Отчет по лабораторной работе №5

Построение модели хищник-жертва

Евсеева Дарья Олеговна

10 марта, 2022

Содержание

[Цель работы 1](#_Toc97896894)

[Задание 1](#_Toc97896895)

[Теоретическое введение 2](#_Toc97896896)

[Выполнение лабораторной работы 3](#_Toc97896897)

[1. Написание заготовки для построения моделей 3](#_Toc97896898)

[2. Построение модели “хищник-жертва” 4](#_Toc97896899)

[3. Нахождение стационарного состояния 6](#_Toc97896900)

[Выводы 8](#_Toc97896901)

[Список литературы 8](#_Toc97896902)

# Цель работы

Целью данной работы является построение модели “хищник-жертва” в среде OpenModelica.

# Задание

Вариант №21.

Для модели “хищник-жертва”:

1. Постройте график зависимости численности хищников от численности жертвы, а также графики изменения численности хищников и численности жертв при следующих начальных условиях: , .
2. Найдите стационарное состояние системы.

# Теоретическое введение

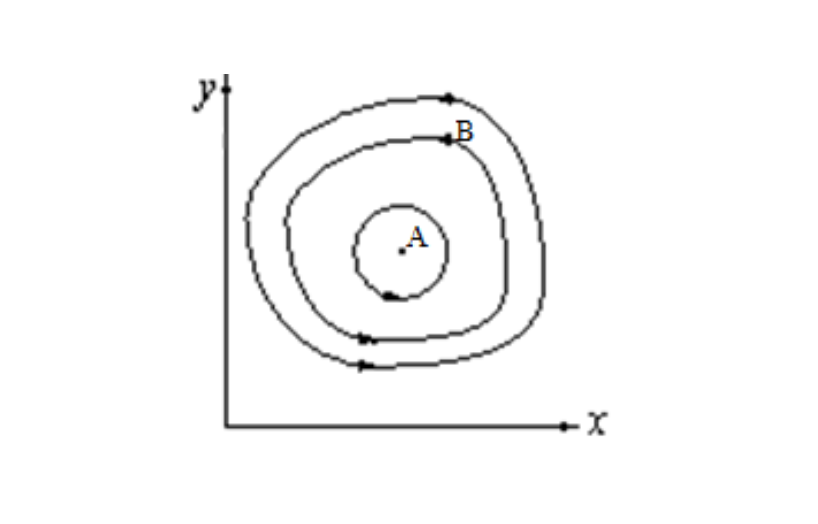
OpenModelica — свободное открытое программное обеспечение для моделирования, симуляции, оптимизации и анализа сложных динамических систем. Основано на языке Modelica.

Простейшая модель взаимодействия двух видов типа “хищник-жертва” — модель Лотки-Вольтерры. Данная двувидовая модель основывается на следующих предположениях:

1. Численность популяции жертв и хищников зависят только от времени (модель не учитывает пространственное распределение популяции на занимаемой территории)
2. В отсутствии взаимодействия численность видов изменяется по модели Мальтуса, при этом число жертв увеличивается, а число хищников падает
3. Естественная смертность жертвы и естественная рождаемость хищника считаются несущественными
4. Эффект насыщения численности обеих популяций не учитывается
5. Скорость роста численности жертв уменьшается пропорционально численности хищников

(1)

В этой модели — число жертв, — число хищников. Коэффициент описывает скорость естественного прироста числа жертв в отсутствие хищников, — естественное вымирание хищников, лишенных пищи в виде жертв. Вероятность взаимодействия жертвы и хищника считается пропорциональной как количеству жертв, так и числу самих хищников (). Каждый аки взаимодействия уменьшает популяцию жертв, но способствует увеличению популяции хищников (члены и в правой части уравнения).



Эволюция популяции жертв и хищников в модели Лотки-Вольтерры

Математический анализ этой (жесткой) модели показывает, что имеется стационарное состояние ( на рисунке выше), всякое же другое начальное состояние () приводит к периодическому колебанию численности как жертв, так и хищников, так что по прошествии некоторого времени система возвращается в состояние .

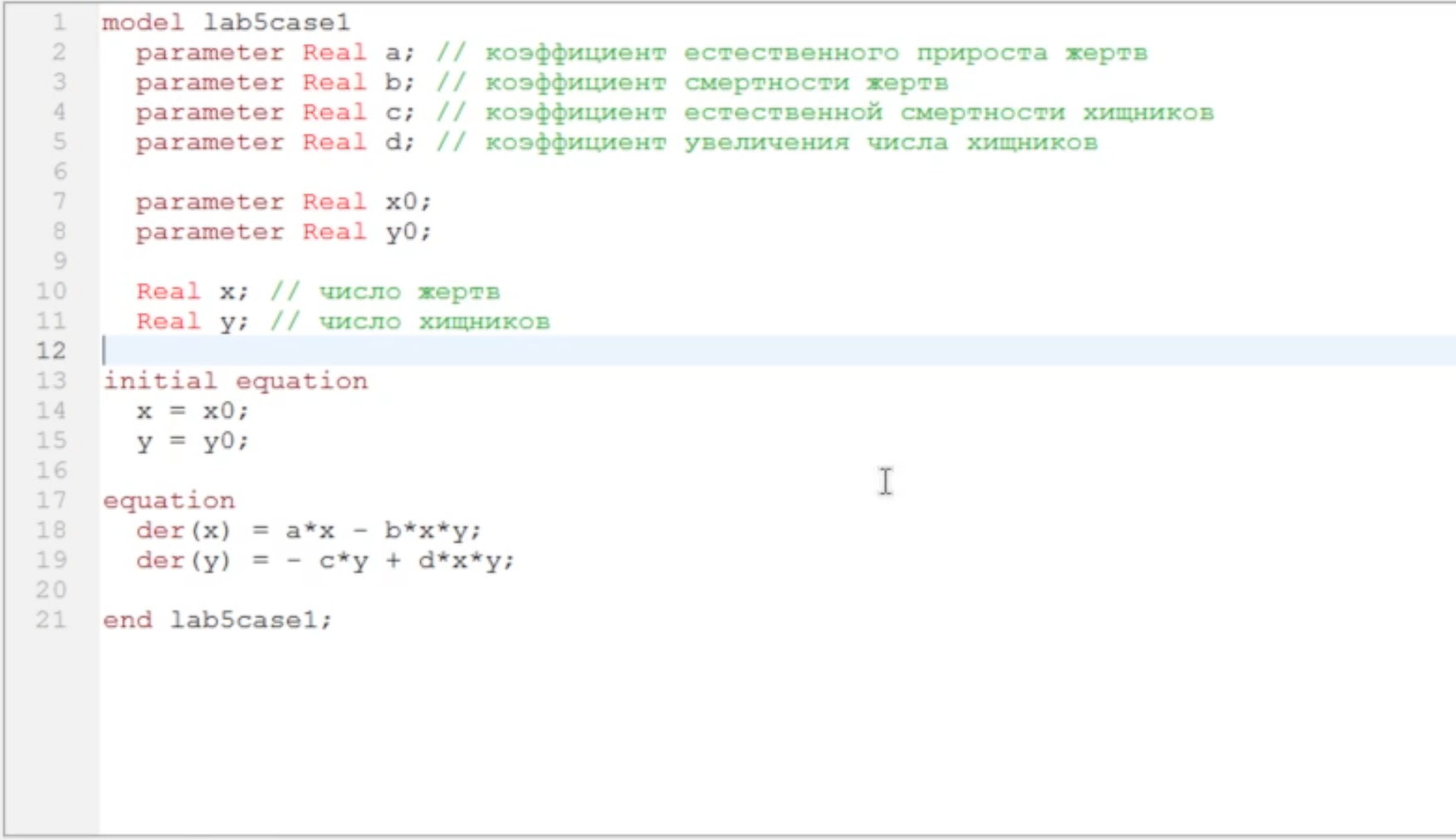
Стационарное состояние системы (1) (положение равновесия , не зависящее от времени решение) будет в точке: , . Если начальные значения задать в стационарном состоянии , , то в любой момент времени численность популяций изменяться не будет. При малом отклонении от положения равновесия численности как хищника, так и жертвы с течение времени возвращаются к равновесным значениям, а совершают периодические колебания вокруг стационарной точки. Амплитуда колебаний и их период определяется начальными значениями численностей , . Колебания совершаются в противофазе.

# Выполнение лабораторной работы

## 1. Написание заготовки для построения моделей

Напишем основу программы для построения требуемых моделей. Работу будем выполнять в среде OpenModelica.

Определим необходимые переменные и параметры и запишем исходные уравнения.

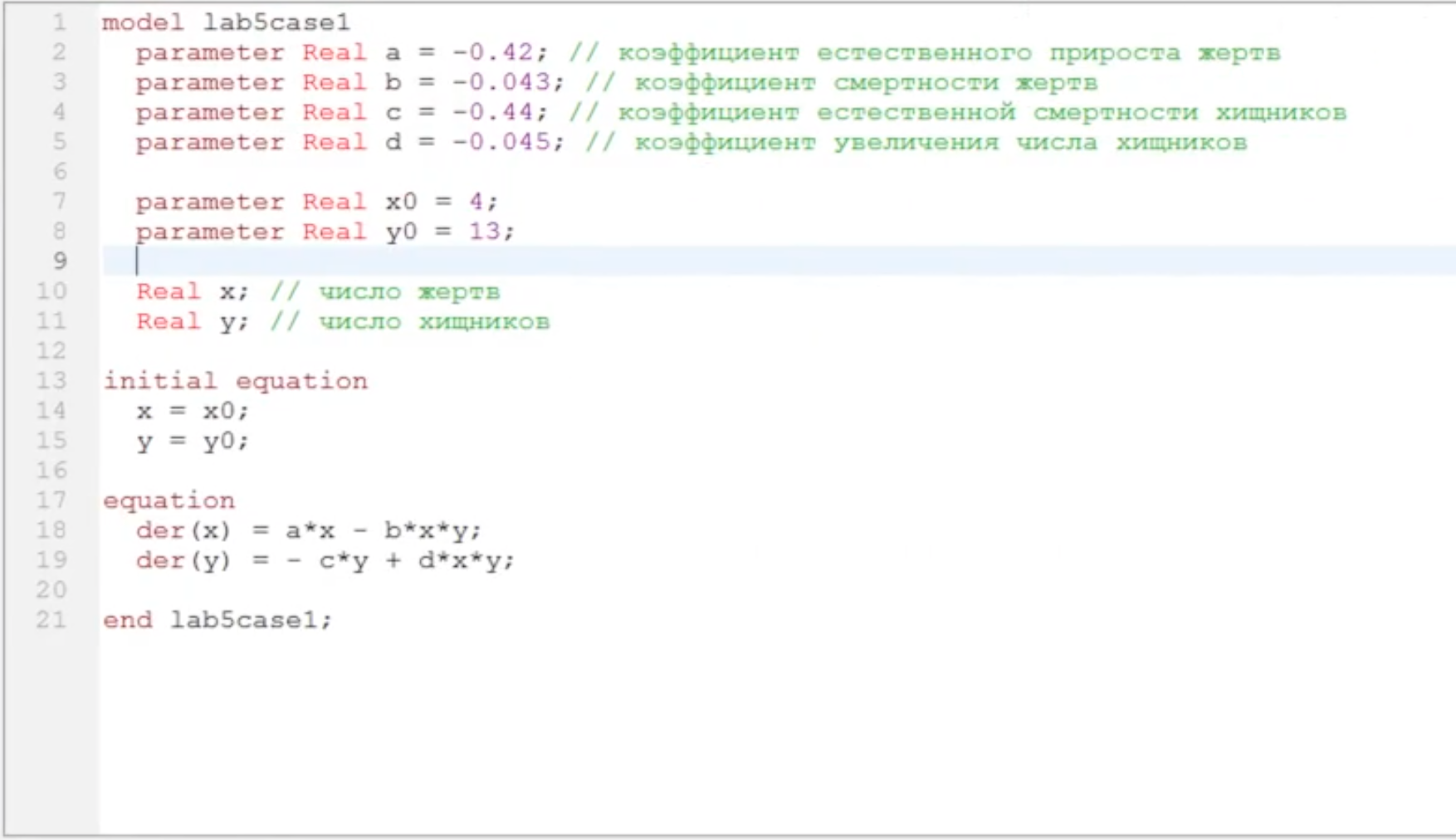


Основа программы для построения моделей

## 2. Построение модели “хищник-жертва”

Дополним код заготовки программы в соответствии с данными задачи для того, чтобы построить модель “хищник-жертва”.

Зададим значения для параметров и начальных данных.



Программа для модели “хищник-жертва”

Запустим симуляцию и отобразим на графиках значения переменных и , то есть изменение численности жертв и хищников соответственно.

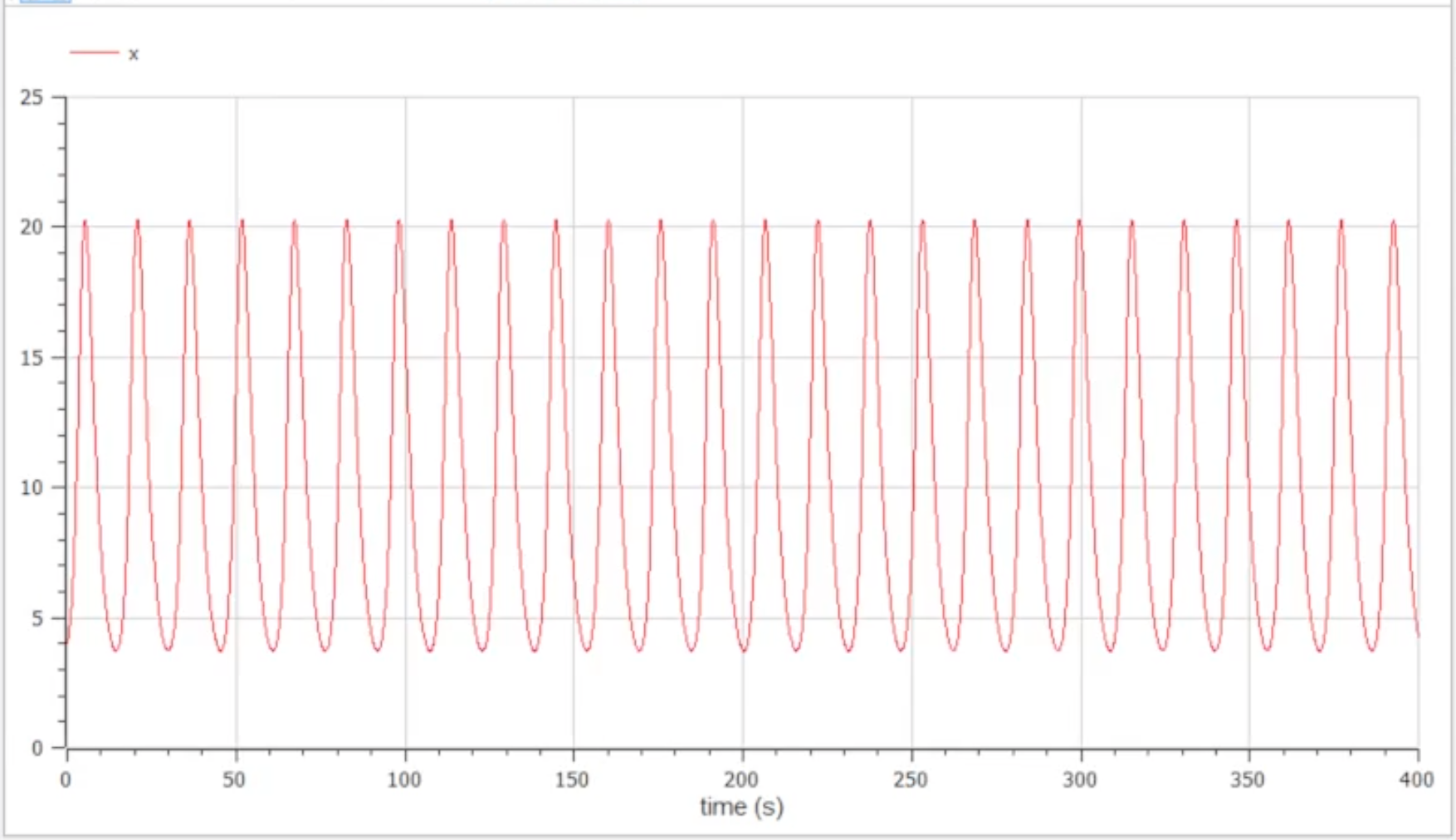


График с отображением x

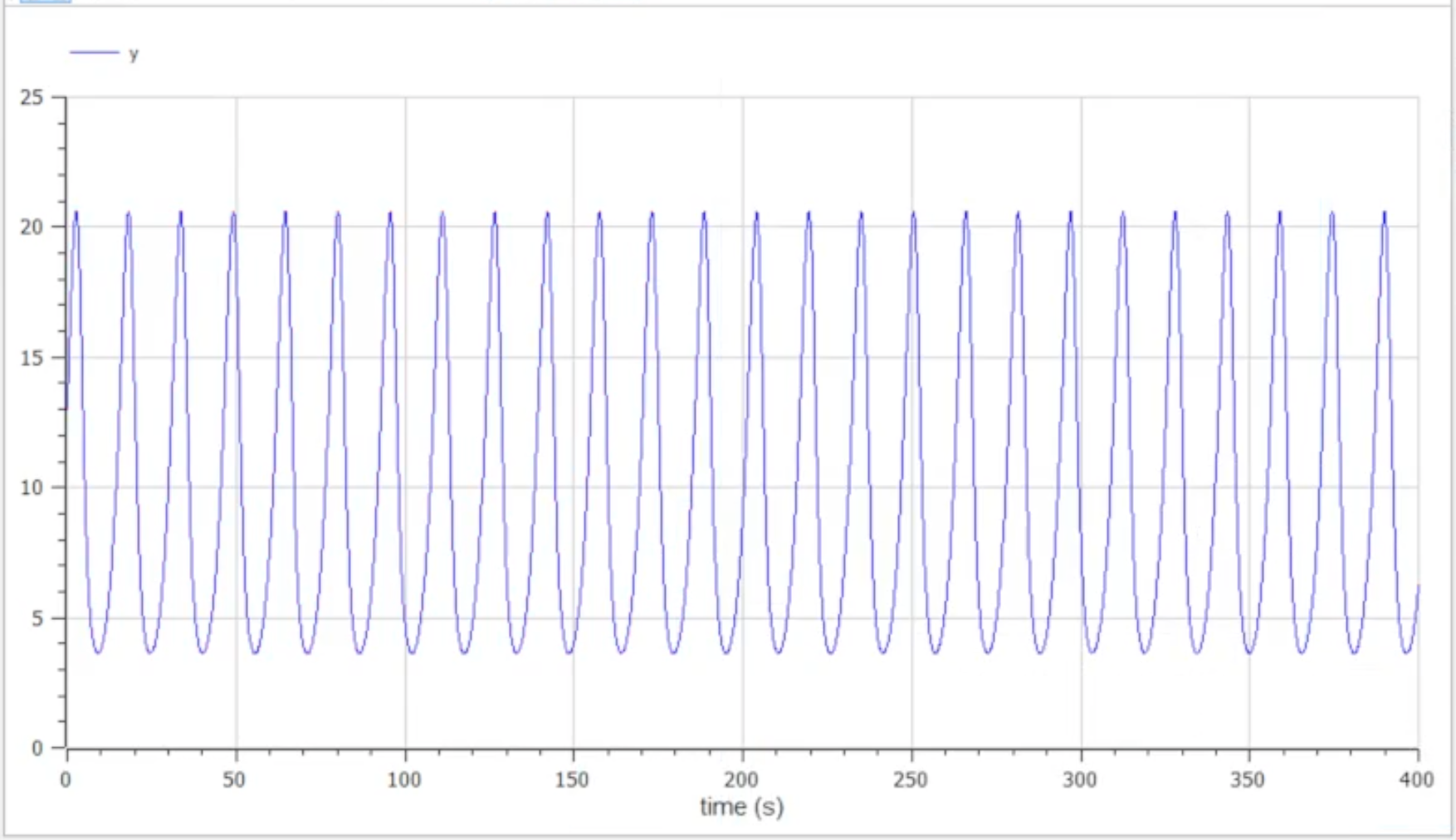


График с отображением y

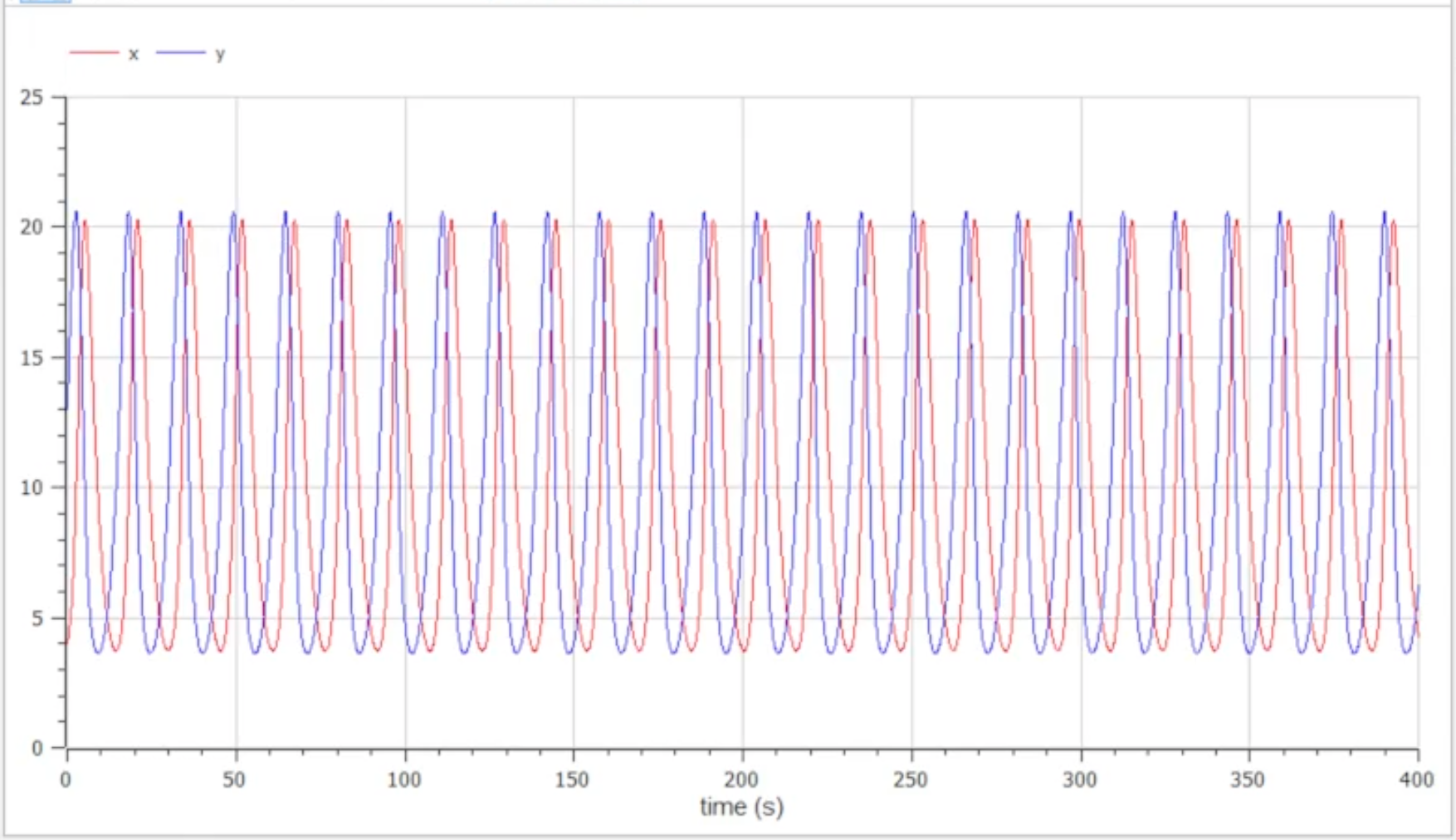


График с отображением x и y

Также откроем параметрическое отображение графика, чтобы увидеть зависимость численности хищников от численности жертв.

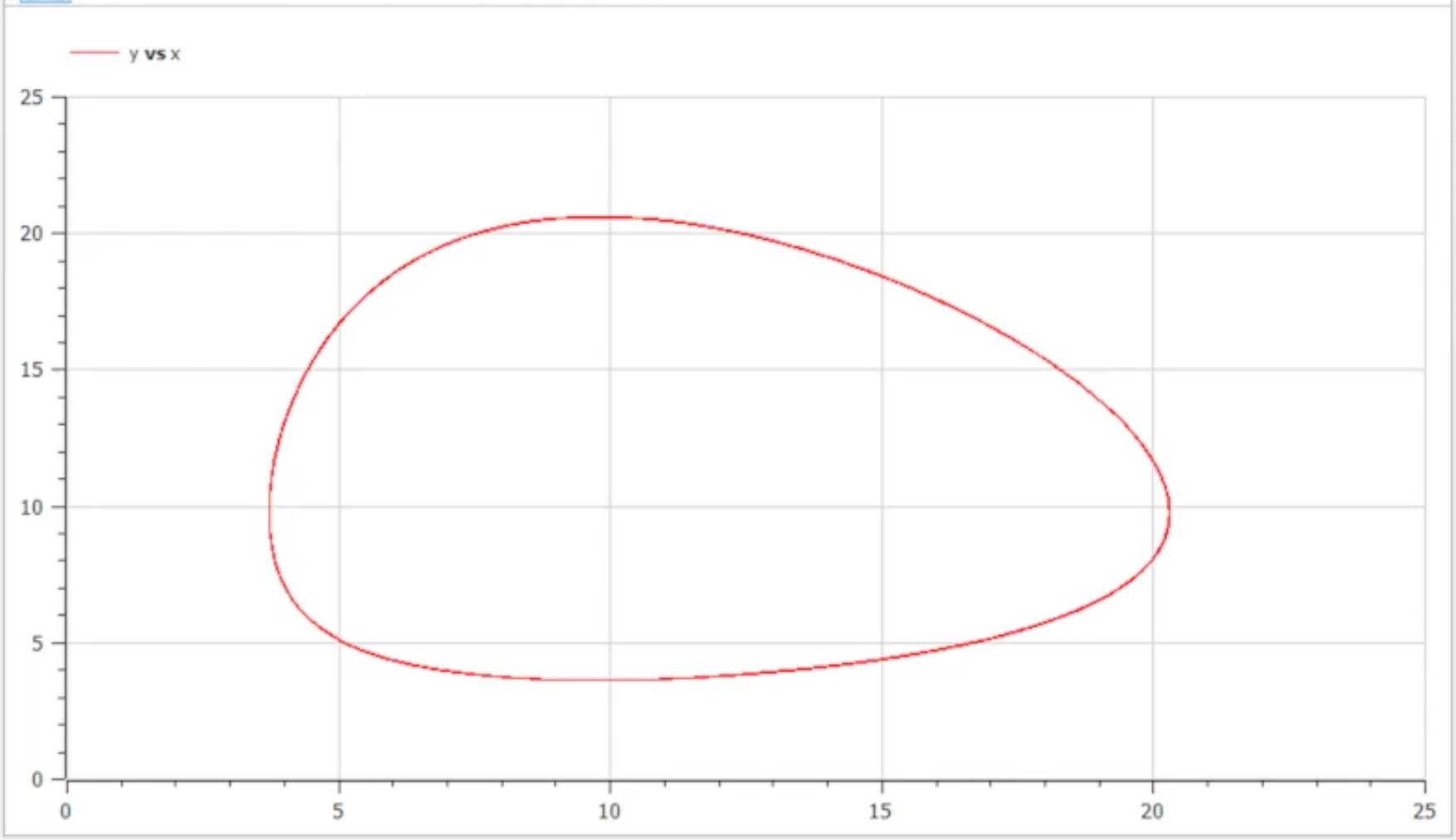
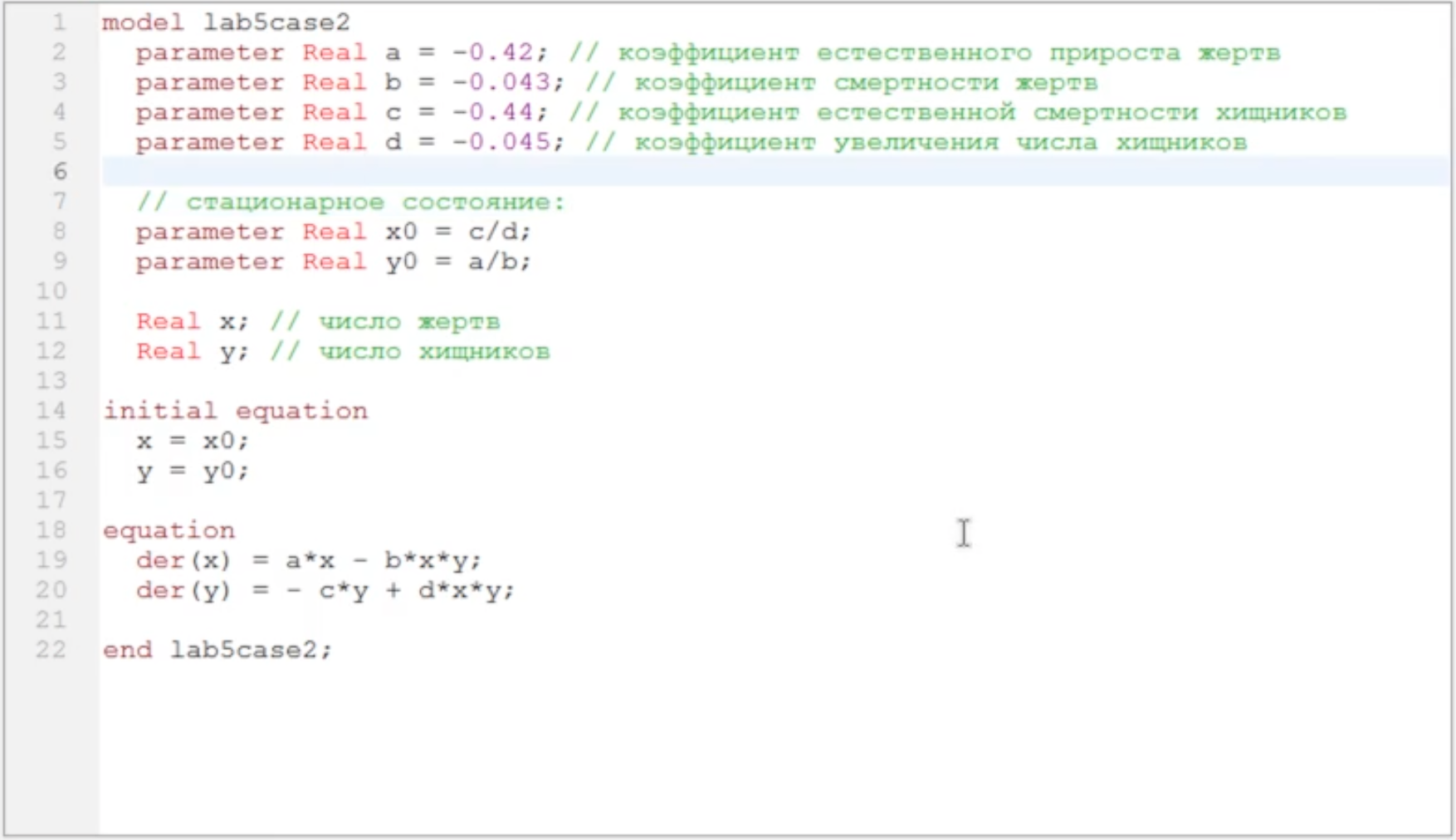


График зависимости

## 3. Нахождение стационарного состояния

Теперь для нахождения стационарного состояния системы подставим в начальные данные соответствующие формулы вместо значений, заданных в условиях задачи.



Программа для стационарного состояния

Запустим симуляцию и отобразим на графике значения переменных и , то есть изменение численности жертв и хищников соответственно.

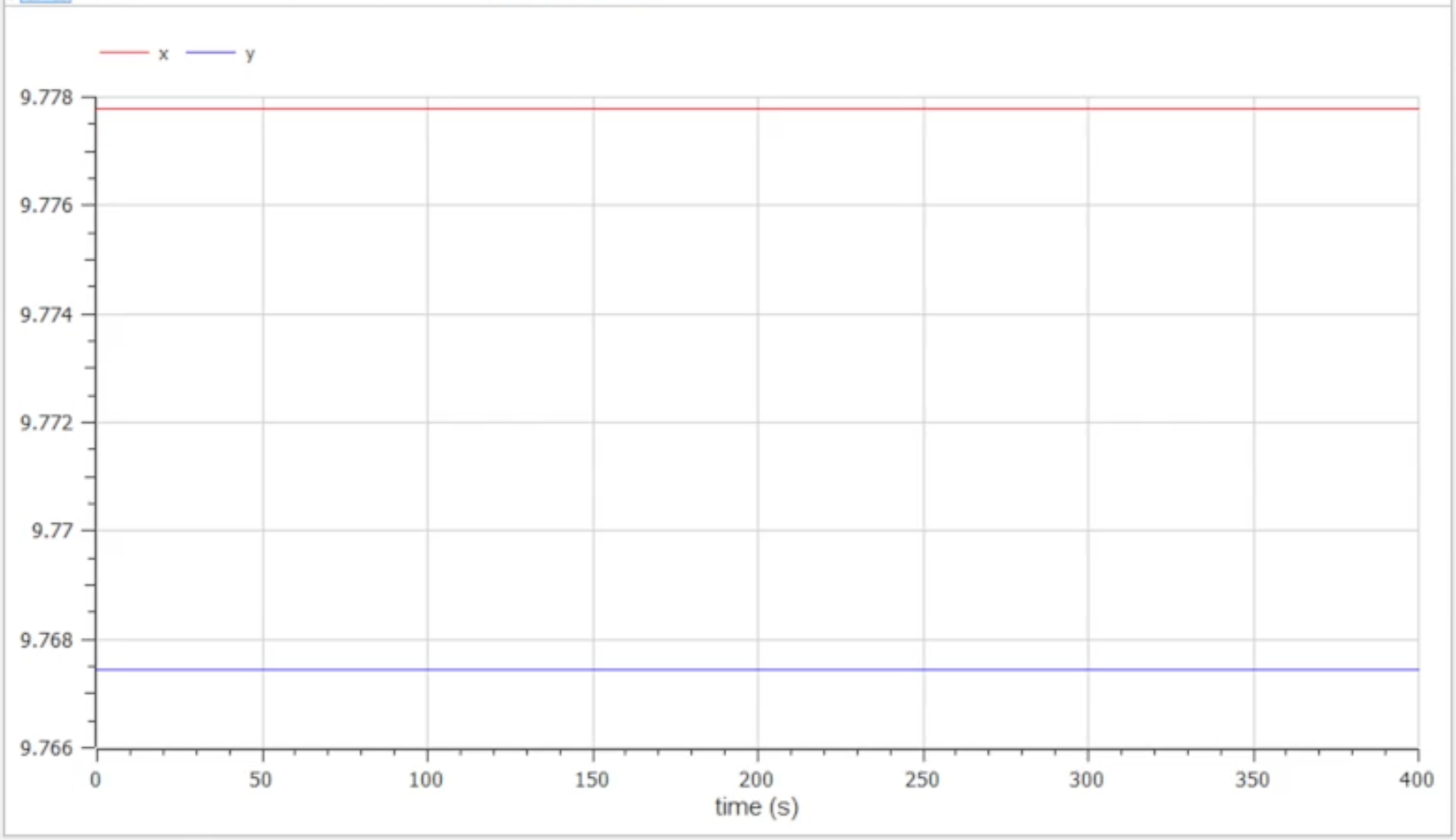


График с отображением x и y в стационарном состоянии

Как можно видеть из полученного графика, значения со временем остаются на одном уровне, соответственно данное состояние действительно является стационарным.

Также откроем параметрическое отображение графика.



График зависимости в стационарном состоянии

# Выводы

В результате проделанной работы мы научились строить модели типа “хищник-жертва” в среде OpenModelica.

# Список литературы

* Методические материалы к лабораторной работе, представленные на сайте “ТУИС РУДН” https://esystem.rudn.ru/
* Документация OpenModelica https://www.openmodelica.org/doc/OpenModelicaUsersGuide/latest/