Лабораторная работа №5

Модель эпидемии SIR

Ли Тимофей Александрович

Содержание

Список иллюстраций

Цель работы

Изучить модель SIR, выполнить примеры и упражнения в scilab и openmodelica.

Выполнение лабораторной работы

Сразу отмечу, что при начале работы с openmodelica у меня возник конфликт библиотек, из-за чего далее я не использую xcos с блоком modelica.

Модель

Модель SIR имеет следующий вид: (рис. @fig:001):

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

Рис. 0.1: модель SIR

Здесь бета=скорость заражения, ню=скорость выздоровления, S,I,R=здоровые, болеющие и переболевшие особи соответственно. N=S+I+R=общее чисто популяции.

Ход работы

Сначала реализовал модель в xcos. Полученная модель: (рис. @fig:002)

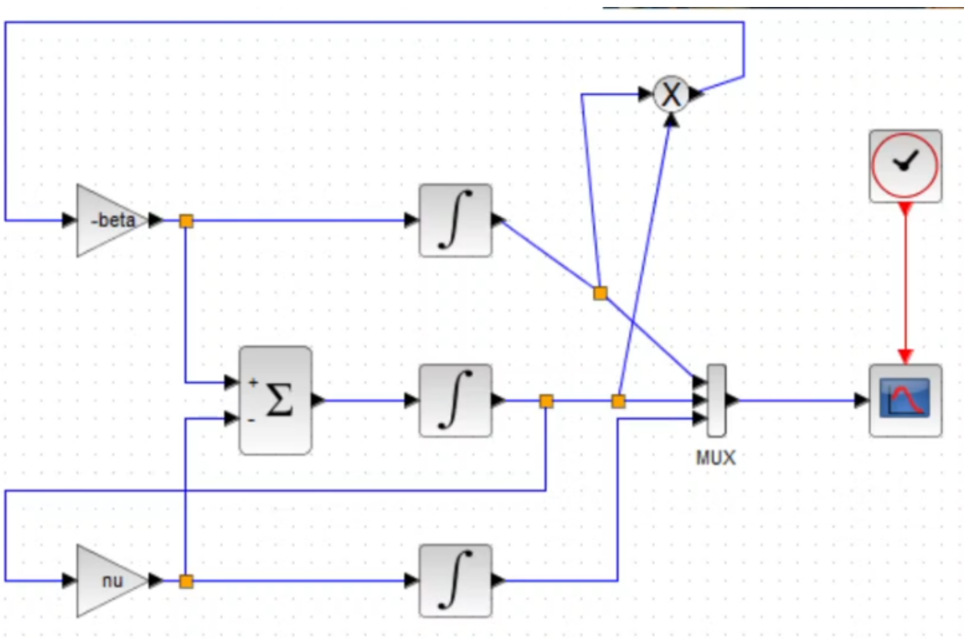

Рис. 0.2: модель в xcos

Результат моделирования: (рис. @fig:003)

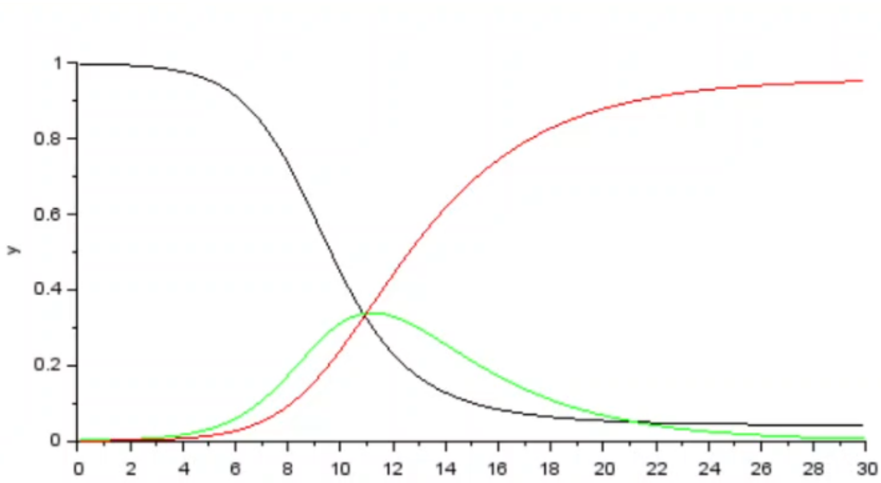

Рис. 0.3: график в xcos

Затем реализовал модель в xcos с помощью блока modelica. Модель: (рис. @fig:004)

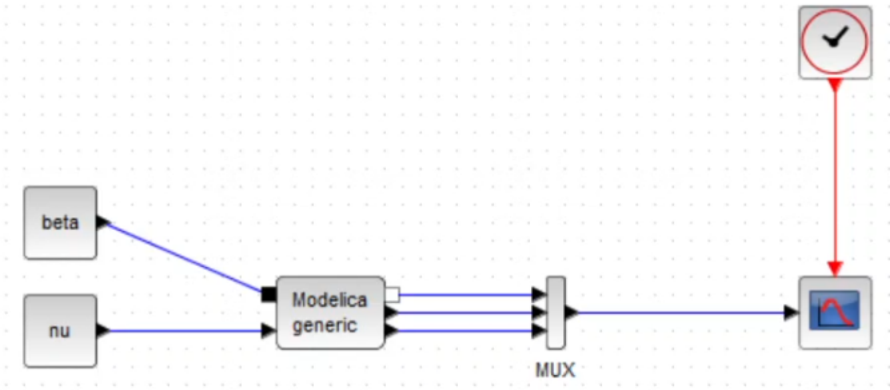

Рис. 0.4: модель с блоком modelica

Результат: (рис. @fig:005)

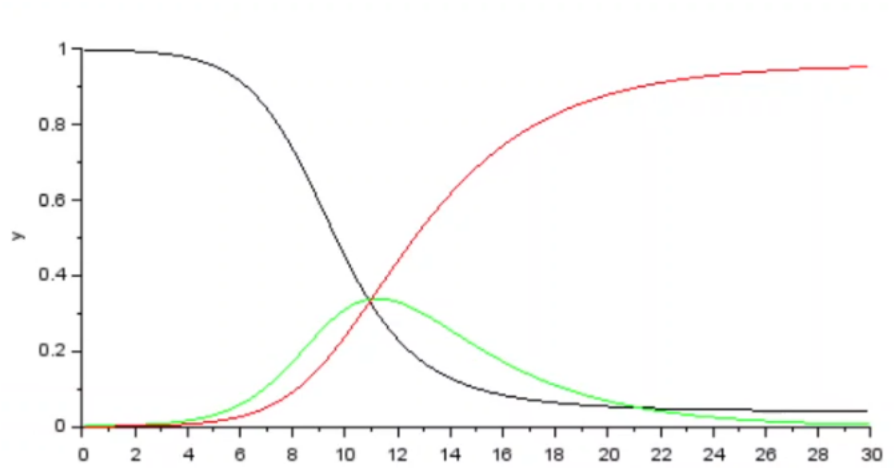

Рис. 0.5: график с блоком modelica

Далее открыл OMEdit и построил данную модель в нем: (рис. @fig:006)

```
model lab5
Real beta=1, nu=0.3;
Real s(start=0.999), i(start=0.001), r(start=0);
equation
der(s)=-beta*s*i;
der(i)=beta*s*i-nu*i;
der(r)=nu*i;
end lab5;
```

Рис. 0.6: модель в omedit

график: (рис. @fig:007)

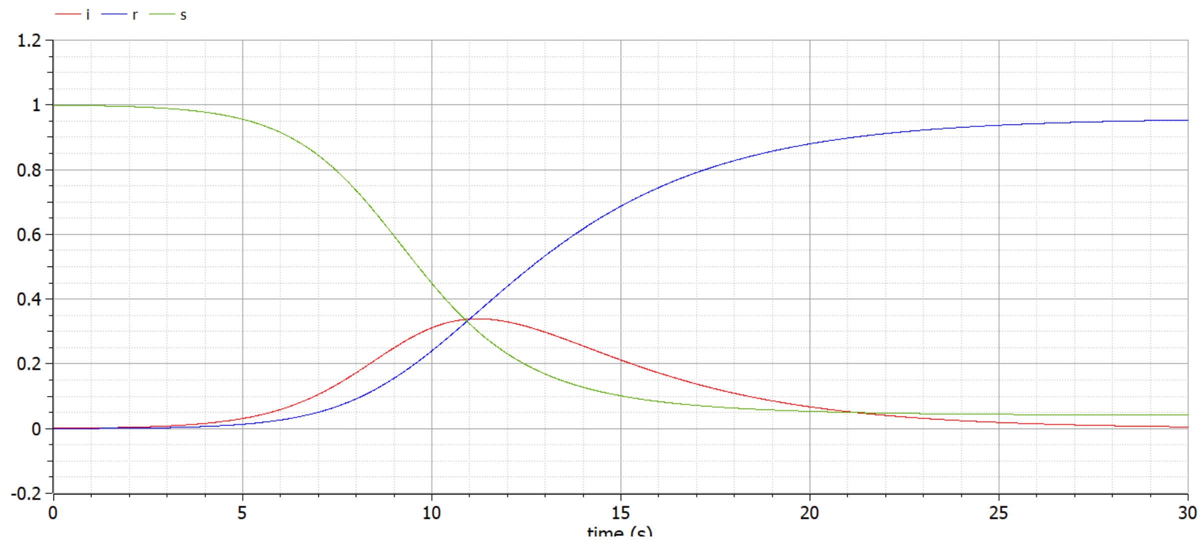

Рис. 0.7: график omedit

Далее реализовал модель с добавлением коэффициента мю. Относительно модели из теоретического описания работы я изменил N-s(t) на i(t)+r(t).

Полученная модель и график в xcos: (рис. @fig:008)

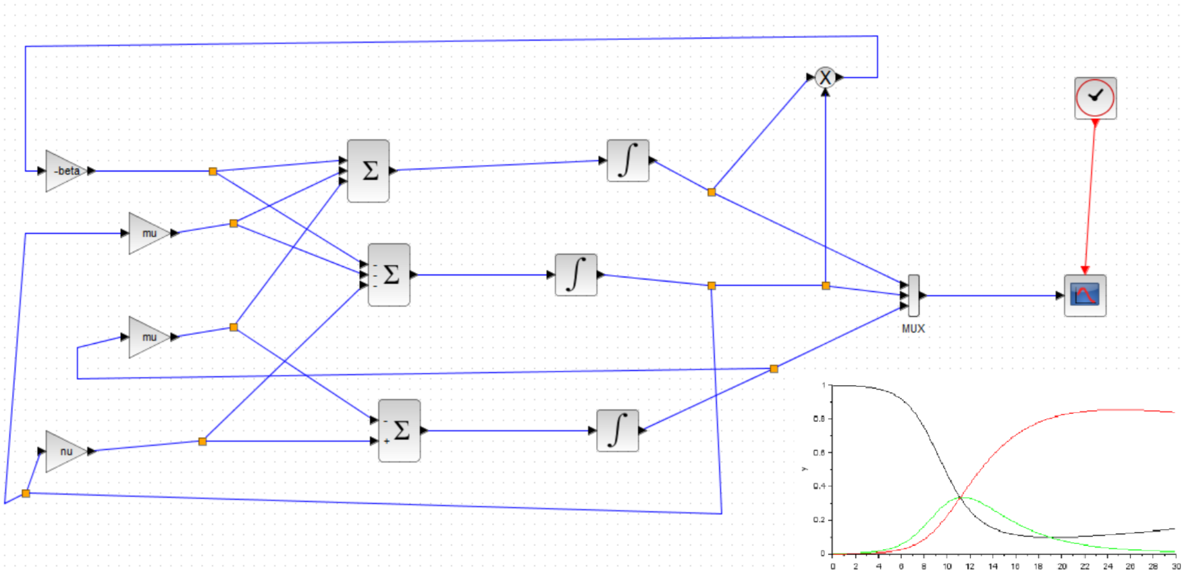

Рис. 0.8: модель в xcos

Модель в omedit: (рис. @fig:009)

```
model lab5
Real beta=1, nu=0.3, mu=0.01;
Real s(start=0.999), i(start=0.001), r(start=0);
equation
der(s)=-beta*s*i+mu*(i+r);
der(i)=beta*s*i-nu*i-mu*i;
der(r)=nu*i-mu*r;
end lab5;
```

Рис. 0.9: модель в omedit

график: (рис. @fig:010)

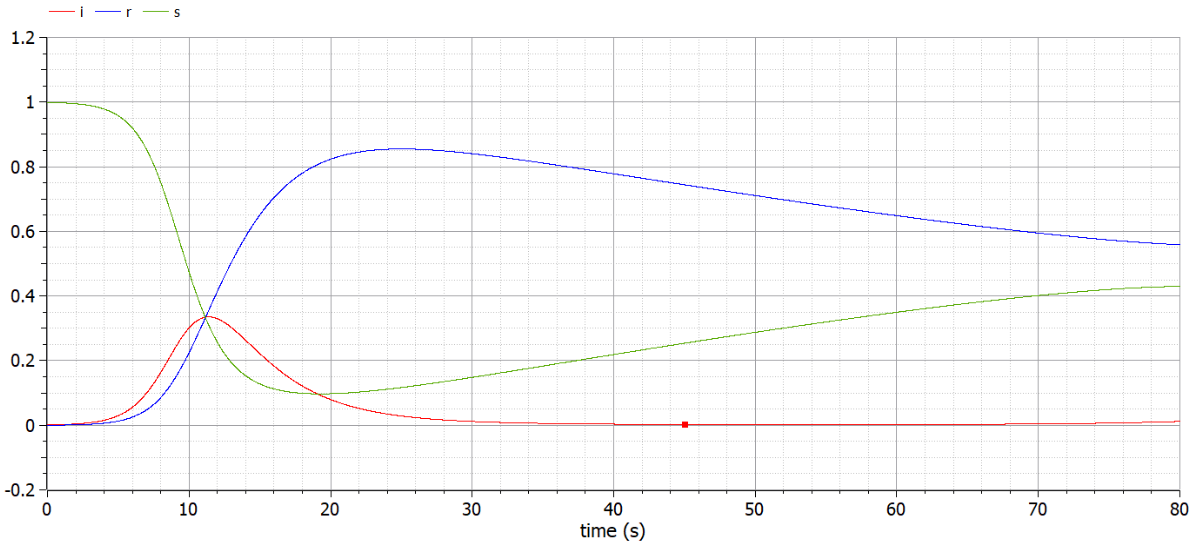

Рис. 0.10: график в omedit

Затем попробовал менять значение мю. График при мю=0.1: (рис. @fig:011)

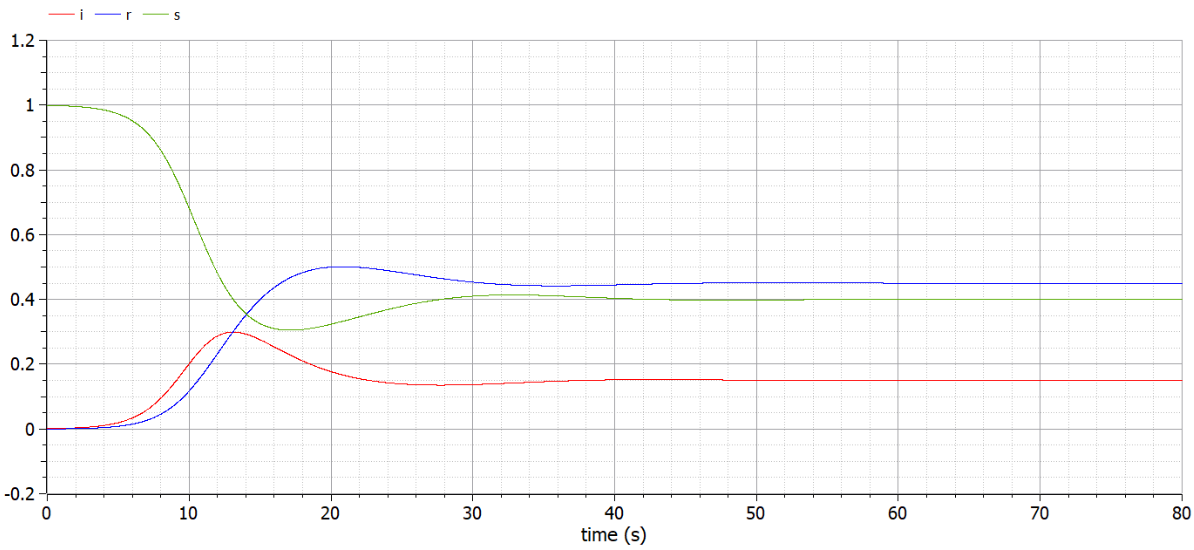

Рис. 0.11: мю=0.1

График при мю=0.25: (рис. @fig:012)

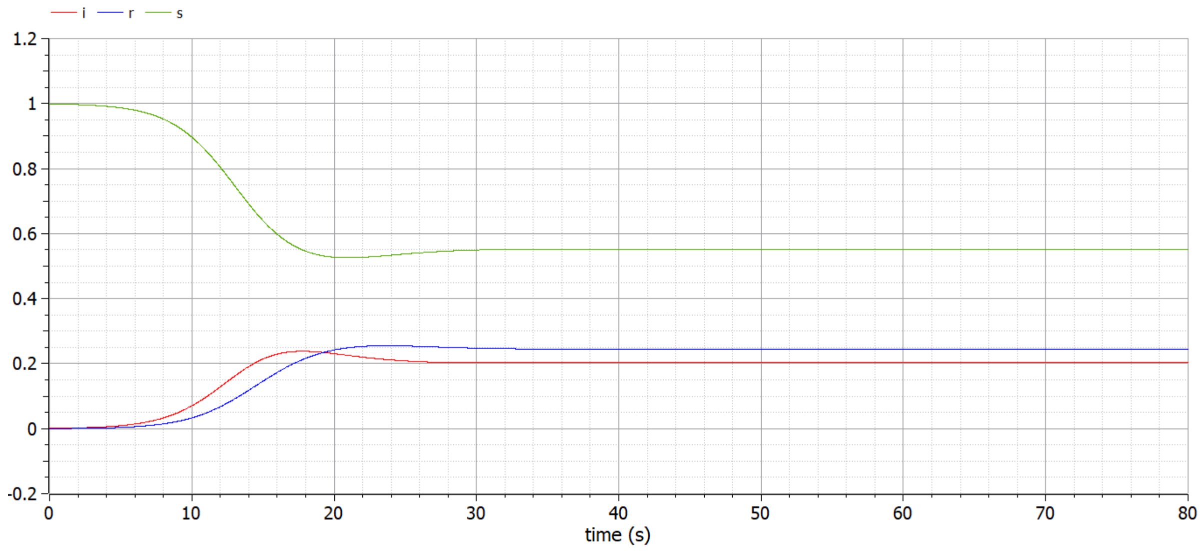

Рис. 0.12: мю=0.25

График при мю=0.5: (рис. @fig:013)

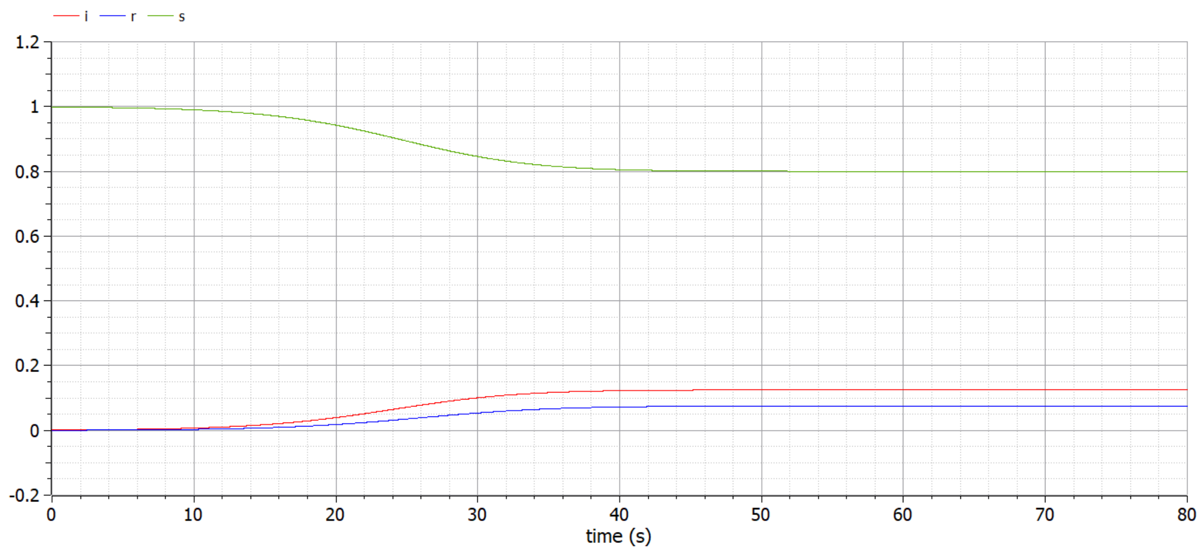

Рис. 0.13: мю=0.5

Как видим, при малых значениях мю (при близких к нулю), график очевидно похож на график модели без учёта этого коэффициента. В популяции больше особей переболевает и становятся резистентными, чем умирает и рождается. Эпидемический порог при этом оказывается примерно в одной и той же точке. Видно, что число не болевших после эпидемии будет увеличиваться, а переболевших уменьшаться из-за добавления смертности и рождаемости. Однако, примерно когда мю превышает 0.1, ситуация начинает меняться: не болевших особей остаётся всё больше с возрастанием коэффициента, а переболевших и болеющих всё меньше. Эпидемический порог (то есть, точка, где все три графика пересекутся) вообще, по сути, не существует при больших мю.

Попробуем также поменять другие параметры. Например, при бета=1,ню=0.7,мю=0.01 получим такой график: (рис. @fig:014)

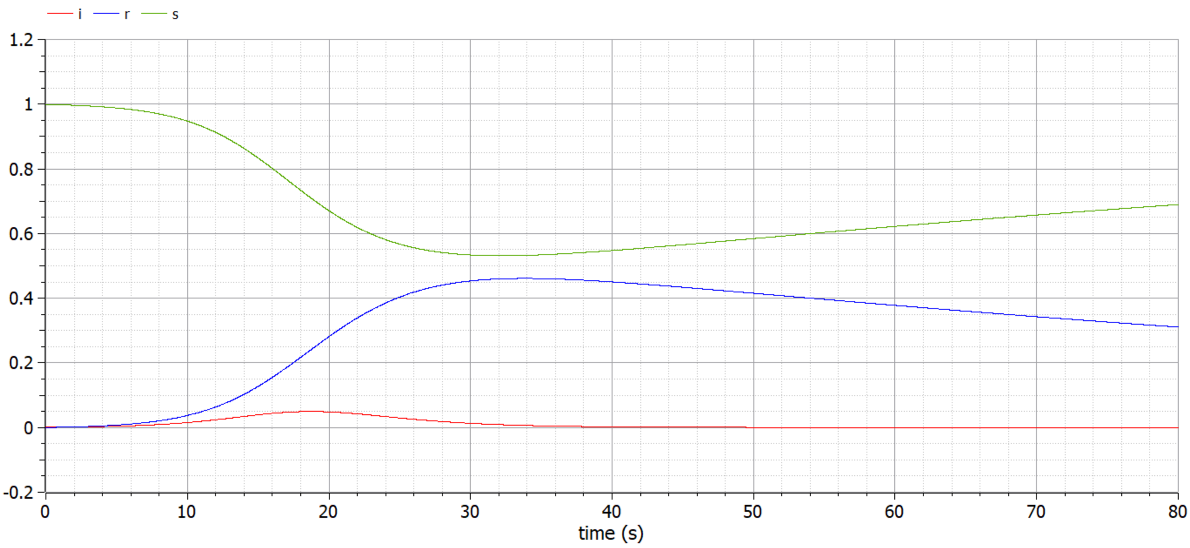

Рис. 0.14: бета=1,ню=0.7,мю=0.01

При увеличении скорости выздоровления график числа переболевших будет расти быстрее, а болеющих уменьшаться быстрее, соответственно. Порог достигнут не будет. А после эпидемии вступит в силу естественный прирост населения.

При бета=4,ню=0.03,мю=0.01 график такой: (рис. @fig:015)

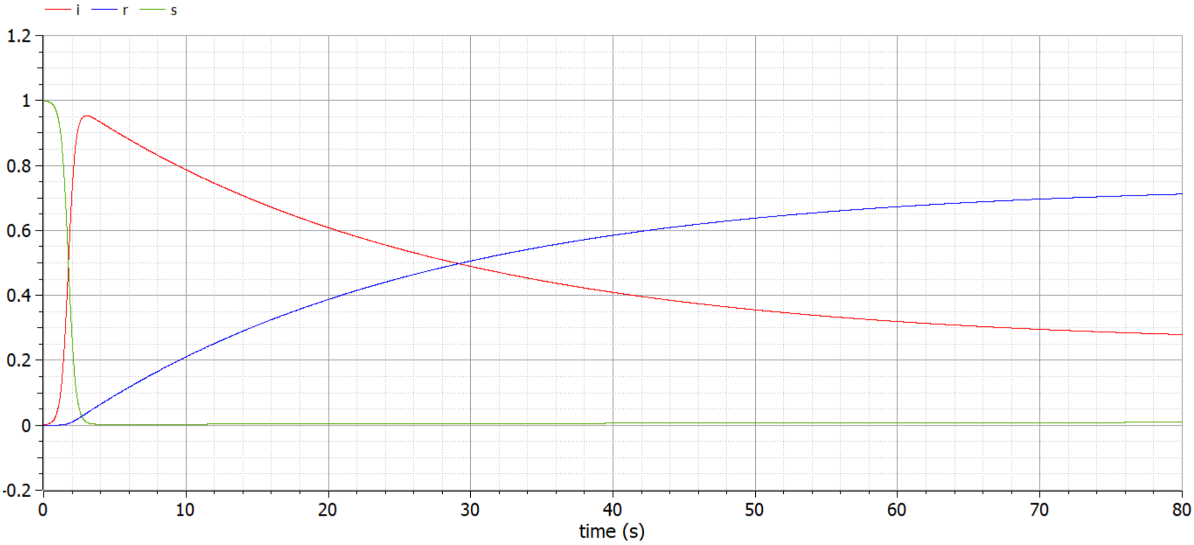

Рис. 0.15: бета=4,ню=0.03,мю=0.01

Видно, что из-за большой скорости заражения очень резко возрастёт число болеющих и снизится не болевших, а потом, так как скорость выздоровления невысокая, постепенно снизится число болеющих и возрастёт резистентных.

Выводы

Выполнил задание, изучил модель эпидемии SIR.