

# Модель TCP/AQM.

Лабораторная работа №8.

---

Рогожина Н.А.

29 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Рогожина Надежда Александровна
- студентка 3 курса НФИбд-02-22
- Российский университет дружбы народов
- <https://mikogreen.github.io/>

## Задание

---

Реализуйте упрощённую модель поведения TCP-подобного трафика с регулируемой некоторым AQM алгоритмом динамической интенсивностью потока.

## Теоретическое введение

---

Уравнения модели выглядят следующим образом:

1.  $W(t) = 1/R - 1/2R * W(t)*W(t-R)*K*Q(t-R)$
2.  $Q(t) = NW(t)/R - C$  if  $Q(t) > 0$  else  $\max(NW(t)/R - C, 0)$

## Выполнение лабораторной работы

---



В первую очередь, настроим параметры моделирования.

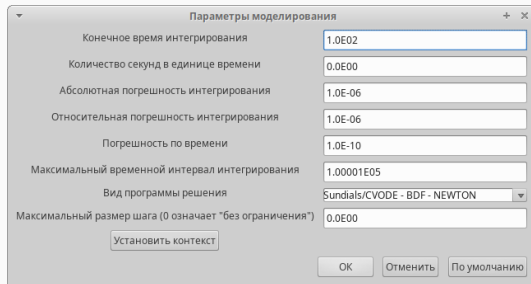


Рис. 1: 100 секунд модельного времени

Также, сразу установим переменные окружения.

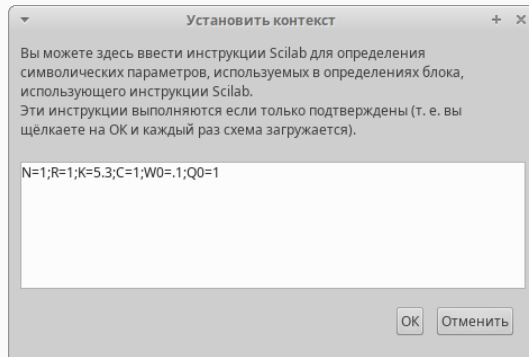


Рис. 2: N;K;R;C;W0;Q0

Следующий шаг - реализация схемы модели.

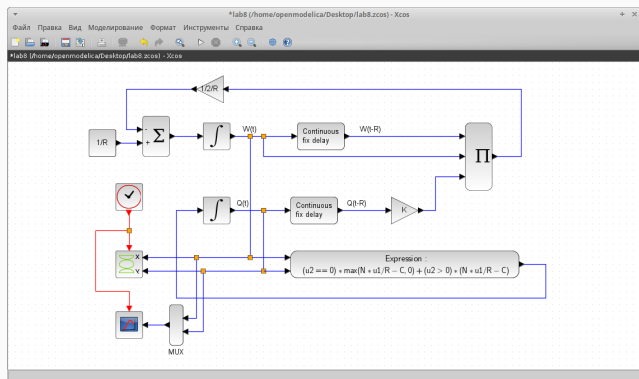


Рис. 3: Модель xcos

Визуализировав результаты моделирования мы получили два графика. На первом отображена динамика изменения размера TCP окна  $W(t)$  (зеленая линия) и размера очереди  $Q(t)$  (черная линия). На второй представлен фазовый портрет  $(W, Q)$ , который показывает наличие автоколебаний параметров системы — фазовая траектория осциллирует вокруг своей стационарной точки.

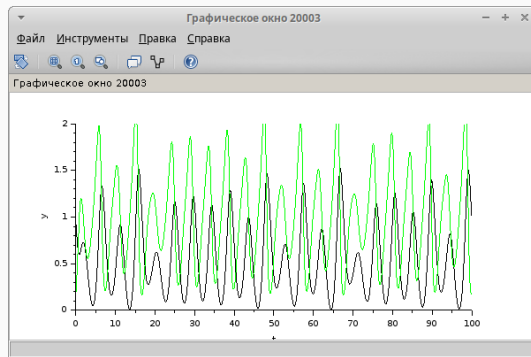


Рис. 4: Динамика изменения размера окна и размера очереди для  $C=1$

## Фазовый портрет ( $C=1$ )

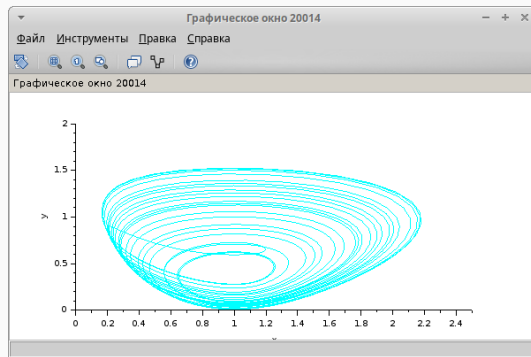


Рис. 5: Фазовый портрет для  $C=1$

## График ( $C=0.9$ )

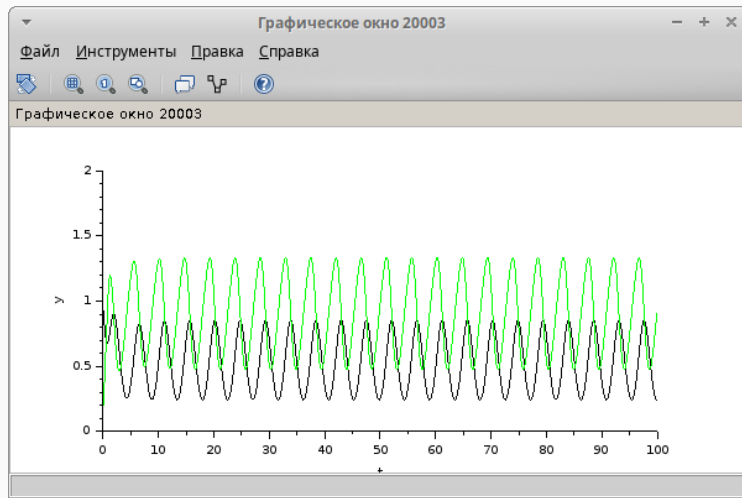


Рис. 6: Динамика изменения размера окна и размера очереди для  $C=0.9$



## Фазовый портрет ( $C=0.9$ )

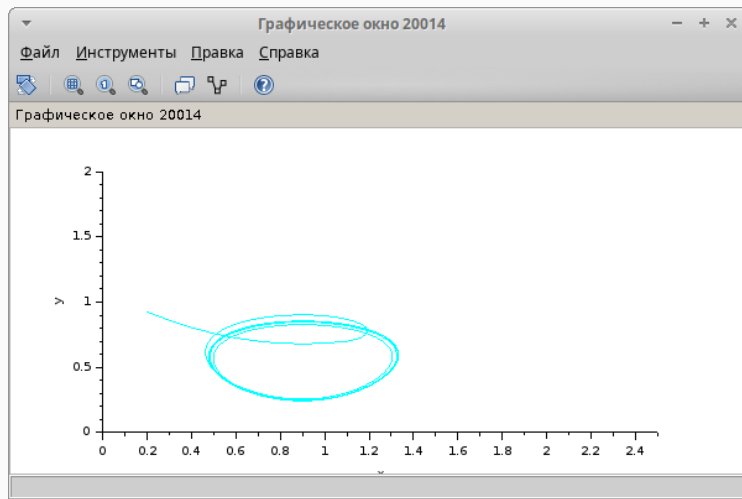


Рис. 7: Фазовый портрет для  $C=0.9$

Вторым этапом была реализация с помощью OpenModelica. Код, который был использован при построении модели:

```
model lab8  
parameter Real N=1;  
parameter Real R=1;  
parameter Real K=5.3;  
parameter Real C=1;  
parameter Real W0=0.1;  
parameter Real Q0=1;
```

```
Real W(start=W0);  
Real Q(start=Q0);  
equation  
der(W) = 1/R - W*delay(W,R)*K*delay(Q,R)/(2*R);  
der(Q) = if Q > 0 then N*W/R-C else max(N*W/R-C,0);  
end lab8;
```

Необходимо было также визуализировать результаты симуляции для  $C=1$  и для  $C=0.9$ .

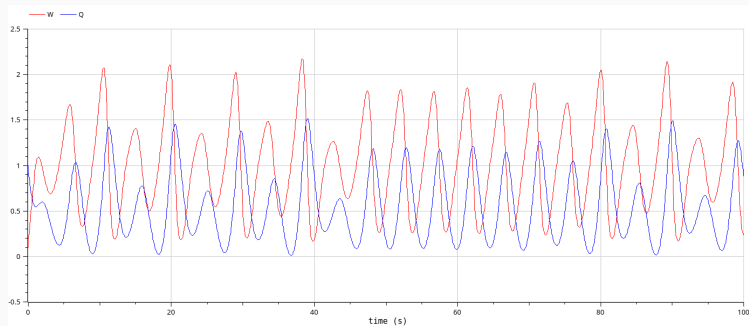


Рис. 8: Динамика изменения размера окна и размера очереди для  $C=1$

## Фазовый портрет ( $C=1$ )

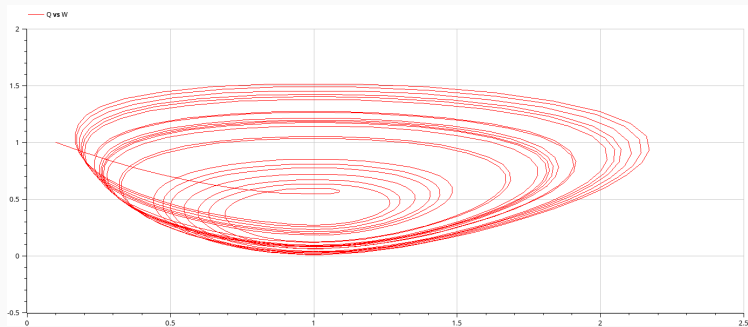


Рис. 9: Фазовый портрет для  $C=1$

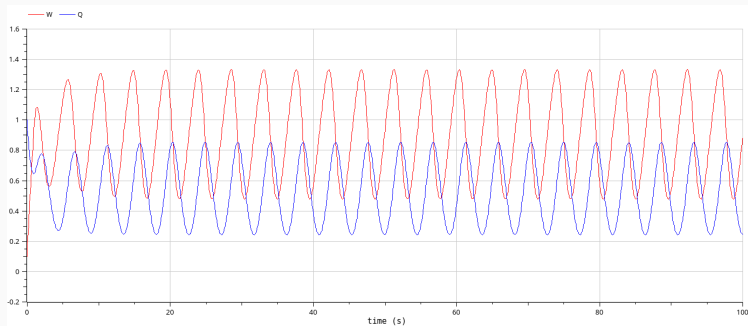


Рис. 10: Динамика изменения размера окна и размера очереди для  $C=0.9$



## Фазовый портрет ( $C=0.9$ )

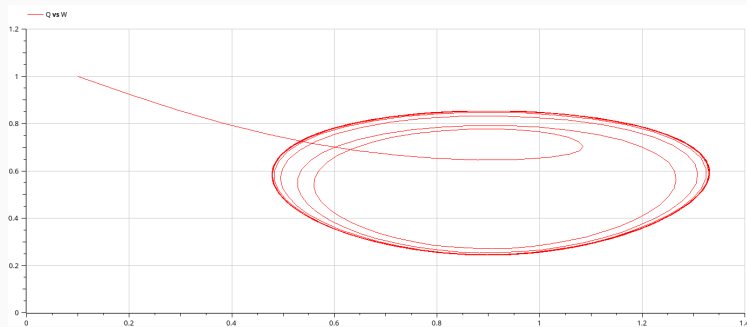


Рис. 11: Фазовый портрет для  $C=0.9$

Как мы видим, результаты мы получили те же, что и через xcos.

## Выводы

---

В ходе работы мы изучили упрощённую модель поведения TCP-подобного трафика с регулируемой некоторым AQM алгоритмом динамической интенсивностью потока, а также визуализировали результаты симуляции поведения данной модели двумя способами - через xcos и через OpenModelica.