

Лабораторная работа №5

Модель эпидемии (SIR)

Дворкина Е. В.

8 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

- Дворкина Ева Владимировна
- студентка
- группа НФИбд-01-22
- Российский университет дружбы народов
- 1132226447@rudn.ru
- <https://github.com/evdvorkina>



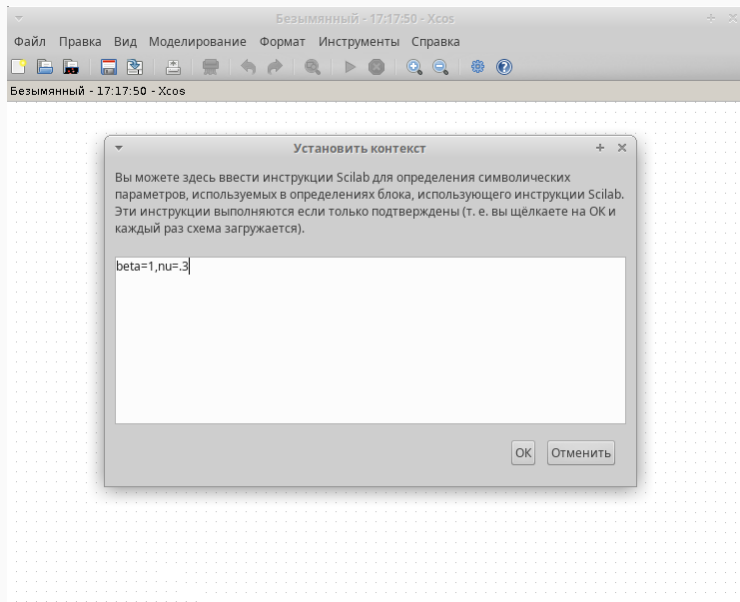
Исследование модели эпидемии (SIR) с помощью xcos и OpenModelica.

- Реализовать классическую модель SIR с помощью `xcos`(в том числе с помощью блока Modelica) и OpenModelica.
- Реализовать модель SIR с учетом демографических признаков с помощью `xcos`(в том числе с помощью блока Modelica) и OpenModelica.
- Исследовать модель SIR с учетом демографических признаков, изменяя параметры.

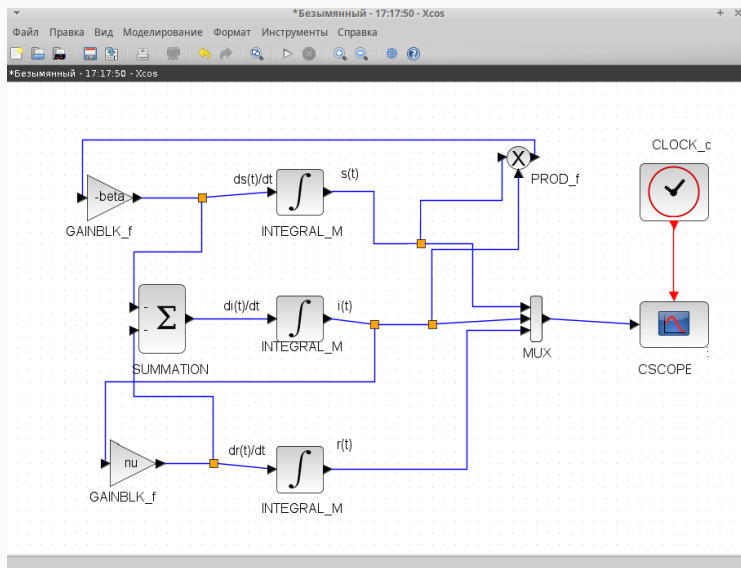
$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\frac{\beta IS}{N}, \\ \frac{dI}{dt} = \frac{\beta IS}{N} - \nu I, \\ \frac{dR}{dt} = \nu I, \end{cases}$$

Выполнение лабораторной работы

Задать контекст в Xcos



Реализация модели в xcos



Начальные значения интегрирования

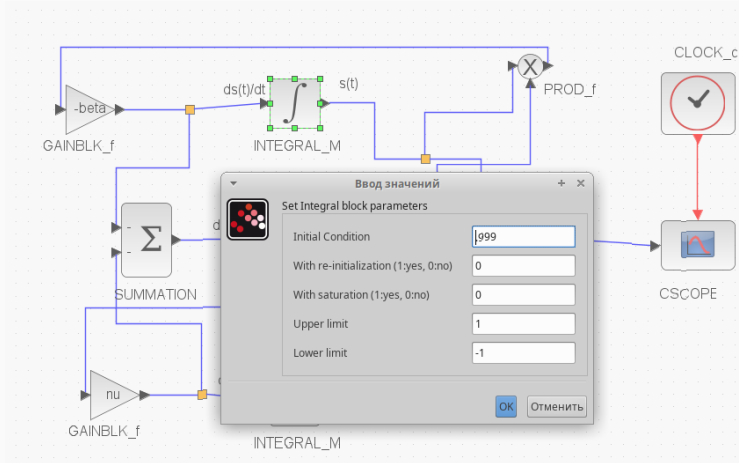


Рис. 3: Задать начальное значение в блоке интегрирования

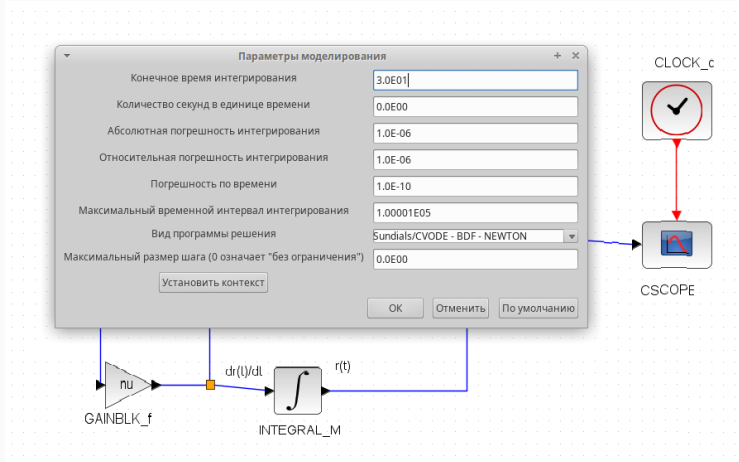


Рис. 4: Задать конечное время интегрирования в xcos

Параметры регистрирующего устройства

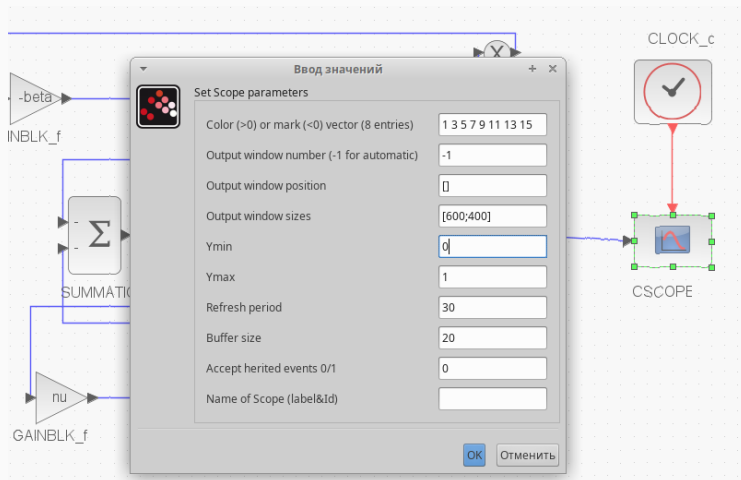


Рис. 5: Задать значения отображения графиков в регистрирующем устройстве

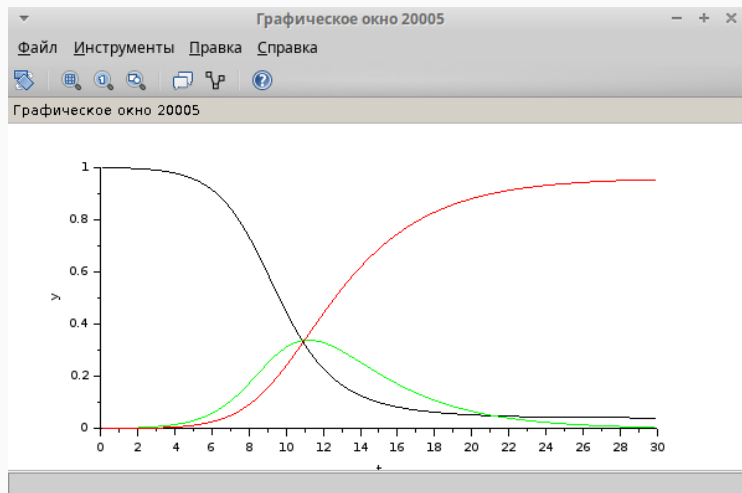
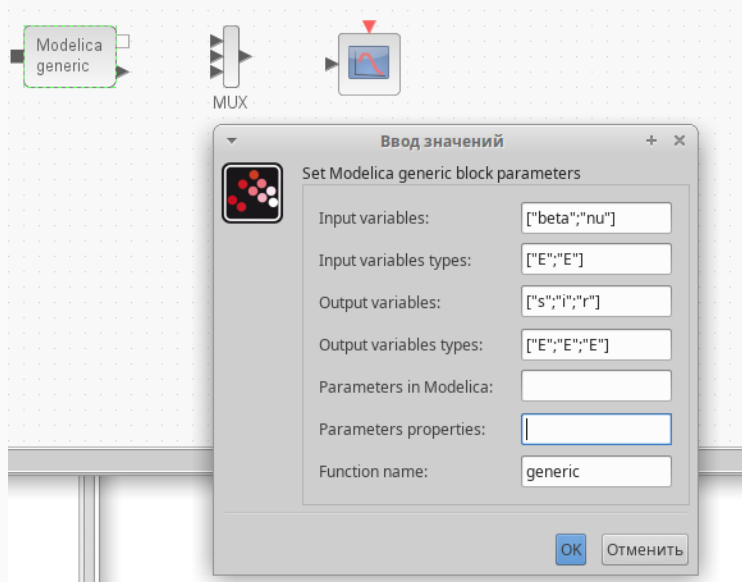
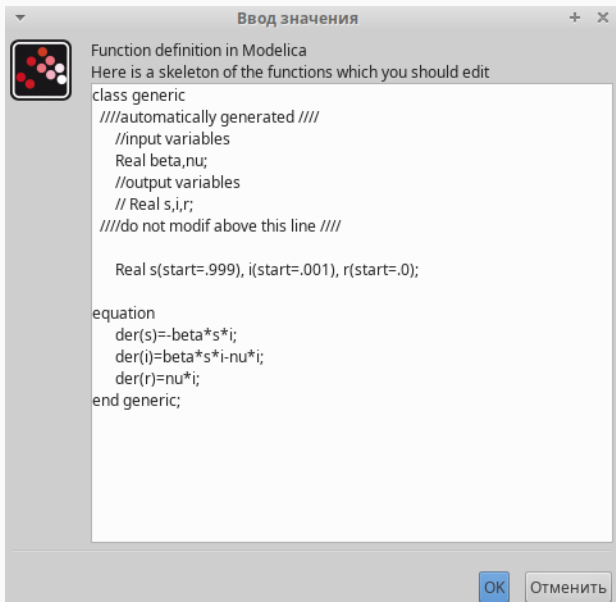


Рис. 6: График решения модели SIR при $\beta = 1$, $\nu = 0.3$

Реализация модели с помощью блока Modelica (настройка блока)



Реализация модели с помощью блока Modelica (настройка блока)



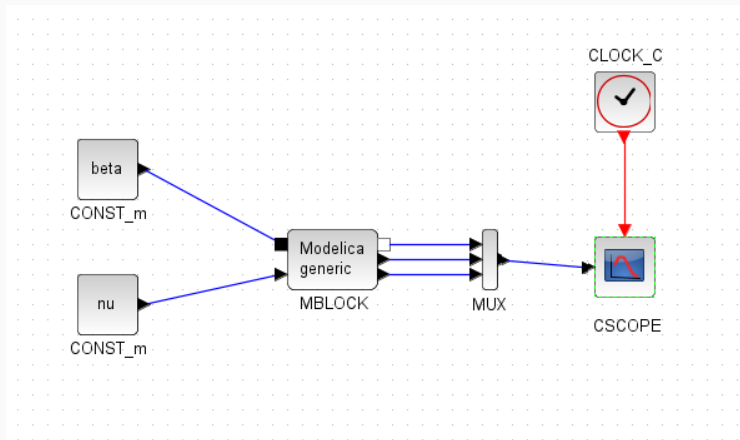


Рис. 9: Модель SIR в xcos с применением блока Modelica

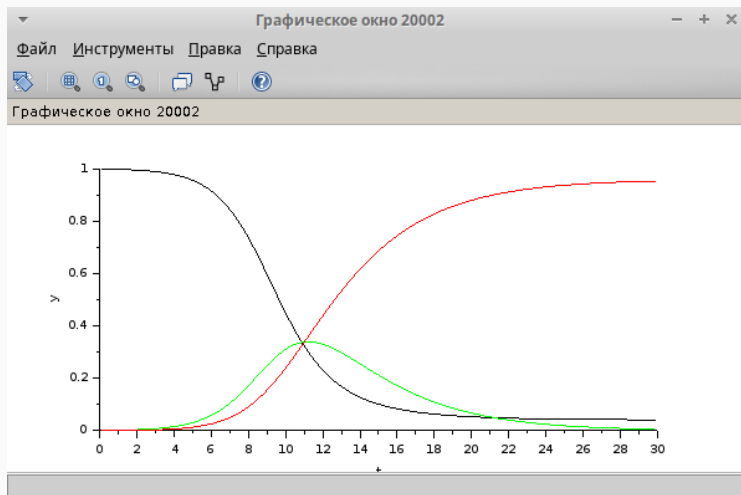
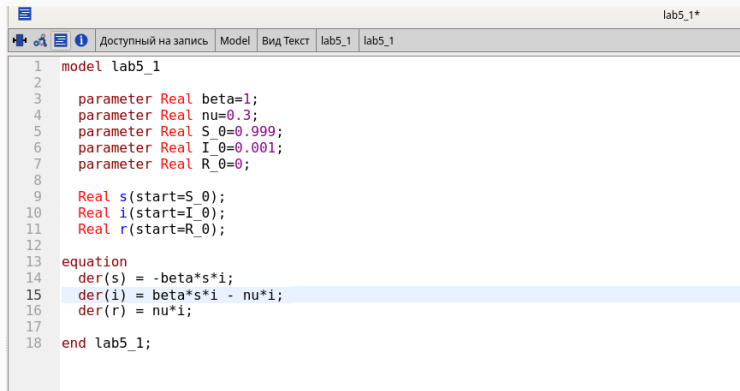


Рис. 10: График решения модели SIR при $\beta = 1, \nu = 0.3$



```
1 model lab5_1
2
3   parameter Real beta=1;
4   parameter Real nu=0.3;
5   parameter Real S_0=0.999;
6   parameter Real I_0=0.001;
7   parameter Real R_0=0;
8
9   Real s(start=S_0);
10  Real i(start=I_0);
11  Real r(start=R_0);
12
13  equation
14    der(s) = -beta*s*i;
15    der(i) = beta*s*i - nu*i;
16    der(r) = nu*i;
17
18 end lab5_1;
```

Рис. 11: Модель в OpenModelica

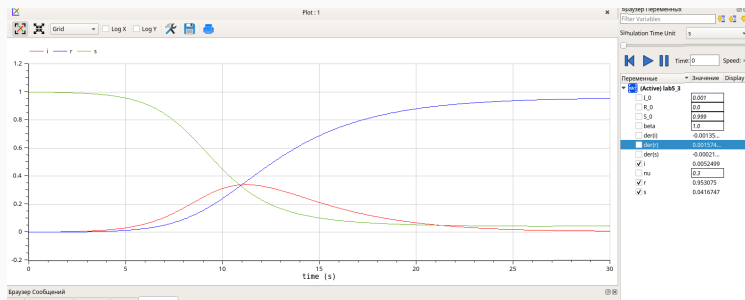


Рис. 12: График решения модели SIR при $\beta = 1, \nu = 0.3$

Задание для самостоятельного выполнения

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\beta IS + \mu(N - S), \\ \frac{dI}{dt} = \beta IS - \nu I - \mu I, \\ \frac{dR}{dt} = \nu I - \mu R, \end{cases}$$

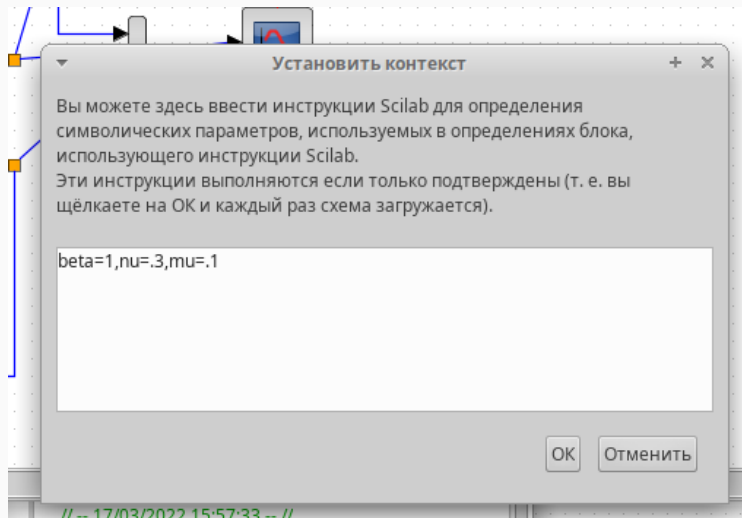


Рис. 13: Задать переменные окружения в xcos

Реализация модели в xcos

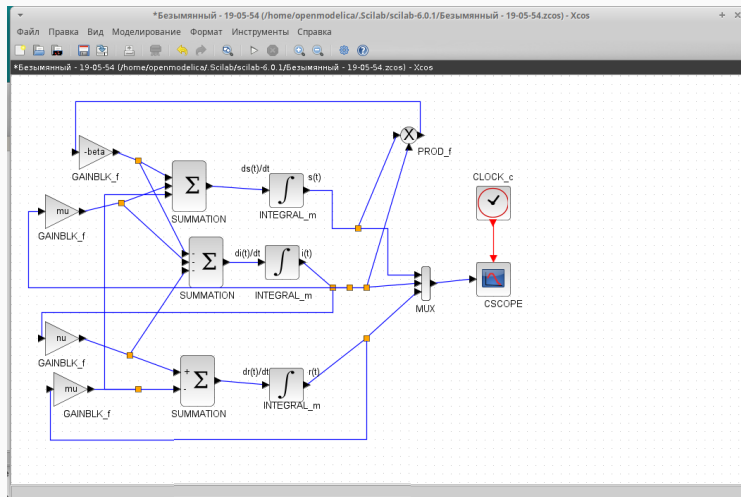


Рис. 14: Модель SIR с учетом демографии в xcos

Решение модели с параметрами $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.1$

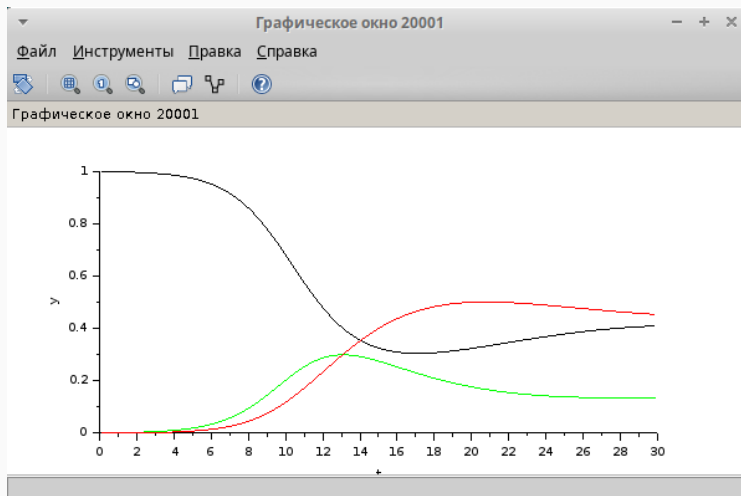
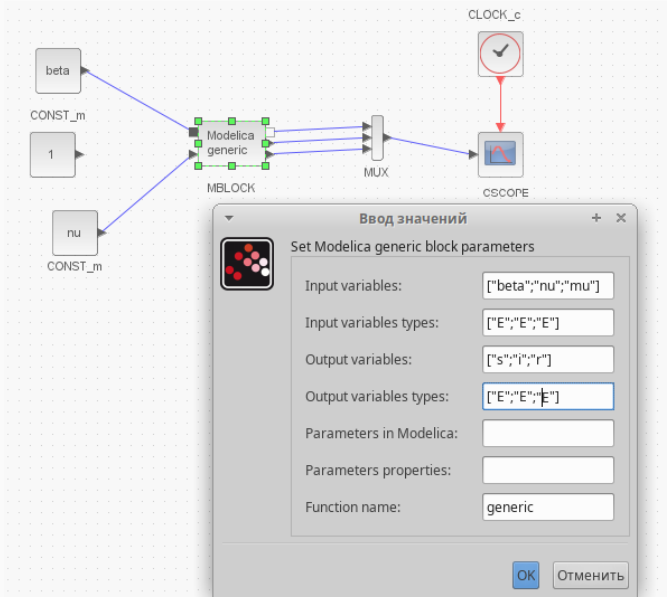
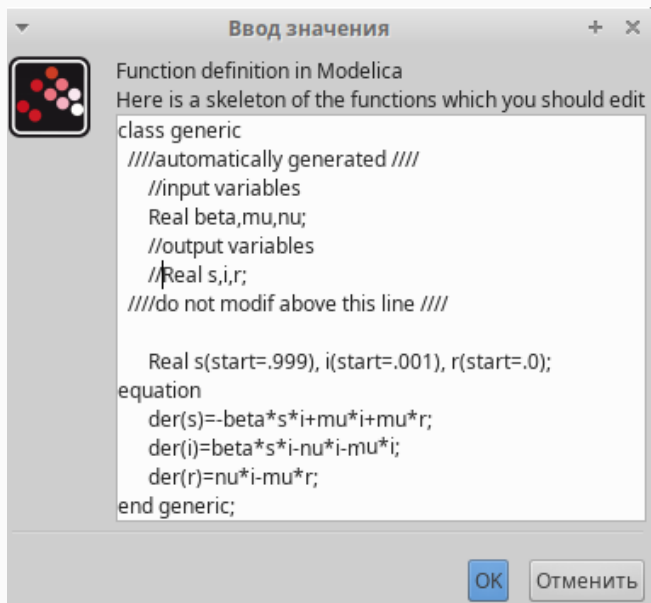


Рис. 15: График решения модели SIR с учетом демографии при $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.1$

Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos (настройка блока)



Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos (настройка блока)



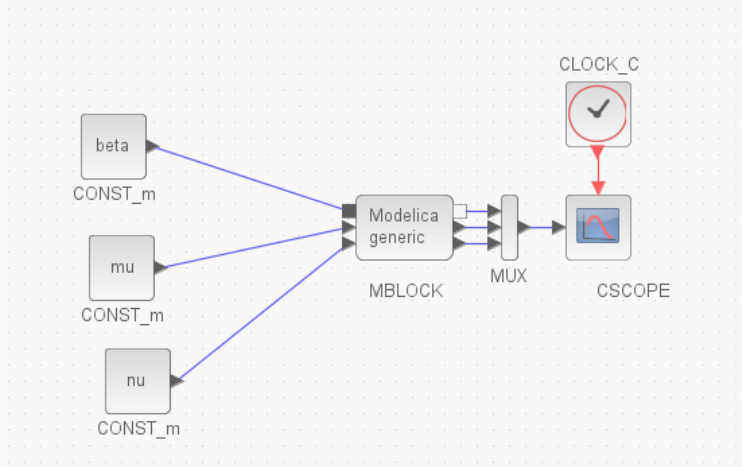


Рис. 18: Модель SIR в xcos с применением блока Modelica

Решение модели с параметрами $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.1$

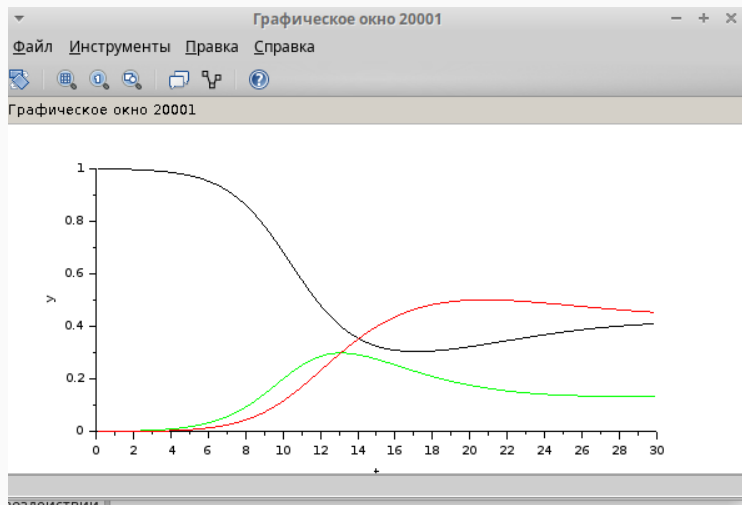
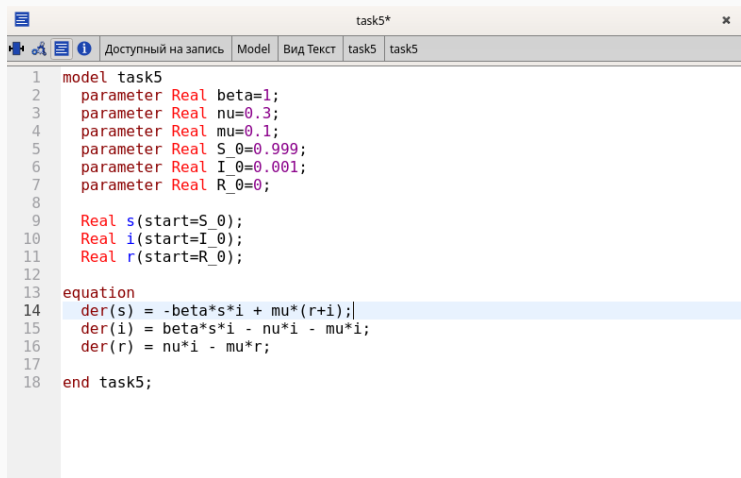


Рис. 19: График решения модели SIR с учетом демографии при $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.1$

Реализация модели в OpenModelica



```
1 model task5
2   parameter Real beta=1;
3   parameter Real nu=0.3;
4   parameter Real mu=0.1;
5   parameter Real S_0=0.999;
6   parameter Real I_0=0.001;
7   parameter Real R_0=0;
8
9   Real s(start=S_0);
10  Real i(start=I_0);
11  Real r(start=R_0);
12
13  equation
14    der(s) = -beta*s*i + mu*(r+i);
15    der(i) = beta*s*i - nu*i - mu*i;
16    der(r) = nu*i - mu*r;
17
18 end task5;
```

Рис. 20: Модель SIR с учетом демографии в OpenModelica

Задать параметры моделирования

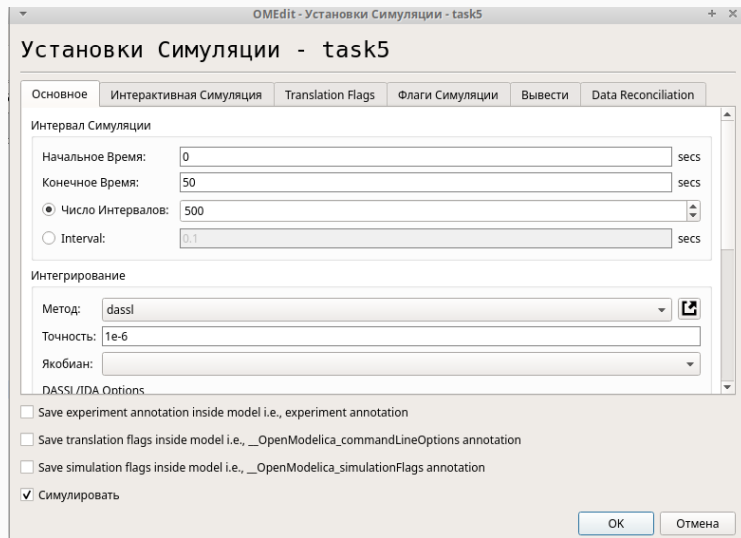


Рис. 21: Параметры моделирования в OpenModelica

Решение модели с параметрами $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.1$

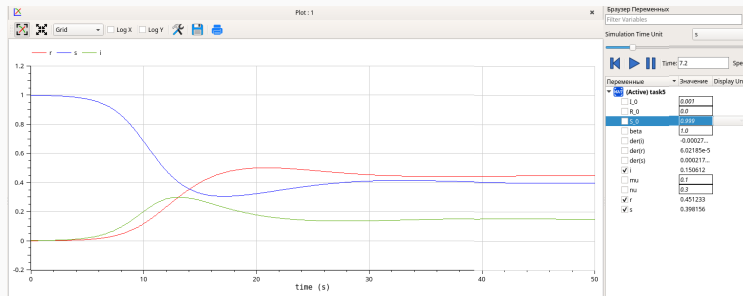


Рис. 22: График решения модели SIR с учетом демографии при $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.1$

Анализ графиков при разных параметрах модели

Решение модели с параметрами $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.3$

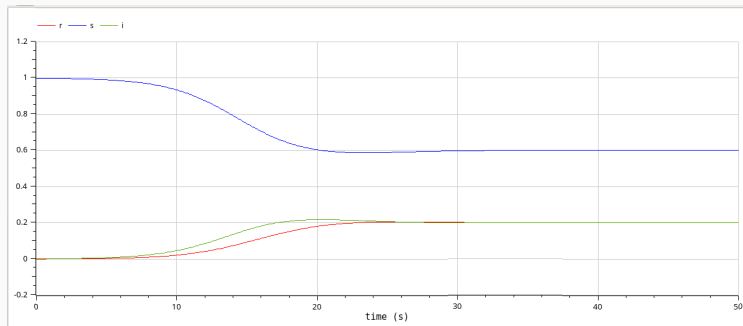


Рис. 23: График решения модели SIR с учетом демографии при $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.3$.

OpenModelica

Решение модели с параметрами $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.5$

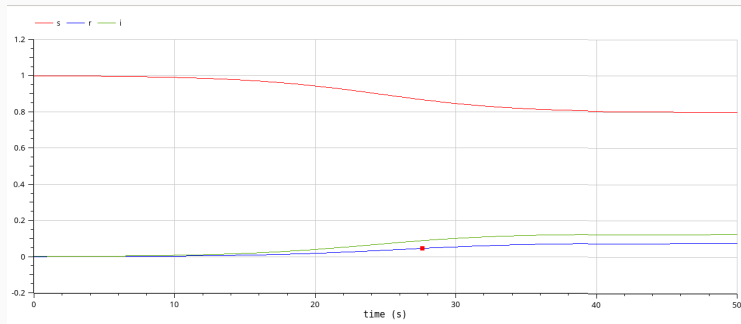


Рис. 24: График решения модели SIR с учетом демографии при $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.5$.
OpenModelica

Решение модели с параметрами $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.05$

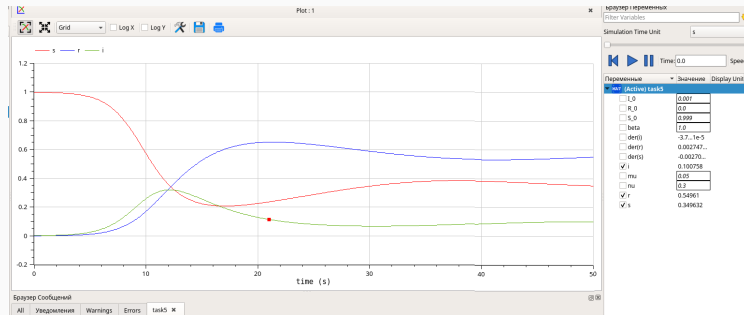


Рис. 25: График решения модели SIR с учетом демографии при $\beta = 1, \nu = 0.3, \mu = 0.05$.

OpenModelica

Решение модели с параметрами $\beta = 1.5, \nu = 0.2, \mu = 0.2$

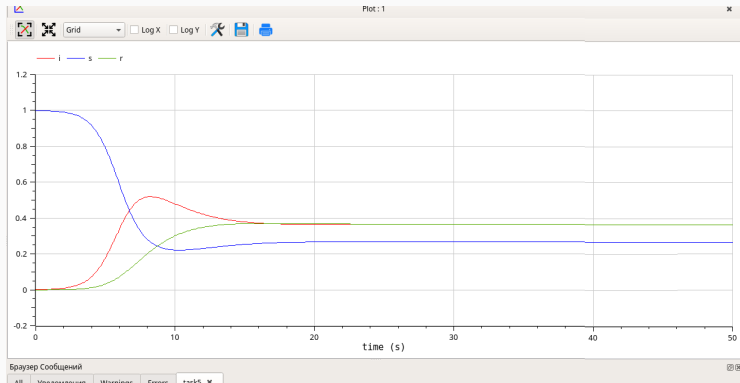


Рис. 26: График решения модели SIR с учетом демографии при $\beta = 1.5, \nu = 0.2, \mu = 0.2$.
OpenModelica

Решение модели с параметрами $\beta = 1, \nu = 0.5, \mu = 0.2$

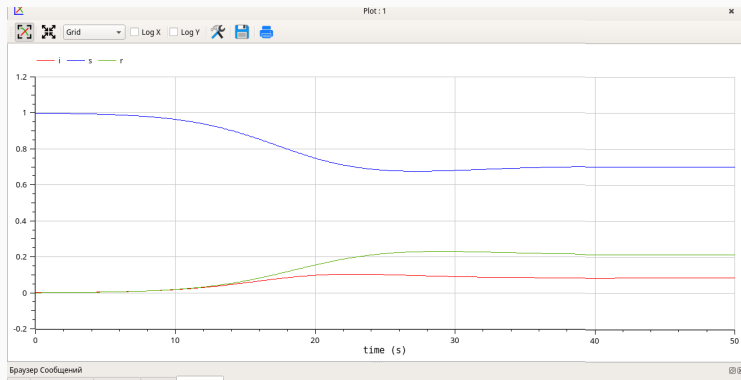


Рис. 27: График решения модели SIR с учетом демографии при $\beta = 1, \nu = 0.5, \mu = 0.2$. OpenModelica

В результате выполнения работы была исследована модель SIR при помощи xcos и OpenModelica.