

Отчет по 8 лабораторной работе

Дисциплина: Имитационное моделирование

Шошина Е.А.

29 марта 2025

Группа НФИбд-01-22

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Шошина Евгения Александровна
- Студентка 3го курса, группа НФИбд-01-22
- Фундаментальная информатика и информационные технологии
- Российский университет дружбы народов
- Ссылка на репозиторий гитхаба EAShoshina



Вводная часть

Реализовать модель TCP/AQM в xcos и OpenModelica.

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;

Теоретическое введение

Протокол TCP использует механизм динамической регулировки размера окна для предотвращения перегрузок. Уравнение $W(t) = 1/R(t) - (W(t)W(t-R(t)))/(2R(t-R(t))) \cdot p(t-R(t))$ 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.

Выполнение лабораторной работы

Задание переменных окружения в xcos для модели

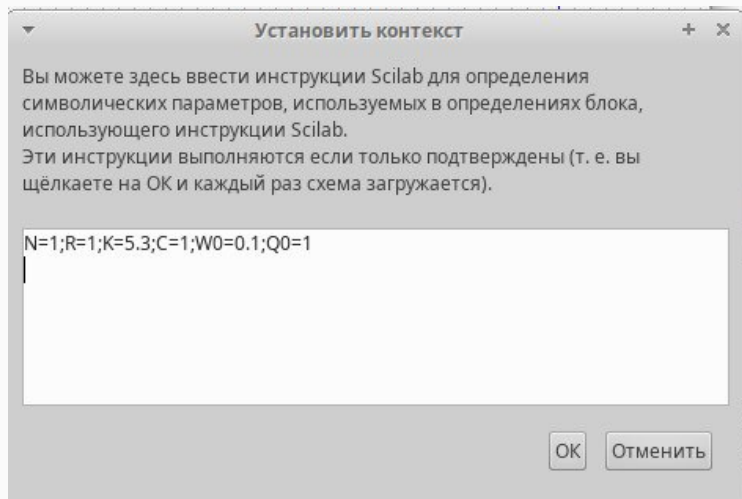


Рис. 1: Зададим переменные окружения

Построим модель TCP/AQM в xcos.

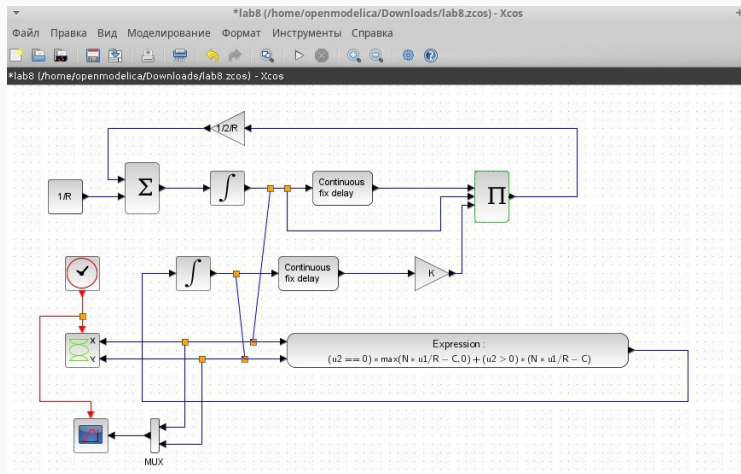


Рис. 2: Схема xcos, моделирующая систему

Построим график динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$. При $C=1$:

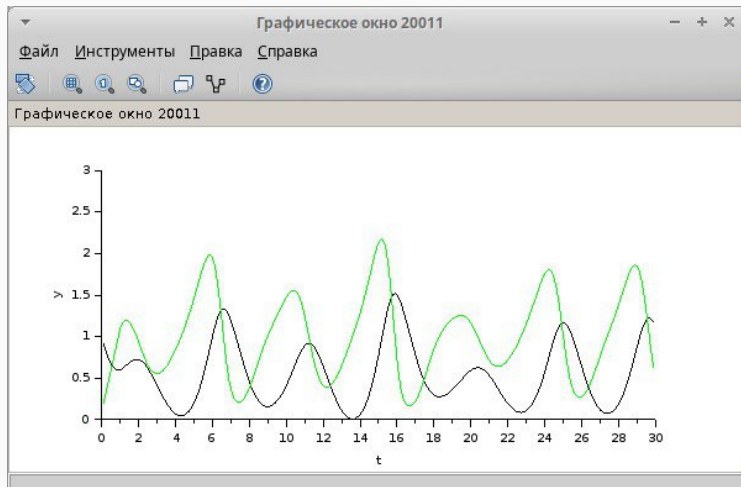


Рис. 3: динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

Построим фазовый портрет (W,Q).

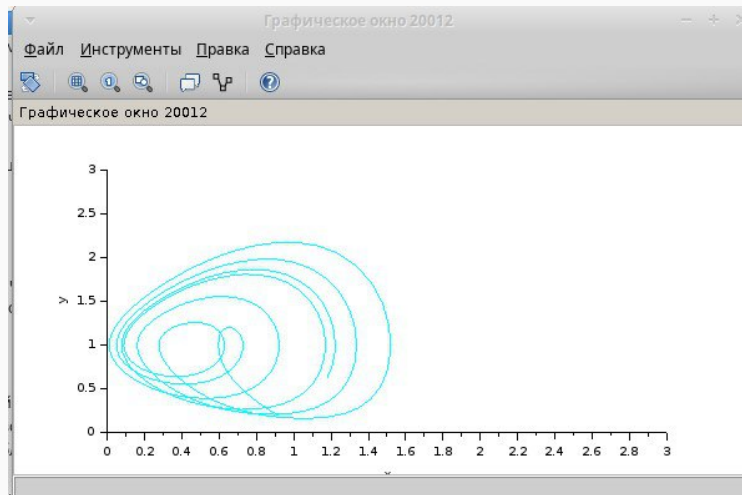


Рис. 4: Фазовый портрет (W,Q)

Построим график динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$. При $C=0.9$:

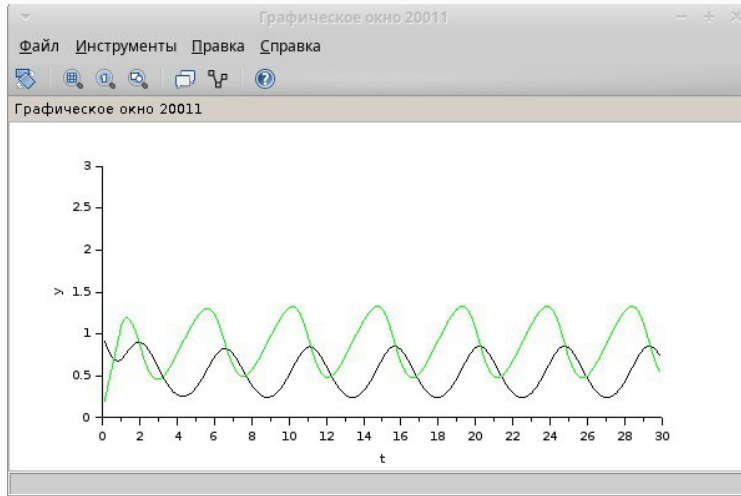


Рис. 5: динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

Построим фазовый портрет (W,Q).

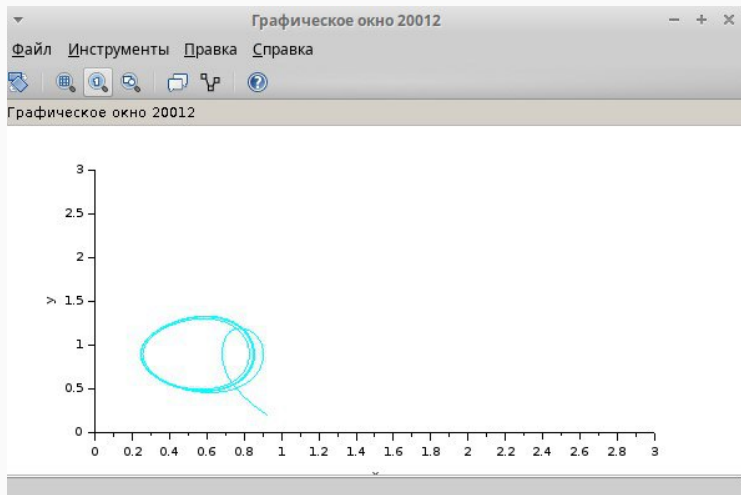


Рис. 6: Фазовый портрет (W,Q)

Реализуем модель с помощью языка Modelica в среде OpenModelica. Для реализации используем оператор `delay()`.

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

Рис. 7: Программа на языке Modelica

Построим график динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$ в среде OpenModelica.

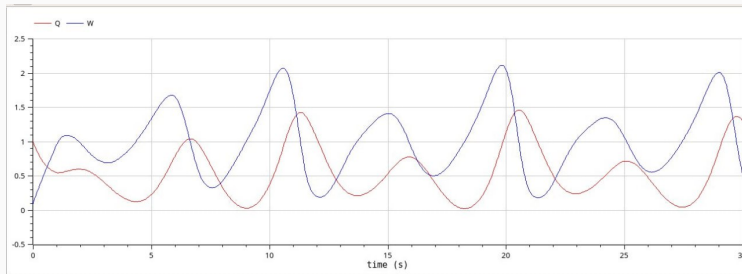


Рис. 8: динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

Построим фазовый портрет (W,Q) в среде OpenModelica.

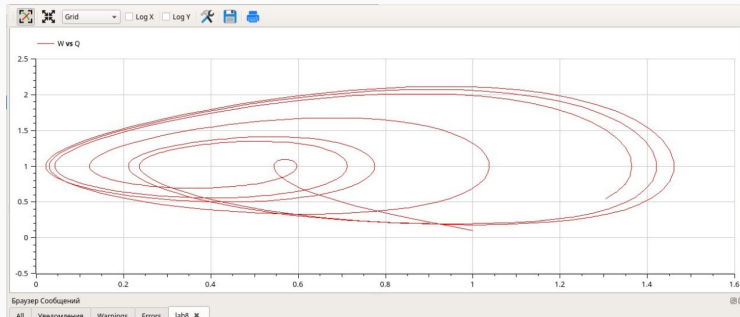


Рис. 9: Фазовый портрет (W,Q)

Реализовали модель TCP/AQM в xcos и OpenModelica.

- <https://spot.colorado.edu/~lich1539/fn/UtilityMaximization2016.pdf>
- <https://arxiv.org/pdf/1307.1204>
- <https://scispace.com/papers/a-two-dimensional-fluid-model-for-tcp-aqm-analysis-1kfrgt1y>