

Лабораторная работа №8

Модель TCP/AQM

Дворкина Е. В.

11 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>



Цель данной лабораторной работы – реализовать модель TCP/AQM с помощью xcos и OpenModelica.

- Реализовать в xcos и OpenModelica модель TCP/AQM.
- Построить график, описывающий динамику размера очереди и TCP окна
- Построить фазовый портрет, описывающий зависимость размера очереди от TCP окна

Рассмотрим упрощённую модель поведения ТСП-подобного трафика с регулируемой некоторым AQM алгоритмом динамической интенсивностью потока

$$\dot{W}(t) = \frac{1}{R} - \frac{W(t)W(t-R)}{2R} KQ(t-R)$$

$$\dot{Q}(t) = \begin{cases} \frac{NW(t)}{R} - C, & Q(t) > 0, \\ \max\left(\frac{NW(t)}{R} - C, 0\right), & Q(t) = 0. \end{cases}$$

Выполнение лабораторной работы

Начальные значения параметров

$$N = 1, R = 1, K = 5.3, C = 1, W(0) = 0.1, Q(0) = 1.$$

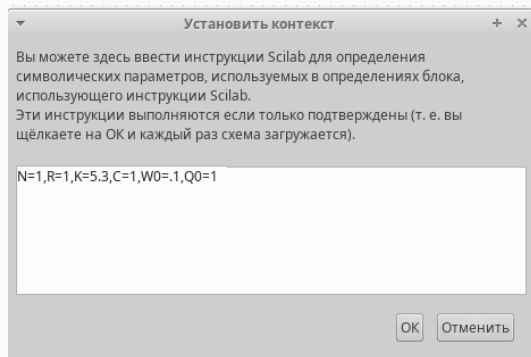


Рис. 1: Переменные окружения

Реализация в xcos (Параметры моделирования)

Параметры моделирования

Конечное время интегрирования	1.0E02
Количество секунд в единице времени	0.0E00
Абсолютная погрешность интегрирования	1.0E-06
Относительная погрешность интегрирования	1.0E-06
Погрешность по времени	1.0E-10
Максимальный временной интервал интегрирования	1.00001E05
Вид программы решения	Sundials/CVODE - BDF - NEWTON
Максимальный размер шага (0 означает "без ограничения")	0.0E00

Установить контекст

OK Отменить По умолчанию

Рис. 2: Параметры моделирования

Реализация в хcos (Установка начального значения)

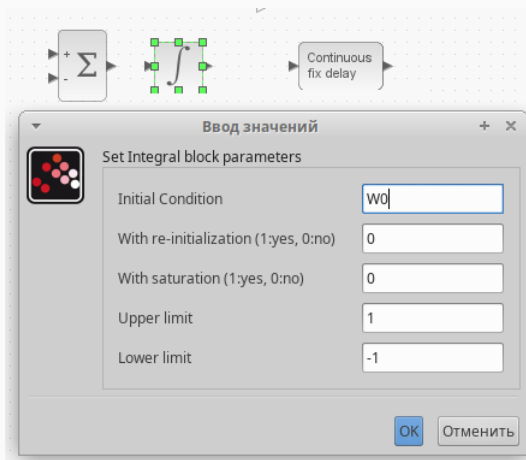


Рис. 3: Установка начального значения интегратора

Реализация в хcos (Установка начального значения)

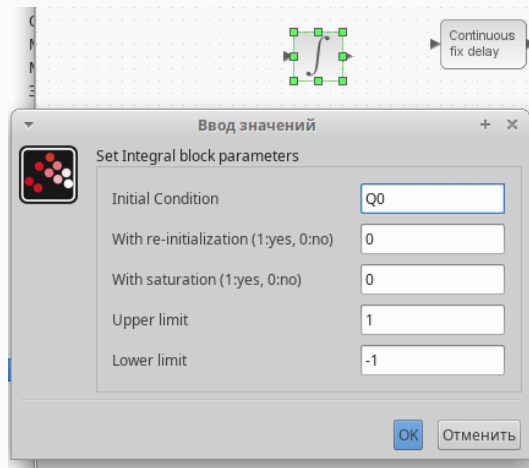


Рис. 4: Установка начального значения интегратора

Реализация в xcos (Установка значения задержки)

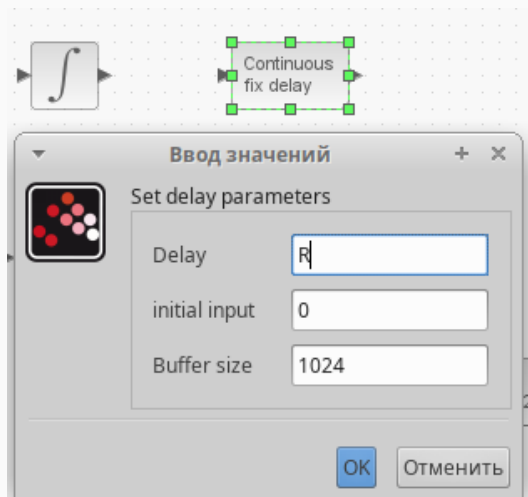


Рис. 5: Установка задержки

Реализация в xcos (Задать выражение в блоке)

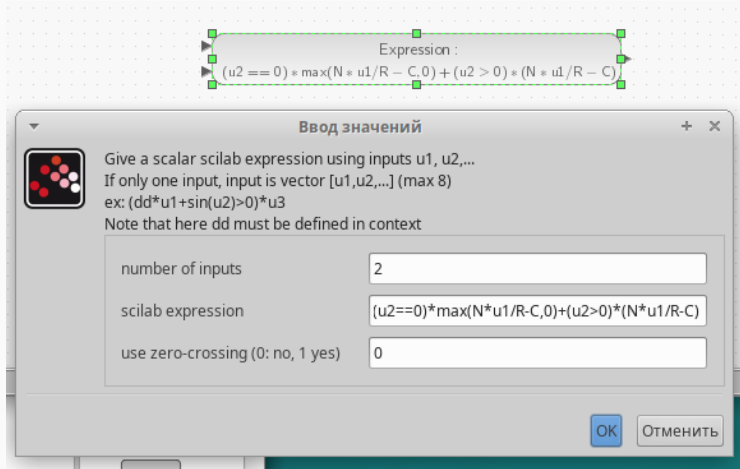


Рис. 6: Параметры блока Expression

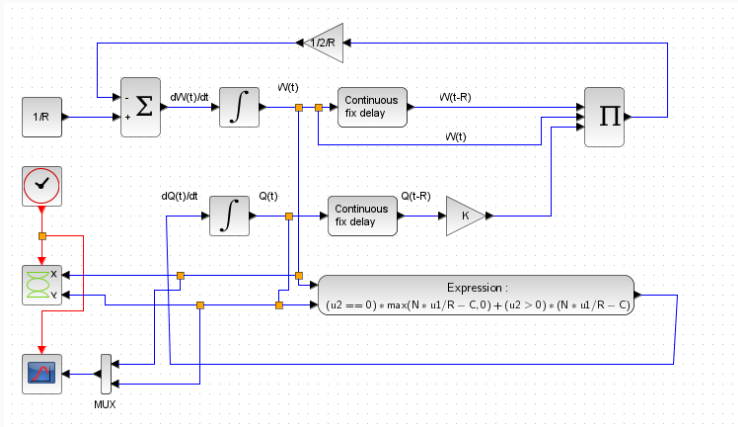


Рис. 7: Модель TCP/AQM в xcos

Реализация в хсос (График изменения размера окна TCP и очереди)

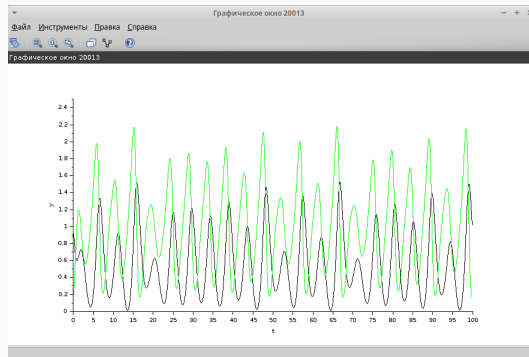


Рис. 8: Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

Реализация в хcos (Фазовый портрет)

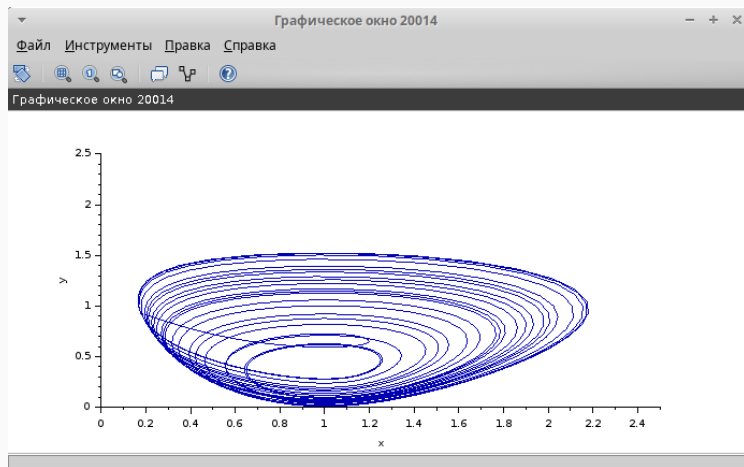


Рис. 9: Фазовый портрет (W, Q)

Реализация в xcos (Изменение переменных окружения)

Уменьшим скорость обработки пакетов C до 0.9

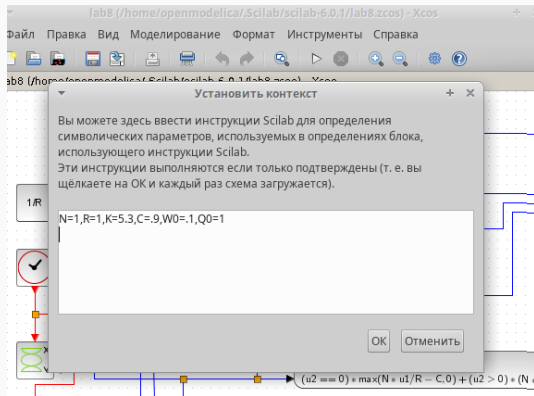


Рис. 10: Переменные окружения, изменение

Реализация в хсос (График изменения размера окна TCP и очереди)

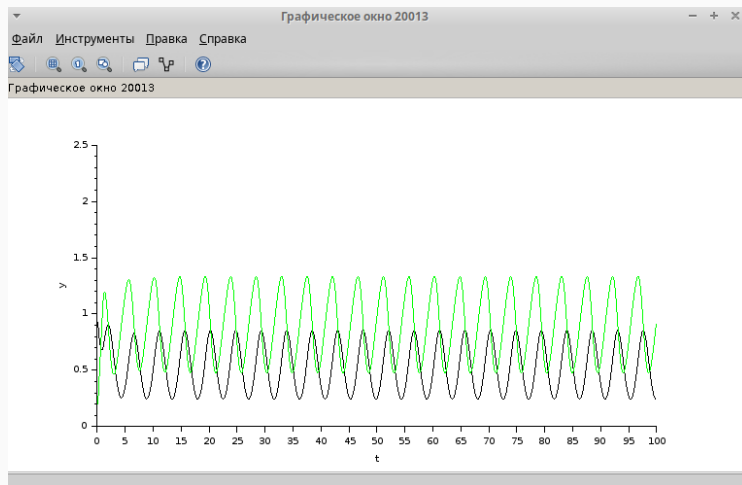


Рис. 11: Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$ при $C = 0.9$

Реализация в xcos (Фазовый портрет)

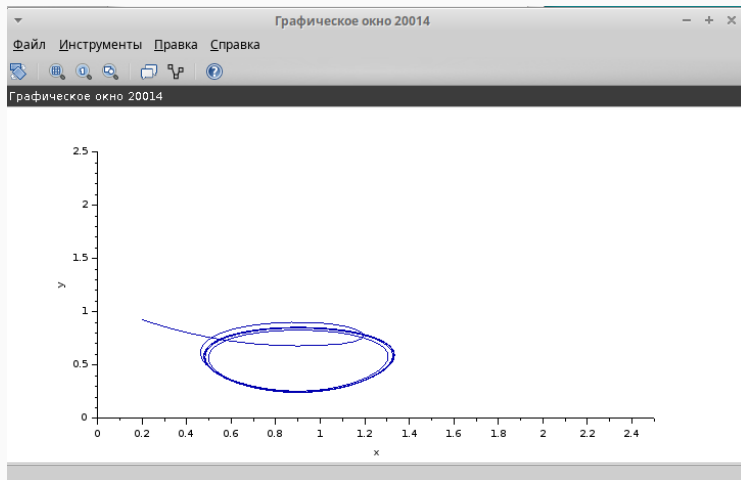


Рис. 12: Фазовый портрет (W, Q) при $C = 0.9$

```
1  model l8
2
3  parameter Real N=1;
4  parameter Real R=1;
5  parameter Real K=5.3;
6  parameter Real C=1;
7  parameter Real W0=0.1;
8  parameter Real Q0=1;
9
10 Real W(start=W0);
11 Real Q(start=Q0);
12
13 equation
14
15 der(W)=1/R-W*delay(W,R)*K*delay(Q,R)/(2*R);
16 der(Q)= if Q > 0 then N*W/R-C else max(N*W/R-C,0);
17
18 end l8;
```

Рис. 13: Модель TCP/AQM в OpenModelica

Реализация в OpenModelica (Установка симуляции)

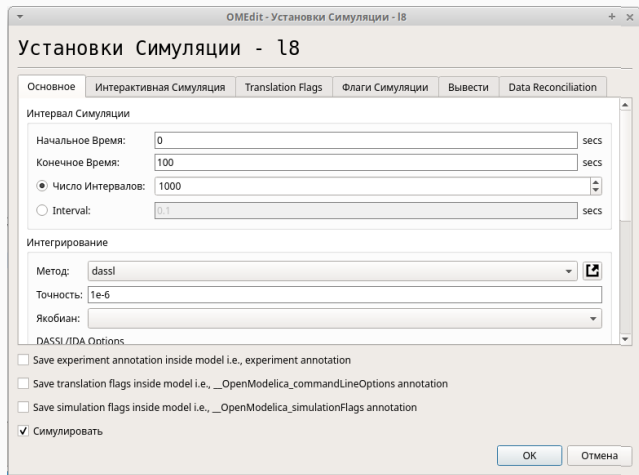


Рис. 14: Установка симуляции OpenModelica

Реализация в OpenModelica (График изменения размера окна TCP и очереди)

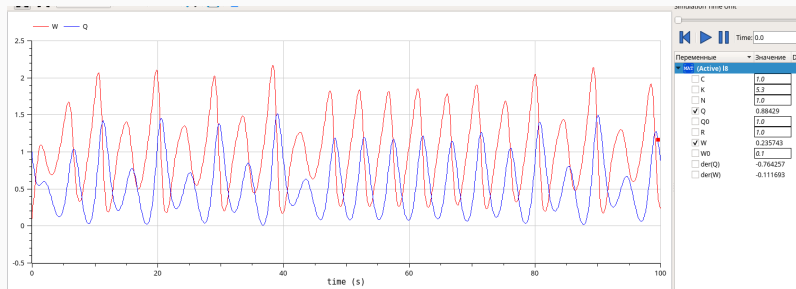


Рис. 15: Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

Реализация в OpenModelica (Фазовый портрет)

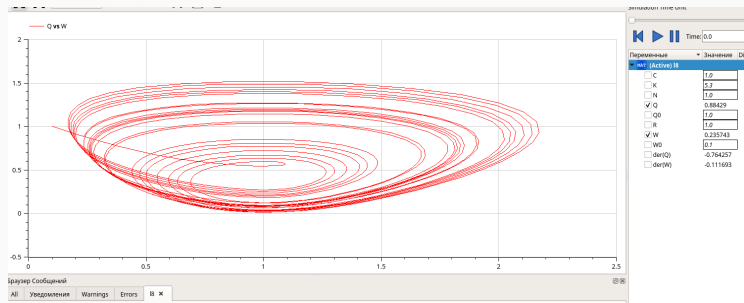


Рис. 16: Фазовый портрет (W, Q)

Реализация в OpenModelica (Изменение переменных)

```
1  model l8
2
3  parameter Real N=1;
4  parameter Real R=1;
5  parameter Real K=5.3;
6  parameter Real C=.9;
7  parameter Real W0=0.1;
8  parameter Real Q0=1;
9
10 Real W(start=W0);
11 Real Q(start=Q0);
12
13 equation
14
15 der(W)=1/R-W*delay(W,R)*K*delay(Q,R)/(2*R);
16 der(Q)= if Q > 0 then N*W/R-C else max(N*W/R-C,0);
17
18 end l8;
```

Рис. 17: Изменение параметра C

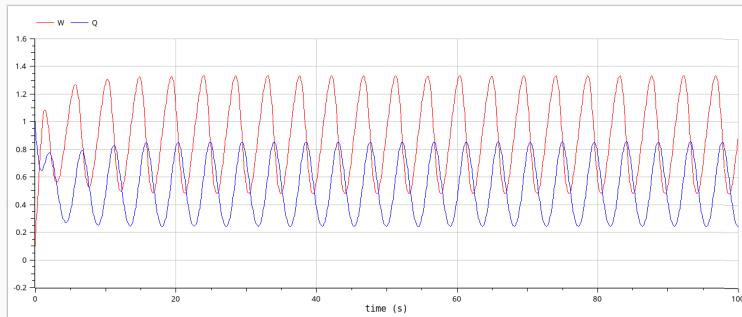


Рис. 18: Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$ при $C = 0.9$

Реализация в OpenModelica (Фазовый портрет)

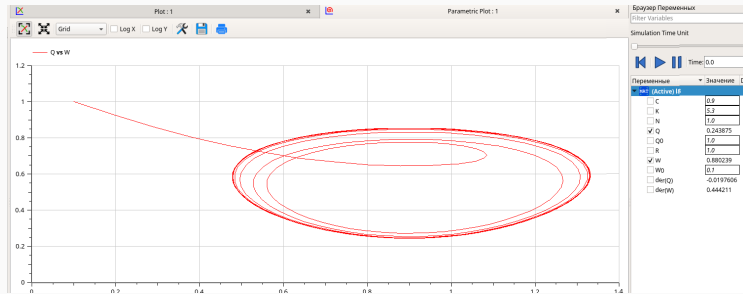


Рис. 19: Фазовый портрет (W, Q) при $C = 0.9$

При выполнении данной лабораторной работы я реализовала модель TCP/AQM с помощью xcos и OpenModelica.