

# Презентация по лабораторной работе №8

Модель TCP/AQM

---

Ибатулина Д.Э.

25 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Ибатулина Дарья Эдуардовна
- студентка группы НФИбд-01-22
- Российский университет дружбы народов
- 1132226434@rudn.ru
- <https://deibatulina.github.io>



## Вводная часть

---

Тема моделирования различных процессов, происходящих в мире, актуальна, поскольку позволяет найти решения для их оптимизации.

- Модель *TCP/AQM*
- Программное обеспечение для моделирования (xcos), OpenModelica

Цель: Реализовать модель *TCP/AQM* в *xcos* и *OpenModelica*.

Задачи:

1. Построить модель *TCP/AQM* в *xcos*;
2. Построить графики динамики изменения размера *TCP*-окна  $W(t)$  и размера очереди  $Q(t)$ ;
3. Построить модель *TCP/AQM* в *OpenModelica*.

## Основная часть

---

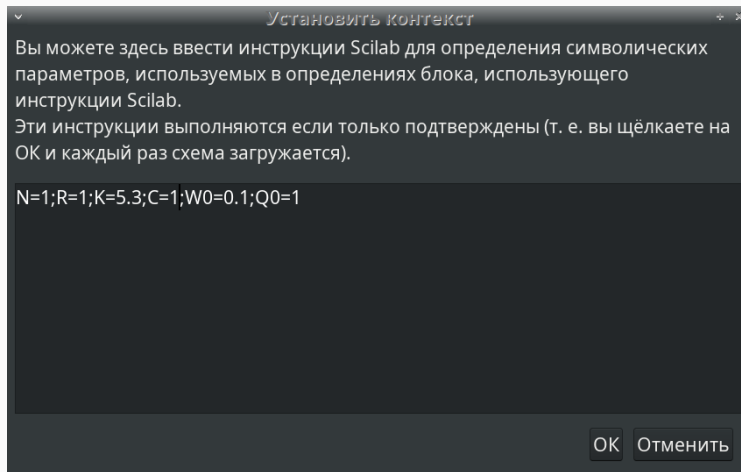


Система ДУ для описания модели *TCP/AQM*:

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

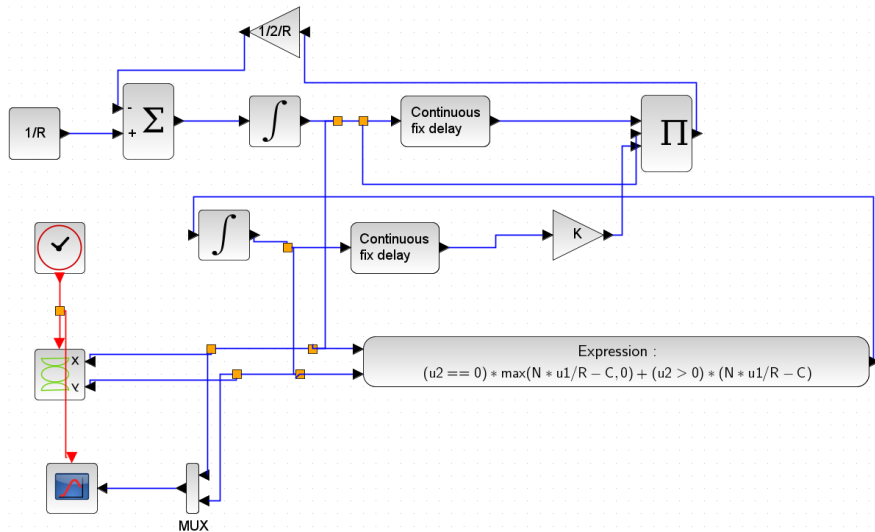
$$\dot{Q}(t) = \begin{cases} \frac{NW(t)}{R} - C, & Q(t) > 0, \\ \max\left(\frac{NW(t)}{R} - C, 0\right), & Q(t) = 0. \end{cases}$$

## Задание переменных окружения в xcos для модели

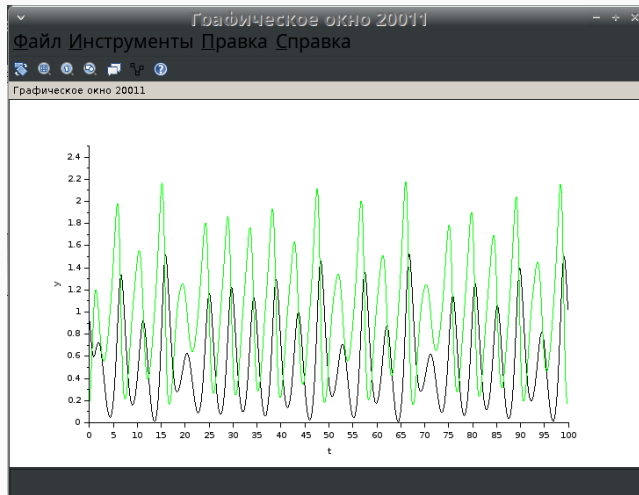


## Задание времени моделирования

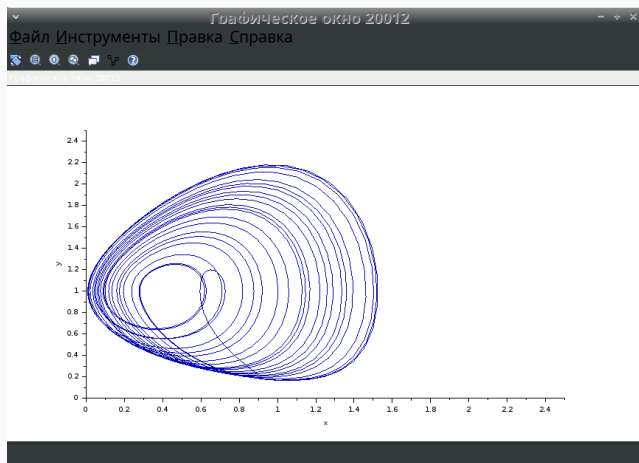
Параметры моделирования	
Конечное время интегрирования	1.0E02
Количество секунд в единице времени	0.0E00
Абсолютная погрешность интегрирования	1.0E-06
Относительная погрешность интегрирования	1.0E-06
Погрешность по времени	1.0E-10
Максимальный временной интервал интегрирования	1.00001E05
Вид программы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



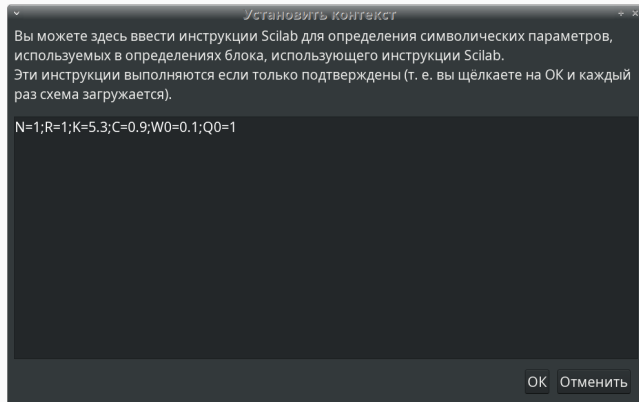
## Динамика изменения размера ТСП окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$



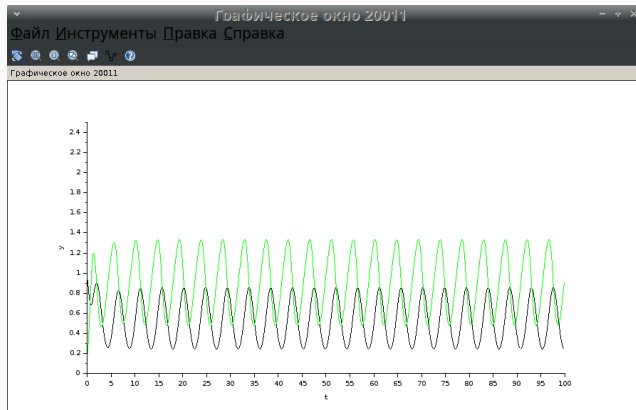
## Фазовый портрет (W, Q)



## Изменение параметра $C = 0.9$

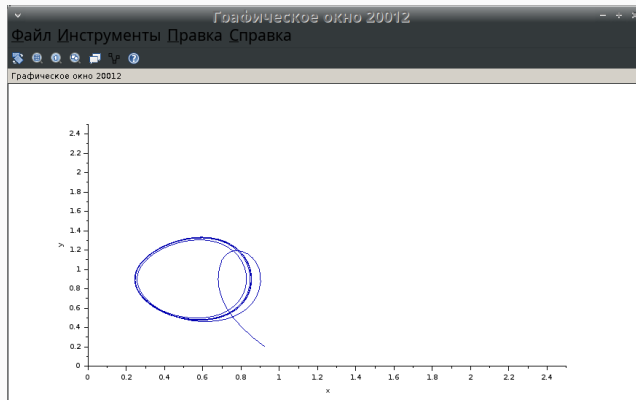


# Динамика изменения размера ТСП окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$





# Фазовый портрет (W, Q)



```
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;
```

# Задание времени моделирования

Установки Симуляции - lab8

Основное    Интерактивная Симуляция    Translation Flags    Флаги Симуляции    Вывести    Data Reconciliation

Интервал Симуляции

Начальное Время: 0 secs

Конечное Время: 100 secs

☒ Число Интервалов: 1000

☐ Interval: 0.002 secs

Интегрирование

Метод: irksco

Точность: 1e-6

Язык модели:

☐ Save experiment annotation inside model i.e., experiment annotation

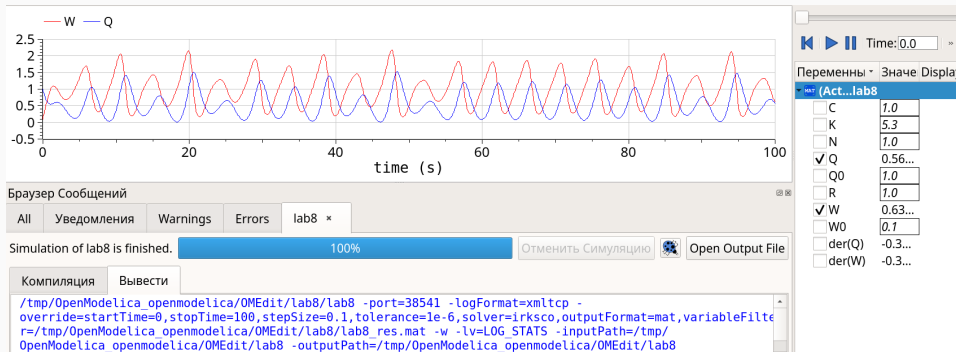
☐ Save translation flags inside model i.e., \_\_OpenModelica\_commandLineOptions annotation

☐ Save simulation flags inside model i.e., \_\_OpenModelica\_simulationFlags annotation

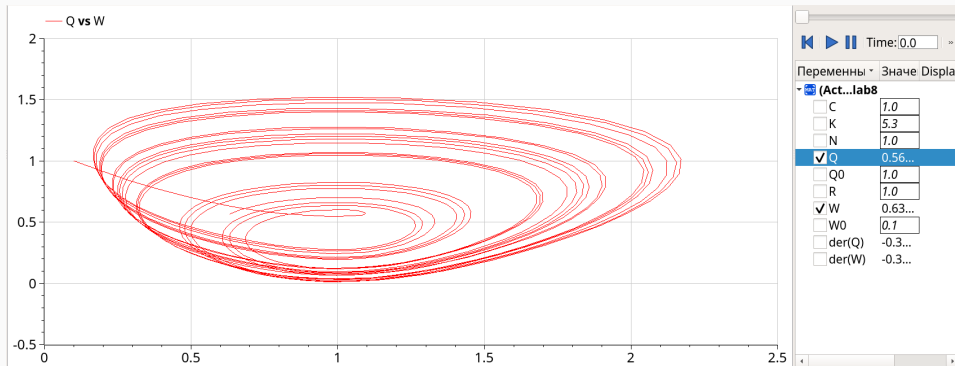
☒ Симулировать

OK    Отмена

# Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

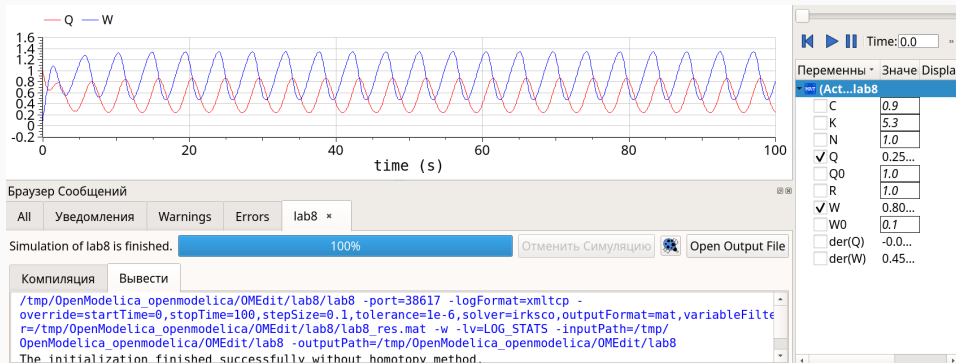


## Фазовый портрет (W, Q)

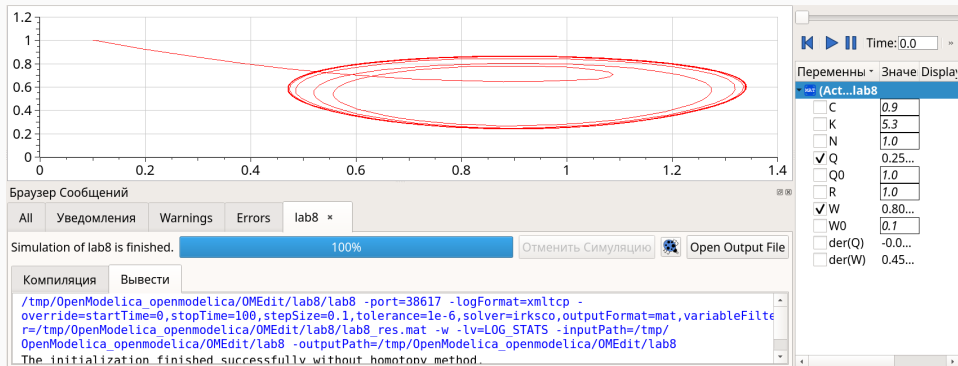


```
model lab8
parameter Real N=1;
parameter Real R=1;
parameter Real K=5.3;
parameter Real C=0.9;
parameter Real W0=0.1;
parameter Real Q0=1;
Real W(start=W0);
Real Q(start=Q0);
equation
der(W) = 1 / R - W * delay(W, R) * K * delay(Q,R) / (2 * R);
der(Q) = if (Q > 0) then (N * W / R - C) else max(N * W / R - C, 0);
end lab8;
```

# Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$



# Фазовый портрет (W, Q)





При  $C = 0.9$  система демонстрирует устойчивое равновесие с малыми колебаниями.

При  $C = 1$  наблюдается тенденция к нелинейным колебаниям и увеличению амплитуды.

Различие особенно заметно при моделировании переходных процессов.

## Заключительная часть

---

В процессе выполнения данной лабораторной работы я реализовала модель TCP/AQM в xcos и OpenModelica.