

Отчет по лабораторной работе №8

Дисциплина: Имитационное моделирование

Шошина Евгения Александровна

Содержание

Цель работы	5
Задание	6
Теоретическое введение	7
Выполнение лабораторной работы	9
Выводы	14
Список литературы	15

Список иллюстраций

1	Зададим переменные окружения	9
2	Схема x_{cos} , моделирующая систему	10
3	динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$	10
4	Фазовый портрет (W, Q)	11
5	динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$	11
6	Фазовый портрет (W, Q)	12
7	Программа на языке Modelica	12
8	динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$	13
9	Фазовый портрет (W, Q)	13

Список таблиц

Цель работы

Реализовать модель TCP/AQM в xcos и OpenModelica.

Задание

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 ТСП 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.

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 ($IPTD \leq 150$, $IPLR \leq 10^{-3}$).

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

Выполнение лабораторной работы

Зададим переменные окружения $N = 1, R = 1, K = 5.3, C = 1, W(0) = 0.1, Q(0) = 1$. (рис. @fig:001).

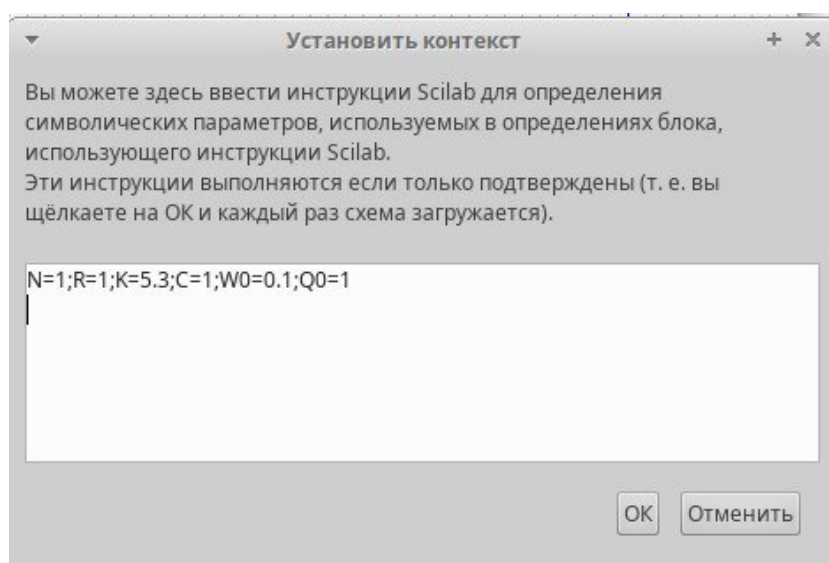


Рис. 1: Зададим переменные окружения

Построим модель TCP/AQM в xcos.

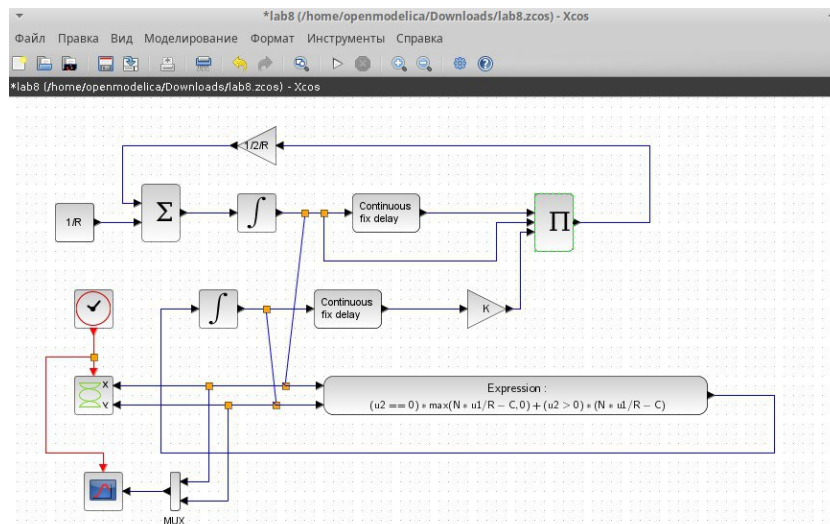


Рис. 2: Схема xcos, моделирующая систему

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

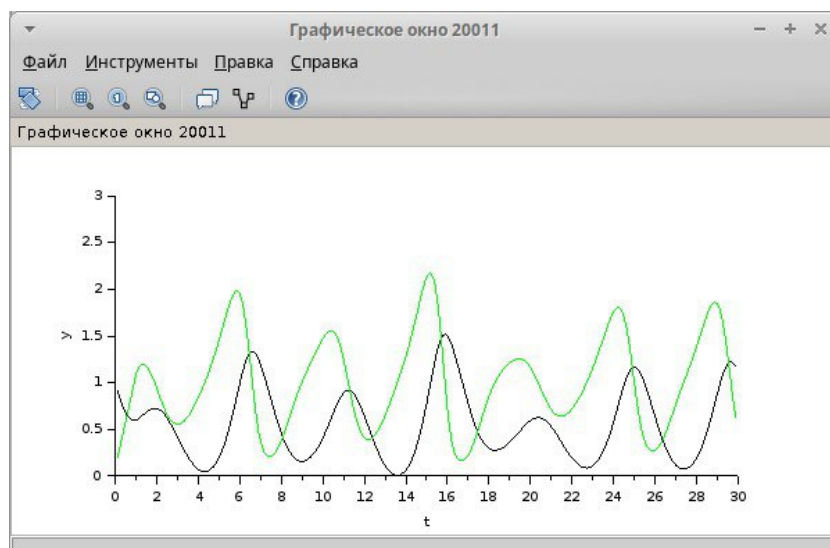


Рис. 3: динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

Построим фазовый портрет (W, Q) .

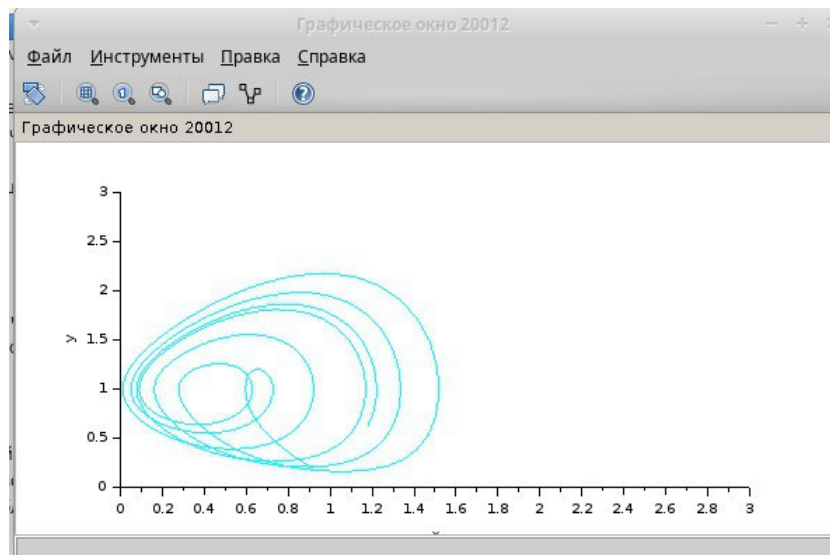


Рис. 4: Фазовый портрет (W,Q)

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

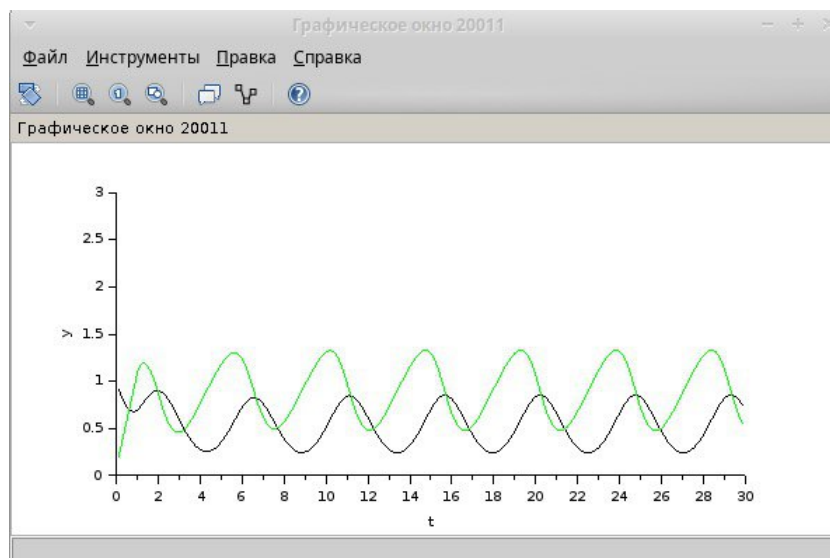


Рис. 5: динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

Построим фазовый портрет (W,Q).

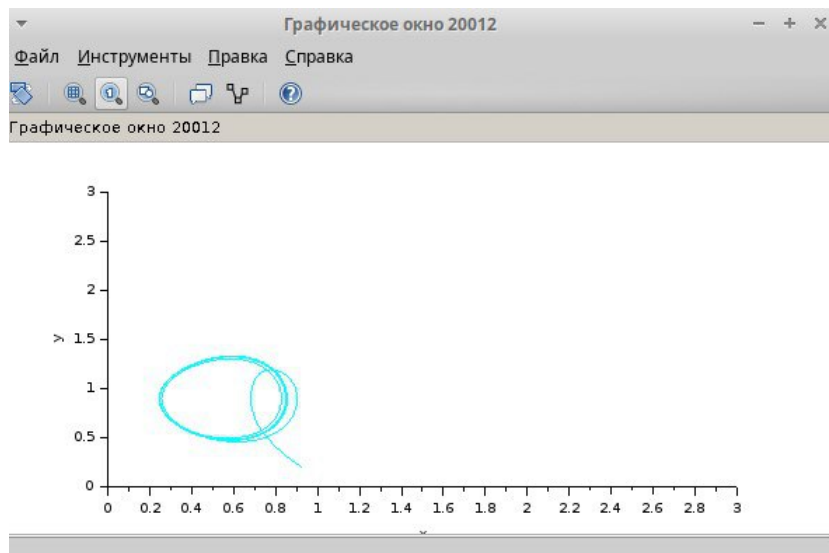


Рис. 6: Фазовый портрет (W,Q)

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.

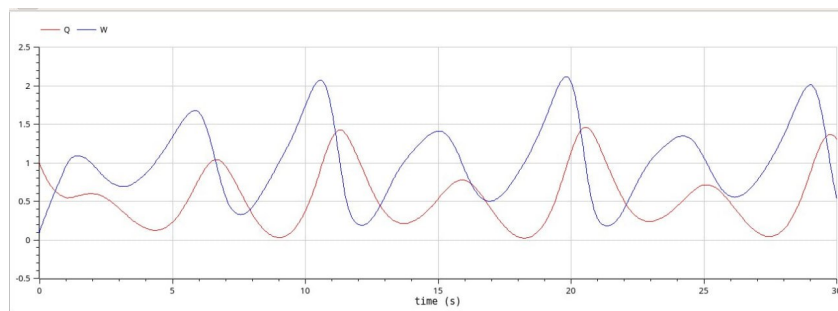


Рис. 8: динамики изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

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

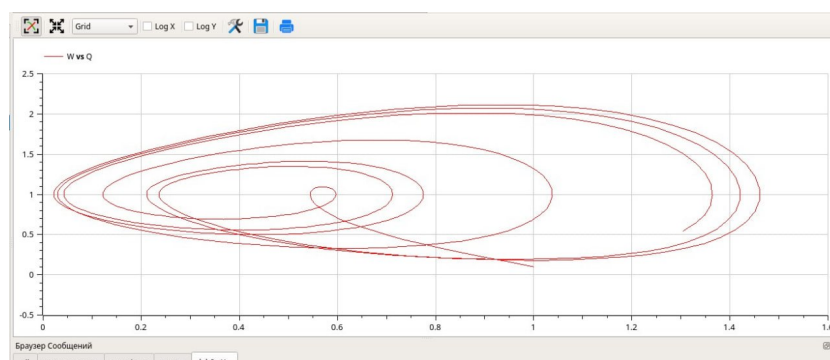


Рис. 9: Фазовый портрет (W, Q)

Выводы

Реализовали модель TCP/AQM в xcos и OpenModelica.

Список литературы

- <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>