Отчёт по лабораторной работе №8

Имитационное моделирование

Ганина Таисия Сергеевна, НФИбд-01-22

Содержание

# 1 Цель работы

Реализовать модель TCP/AQM в xcos и OpenModelica.

# 2 Задание

1. Построить модель TCP/AQM в xcos;
2. Построить графики динамики изменения размера TCP окна и размера очереди ;
3. Построить модель TCP/AQM в OpenModelica;

# 3 Теоретическое введение

Протокол TCP использует механизм динамической регулировки размера окна для предотвращения перегрузок. Уравнение отражает два ключевых режима:

* **Фаза медленного старта** (первое слагаемое) — линейный рост окна до достижения порога ssthresh;
* **Фаза избежания перегрузок** (второе слагаемое) — мультипликативное уменьшение окна при детектировании потерь пакетов через функцию p(t).

Функция p(t) реализует алгоритм AQM (Active Queue Management), который proactively управляет очередью маршрутизатора для минимизации задержек и потерь.

1. **Постоянные N и R** — позволяют анализировать устойчивость системы методами теории управления.
2. **Линейная зависимость p(t) от Q(t)** — упрощает анализ влияния длины очереди на динамику окна.

Модель позволяет:  
- Исследовать баланс между скоростью обработки пакетов (C) и интенсивностью трафика (NW/R);  
- Анализировать стабильность системы при различных значениях K;  
- Оптимизировать параметры AQM для соблюдения QoS-требований ().

Для учебных целей упрощения оправданы, так как фокусируют внимание на ключевых аспектах взаимодействия TCP и AQM, игнорируя второстепенные факторы (например, вариативность RTT) [1,2].

# 4 Выполнение лабораторной работы

## 4.1 Реализация в xcos

Построим схему xcos, моделирующую нашу систему, с начальными значениями параметров . Для этого сначала зададим переменные окружения (рис. [1](#fig:001)).

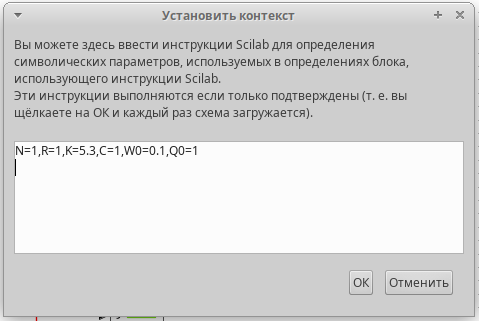


Figure 1: Зададим переменные окружения

Затем реализуем модель TCP/AQM, разместив блоки интегрирования, суммирования, произведения, констант, а также регистрирующие устройства (рис. [2](#fig:002), [3](#fig:003), [4](#fig:004), [5](#fig:005), [6](#fig:006), [7](#fig:007))

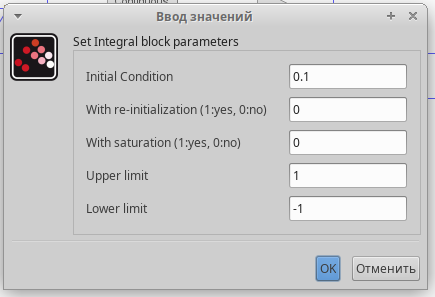


Figure 2: Параметры первого блока интегрирования

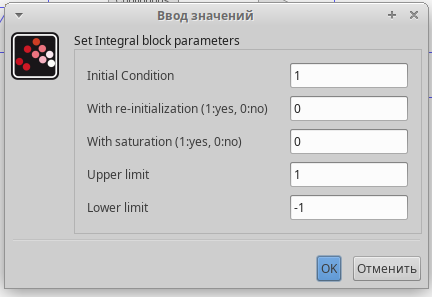


Figure 3: Параметры второго блока интегрирования

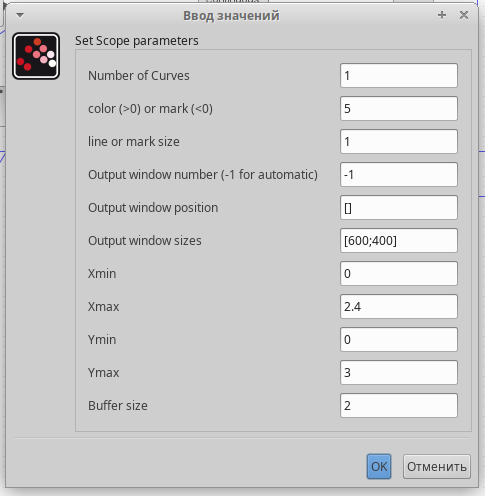


Figure 4: Параметры блока CSCOPEXY

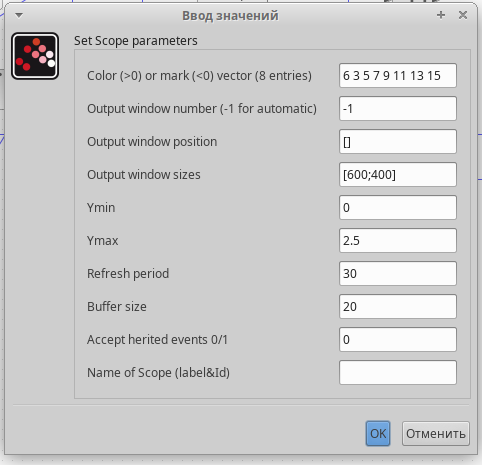


Figure 5: Параметры блока CSCOPE

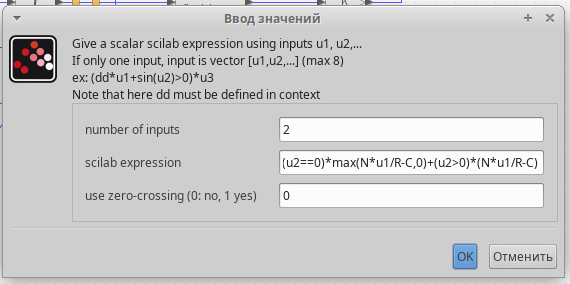


Figure 6: Параметры блока expression

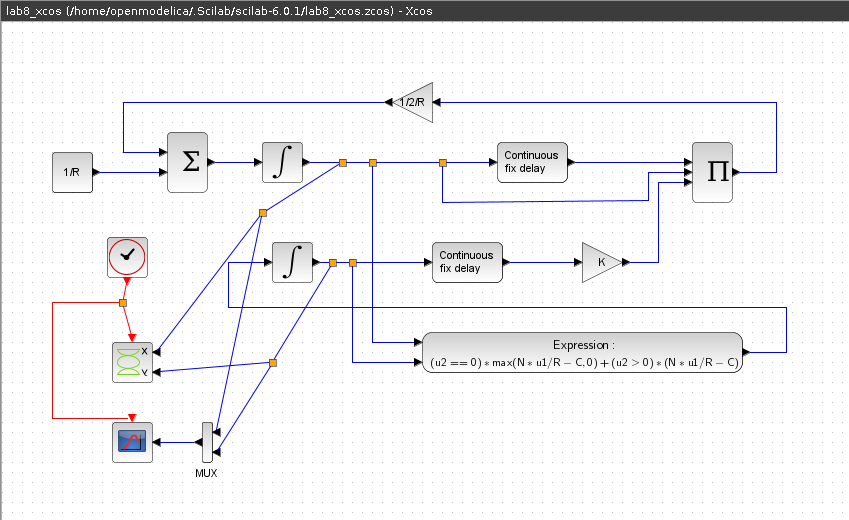


Figure 7: Модель

В результате получим динамику изменения размера TCP окна W(t) и размера очереди Q(t), а также фазовый портрет, который показывает наличие автоколебаний параметров системы — фазовая траектория осциллирует вокруг своей стационарной точки (рис. [8](#fig:008)).

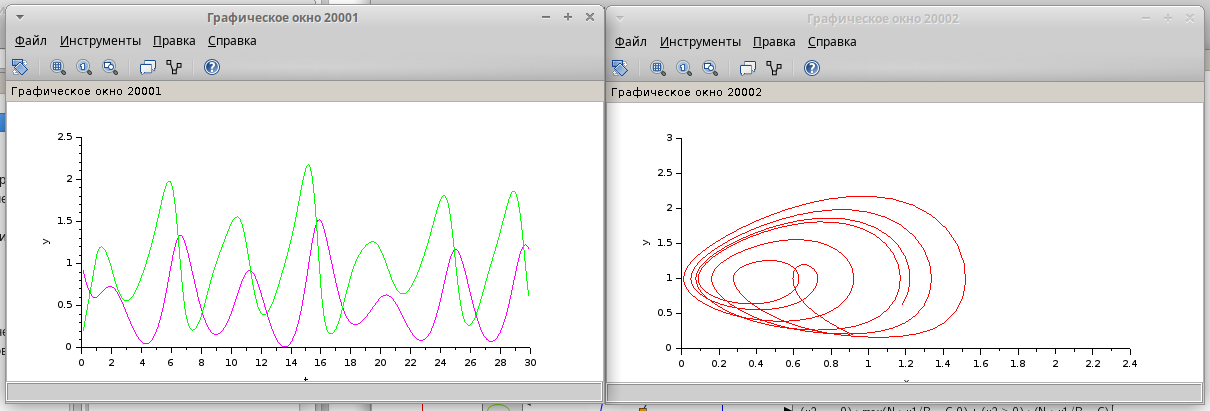


Figure 8: Динамика изменения размера TCP окна W(t) и размера очереди Q(t) и Фазовый портрет (W, Q) (С=1)

Уменьшив скорость обработки пакетов до увидим, что автоколебания стали более выраженными (рис. [9](#fig:009)).

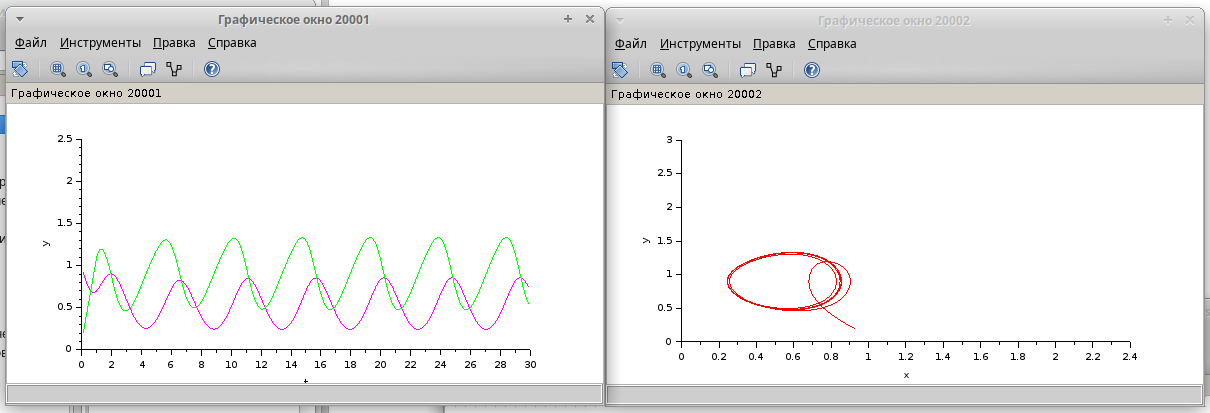


Figure 9: Динамика изменения размера TCP окна W(t) и размера очереди Q(t) и Фазовый портрет (W, Q) (С=0.9)

## 4.2 Реализация модели в OpenModelica

Перейдем к реализации модели в OpenModelica. Я написала вот такой код:

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

Выполнив симуляцию, получим динамику изменения размера TCP окна W(t) и размера очереди Q(t), а также фазовый портрет, который показывает наличие автоколебаний параметров системы — фазовая траектория осциллирует вокруг своей стационарной точки (рис. [10](#fig:010), [11](#fig:011), [12](#fig:012), [13](#fig:013)).

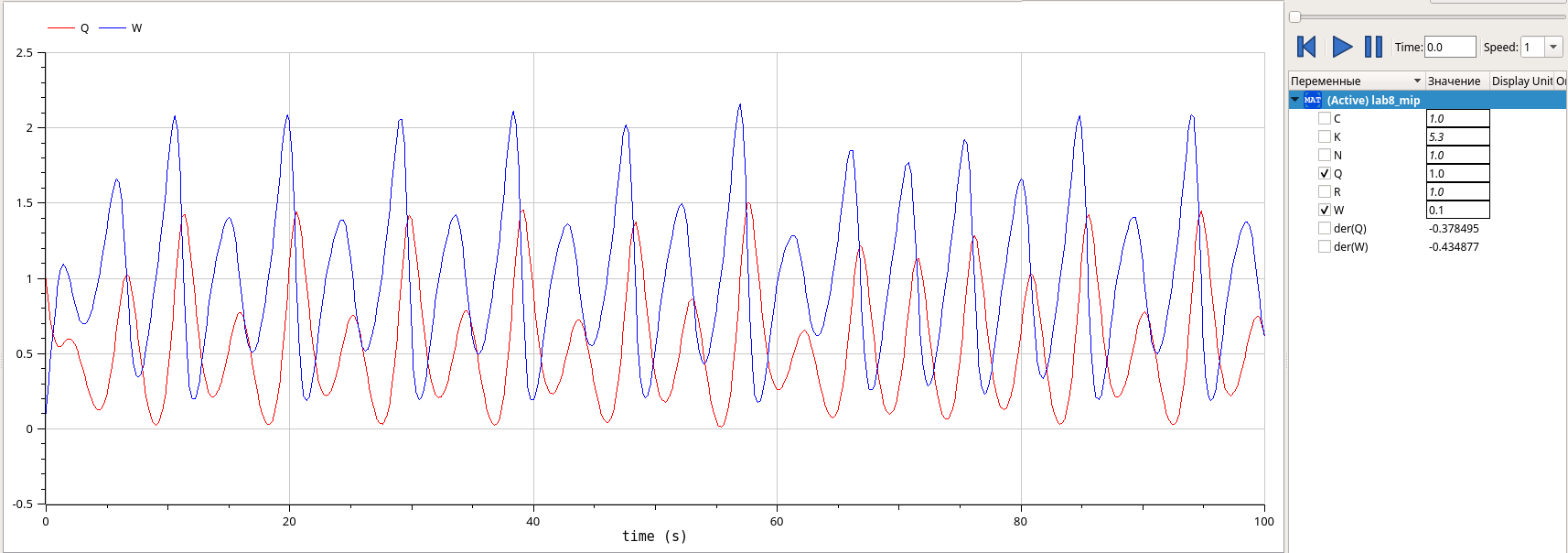


Figure 10: Динамика изменения размера TCP окна W(t) и размера очереди Q(t) (С=1)

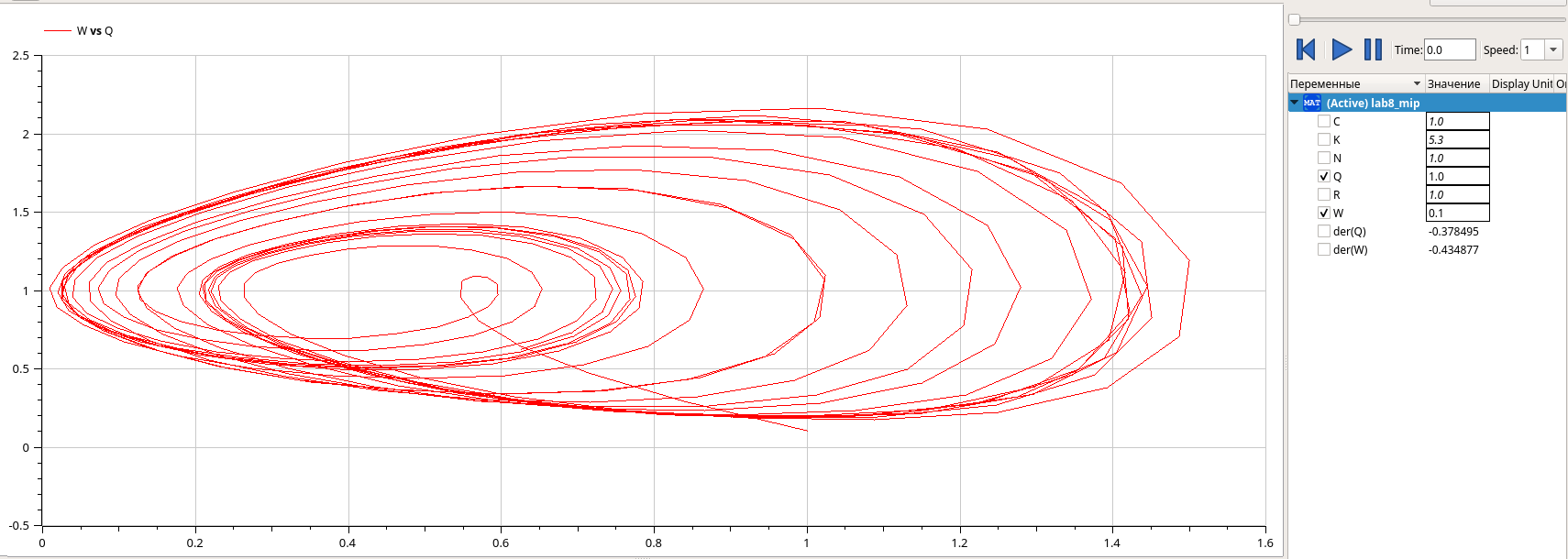


Figure 11: Фазовый портрет (W, Q) (С=1)

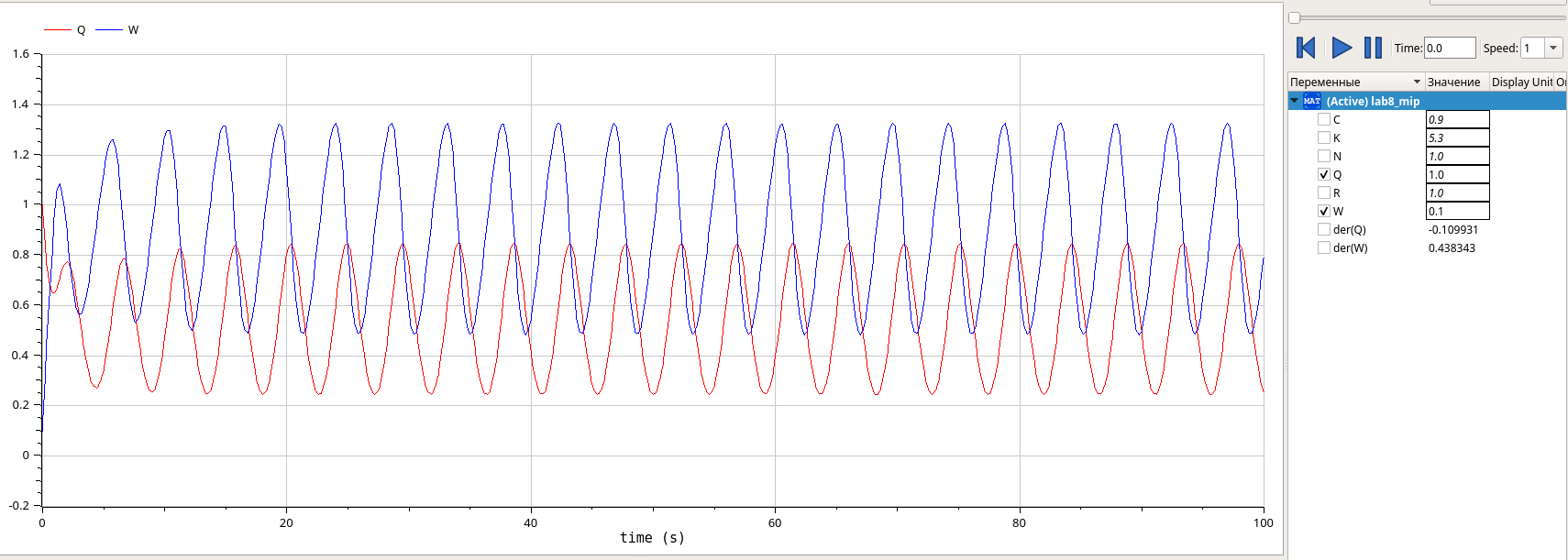


Figure 12: Динамика изменения размера TCP окна W(t) и размера очереди Q(t) (С=0.9)

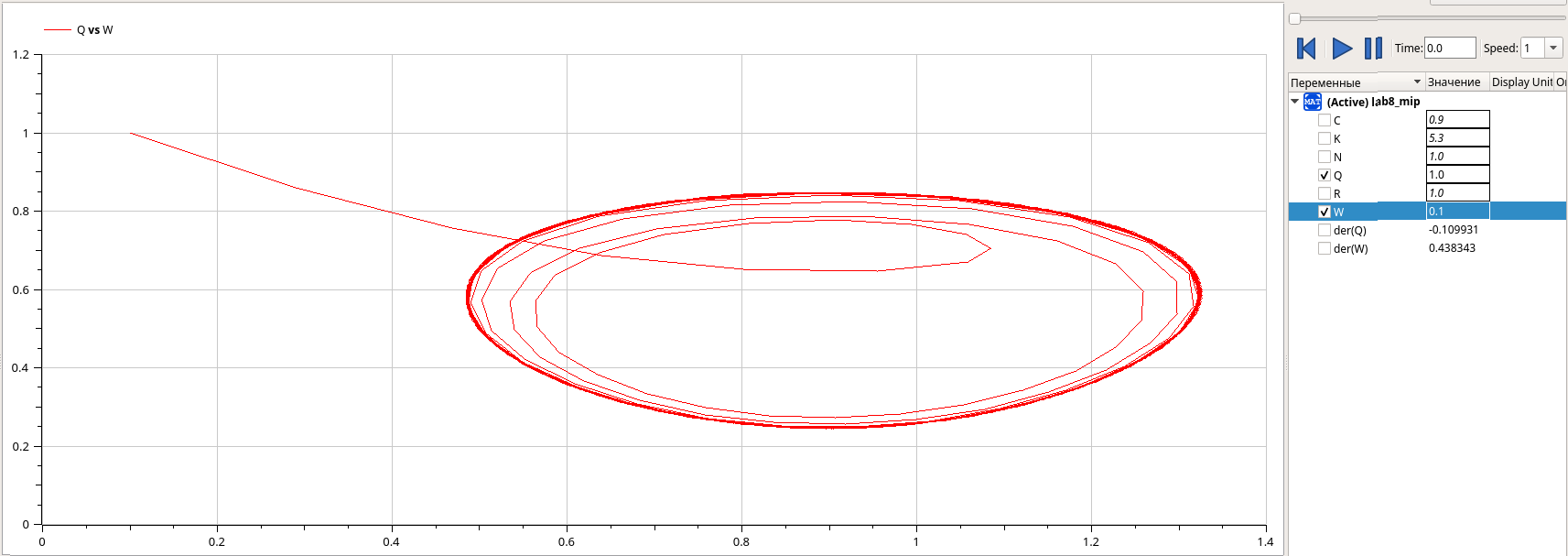


Figure 13: Фазовый портрет (W, Q) (С=0.9)

# 5 Выводы

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

# Список литературы

1. Моделирование трафика [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0>.

2. Мохаммед Ала Абдулрахман Саид, МЕТОДЫ ДЕКОМПОЗИЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАФИКА В СЕТИ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ, Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук [Электронный ресурс]. URL: <https://dis.mtuci.ru/upload/srd/Dis-Mohammed-AAS/dis-Mohammed-AAS.pdf>.