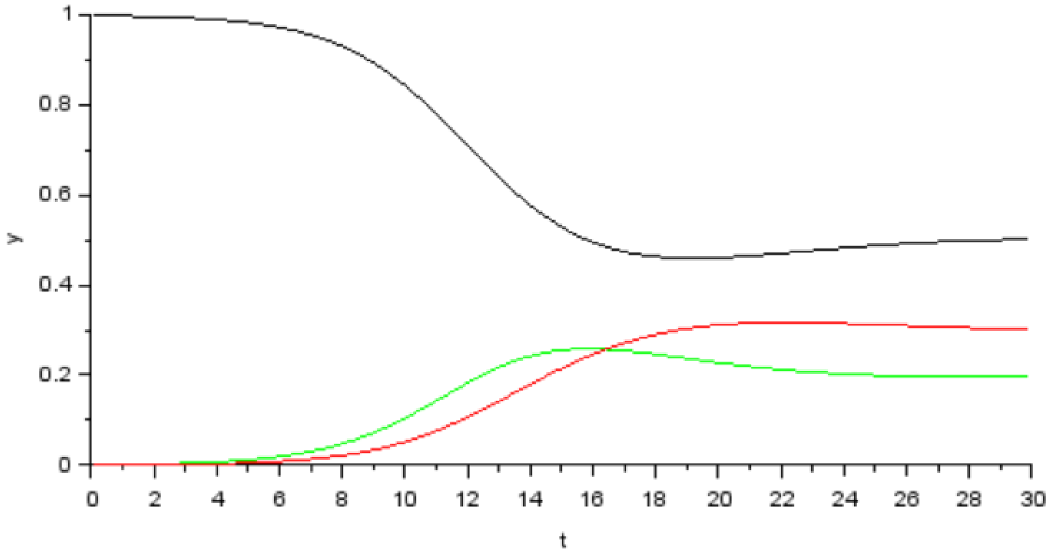


d. $\nu = 0.9$

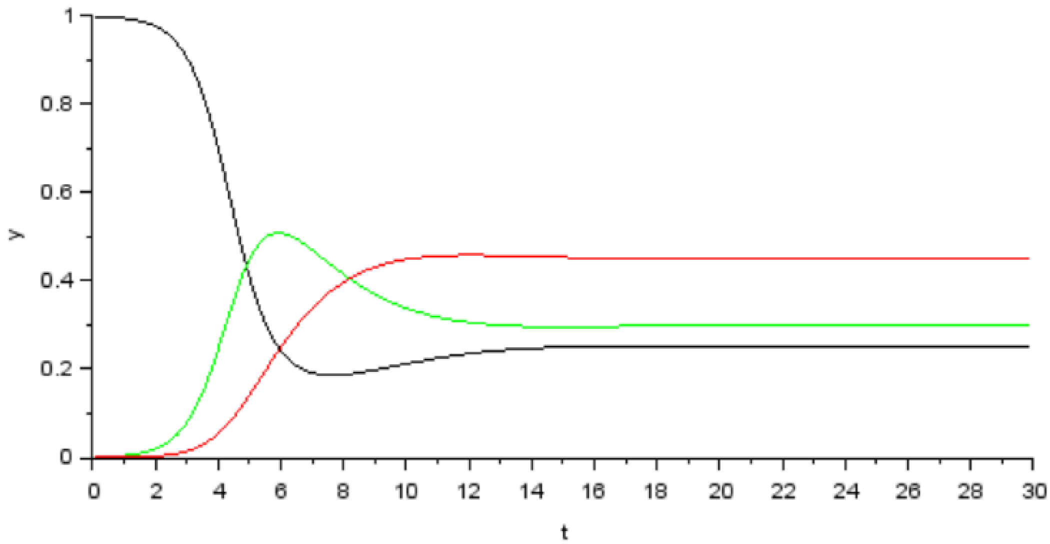


c) $\nu = 0.3$, $\mu = 0.2$

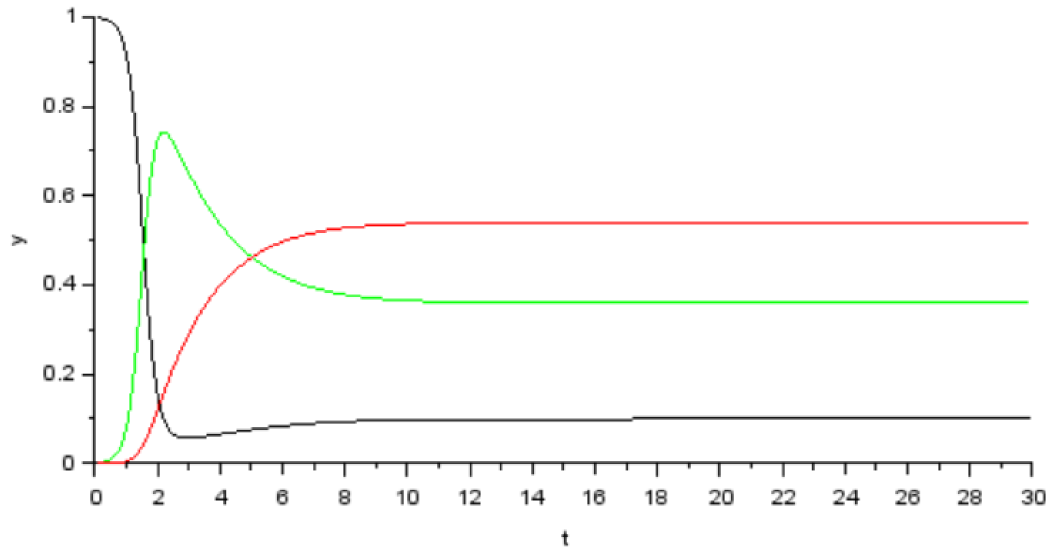
a. $\beta = 1$



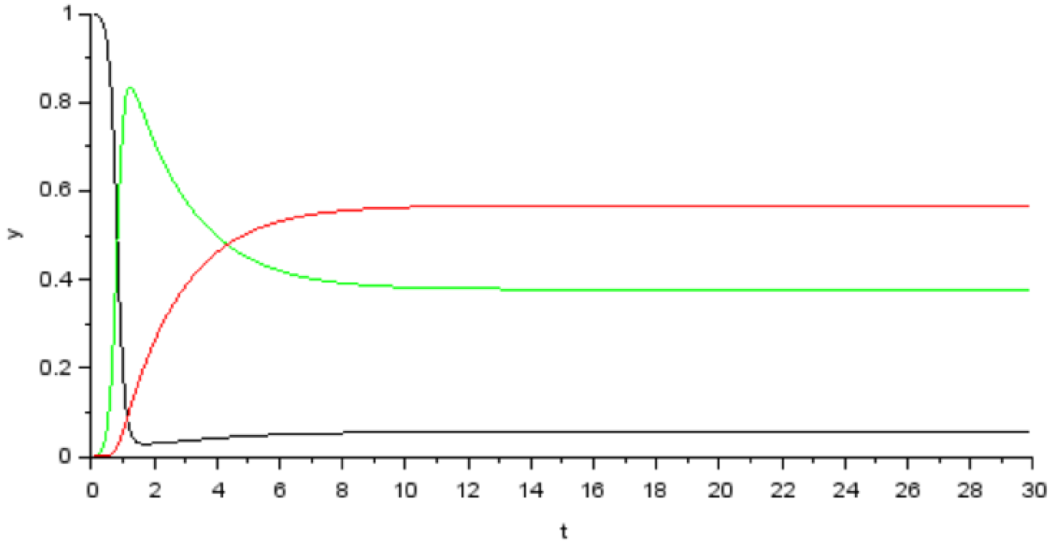
b. $\beta = 2$



c. $\beta = 5$



d. β = 9



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

Для случаев a.d (высокий коэффициент рождаемости) и b.d (высокий коэффициент выздоровления) система в течение всего времени моделирования остается в стационарном состоянии.

Для случая c.d (высокий коэффициент заражения) система быстро проходит через пик развития эпидемии и достигает стационарного состояния.

Заключение

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