

# Лабораторная работа №8

Модель TCP/AQM

---

Шуплецов А. А.

29 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Шуплецов Александр Андреевич
- студент ФФМиЕН
- Российский университет дружбы народов
- <https://github.com/winnralex>

Реализовать модель TCP/AQM с помощью xcos и OpenModelica.



Зададим переменное окружение.

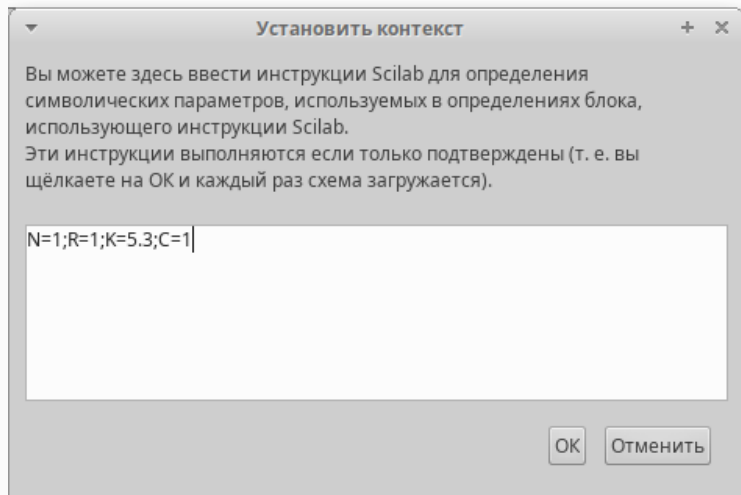


Рис. 1: Переменное окружение

Затем реализуем модель TCP/AQM и разместим регистрирующие устройства:

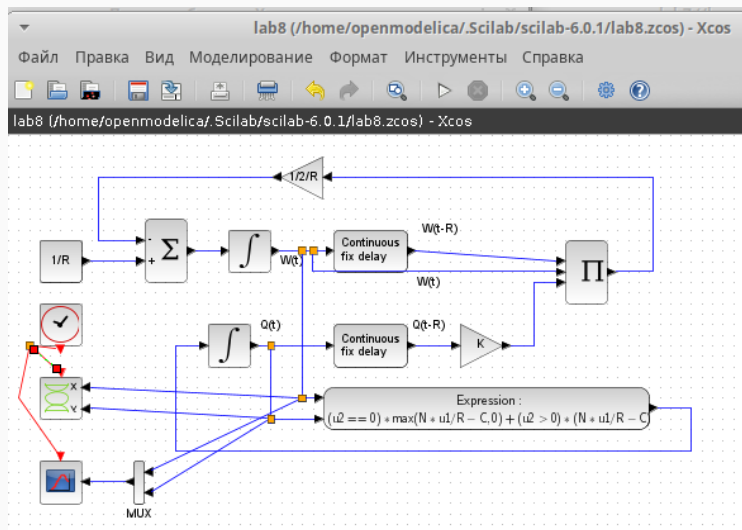


Рис. 2: Модель TCP/AQM в xcos

Получим динамику изменения размера TCP окна  $W(t)$  (зеленая линия) и размера очереди  $Q(t)$  (черная линия), а также фазовый портрет:

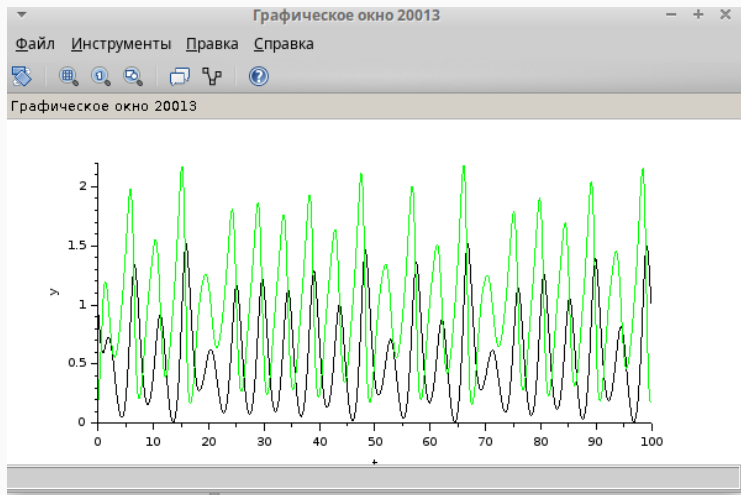


Рис. 3: Динамика изменения размера TCP окна  $W(t)$  и размера очереди  $Q(t)$



Получим фазовый портрет.

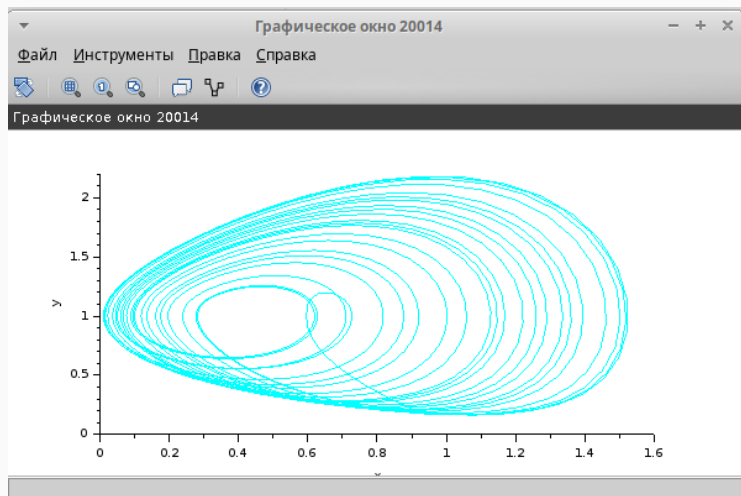


Рис. 4: Фазовый портрет ( $w$ ,  $Q$ )

Уменьшив скорость обработки пакетов  $C$  до 0.9 можно увидеть, что автоколебания стали более выраженными.

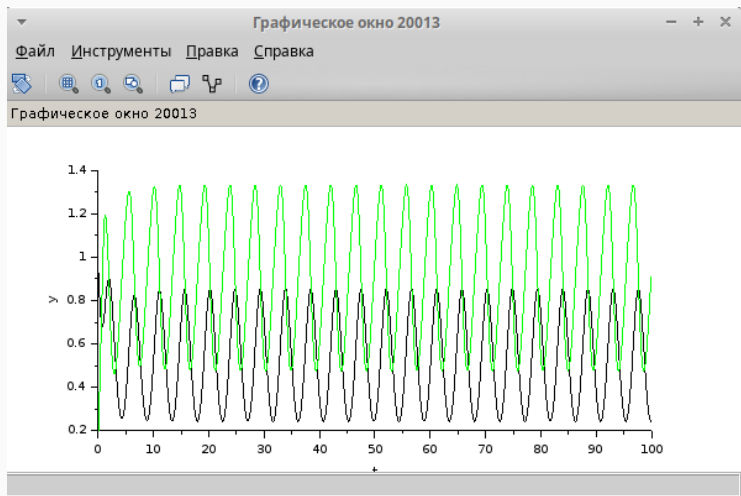


Рис. 5: Динамика изменения размера TCP окна  $W(t)$  и размера очереди  $Q(t)$  при  $C = 0.9$

## Получим фазовый портрет

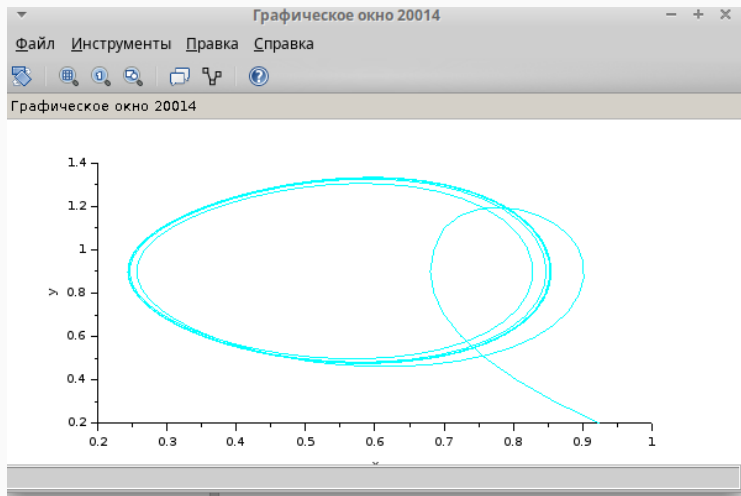
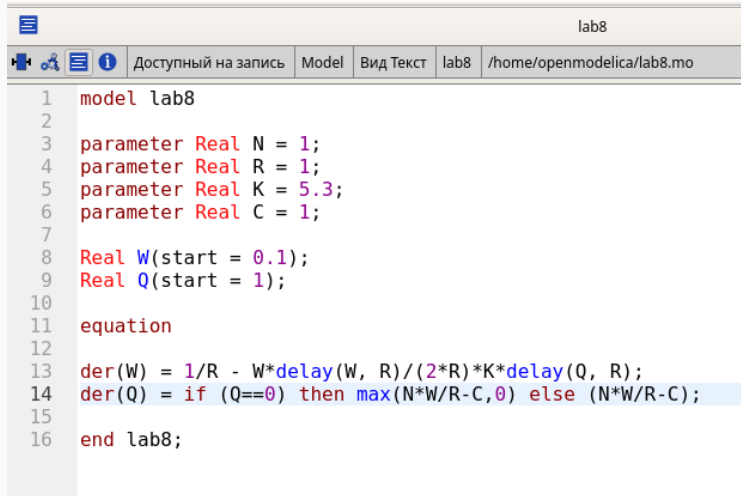


Рис. 6: Фазовый портрет  $(W, Q)$  при  $C = 0.9$



Перейдем к реализации модели в OpenModelica. Зададим параметры, переменные и систему уравнений:

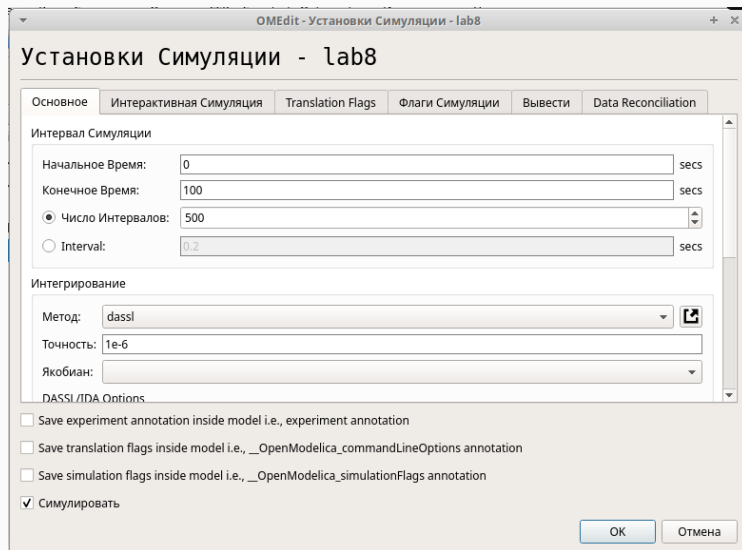


The screenshot shows the OpenModelica IDE interface. The title bar indicates the file is 'lab8'. The menu bar includes options like 'Доступный на запись' (Writable), 'Model', 'Вид Текст' (Text View), 'lab8', and the file path '/home/openmodelica/lab8.mo'. The main editor area displays the following code:

```
1 model lab8
2
3 parameter Real N = 1;
4 parameter Real R = 1;
5 parameter Real K = 5.3;
6 parameter Real C = 1;
7
8 Real W(start = 0.1);
9 Real Q(start = 1);
10
11 equation
12
13 der(W) = 1/R - W*delay(W, R)/(2*R)*K*delay(Q, R);
14 der(Q) = if (Q==0) then max(N*W/R-C,0) else (N*W/R-C);
15
16 end lab8;
```

Рис. 7: Модель TCP/AQM в OpenModelica

Затем установим параметры симуляции.



Получим динамику изменения размера TCP окна  $W(t)$  (зеленая линия) и размера очереди  $Q(t)$  (черная линия), а также фазовый портрет, который показывает наличие автоколебаний параметров системы — фазовая траектория осциллирует вокруг своей стационарной точки:

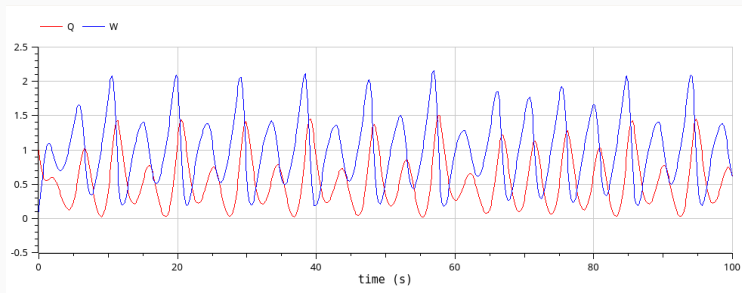


Рис. 9: Динамика изменения размера TCP окна  $W(t)$  и размера очереди  $Q(t)$ . OpenModelica

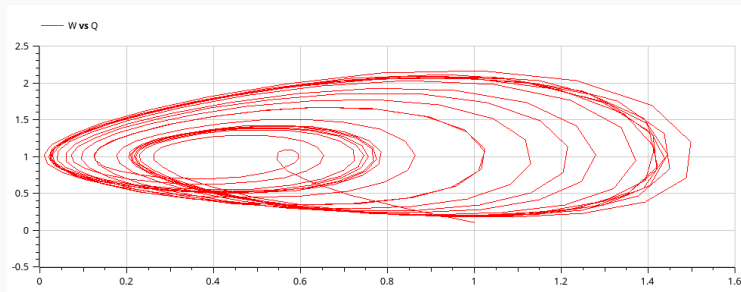


Рис. 10: Фазовый портрет (W, Q). OpenModelica



В результате выполнения работы я реализовал модель TCP/AQM с помощью xcos и OpenModelica.

Королькова А. В., Кулябов Д.С. “Материалы к лабораторным работам”