

Лабораторная работа № 8

Модель ТСП/АQM

Дворкина Ева Владимировна

Содержание

1	Цель работы	4
2	Задание	5
3	Теоретическое введение	6
4	Выполнение лабораторной работы	7
4.1	Реализация в xcos	7
4.2	Реализация модели в OpenModelica	15
5	Выводы	19
	Список литературы	20

Список иллюстраций

4.1	Переменные окружения	7
4.2	Параметры моделирования	8
4.3	Установка начального значения интегратора	8
4.4	Установка начального значения интегратора	9
4.5	Установка задержки	10
4.6	Параметры блока Expression	10
4.7	Параметры CSCOPXY	11
4.8	Параметры CSCOPE	12
4.9	Модель TCP/AQM в xcos	12
4.10	Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$	13
4.11	Фазовый портрет (W, Q)	13
4.12	Переменные окружения, изменение	14
4.13	Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$ при $C = 0.9$	14
4.14	Фазовый портрет (W, Q) при $C = 0.9$	15
4.15	Модель TCP/AQM в OpenModelica	15
4.16	Установка симуляции OpenModelica	16
4.17	Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$	16
4.18	Фазовый портрет (W, Q)	17
4.19	Изменение параметра C	17
4.20	Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$ при $C = 0.9$	18
4.21	Фазовый портрет (W, Q) при $C = 0.9$	18

1 Цель работы

Цель данной лабораторной работы – реализовать модель ТСП/AQM с помощью xcoss и OpenModelica.

2 Задание

- Реализовать в xcos и OpenModelica модель TSP/AQM.
- Построить график, описывающий динамику размера очереди и TSP окна
- Построить фазовый портрет, описывающий зависимость размера очереди от TSP окна

3 Теоретическое введение

Рассмотрим упрощённую модель поведения ТСП-подобного трафика с регулируемой некоторым AQM алгоритмом динамической интенсивностью потока [1].

$W(t)$ – средний размер ТСП-окна (в пакетах, функция положительна),

$Q(t)$ – средний размер очереди (в пакетах, функция положительна),

$R(t)$ – время двойного оборота (Round Trip Time, сек.)

C – скорость обработки пакетов в очереди (пакетов в секунду)

$N(t)$ – число ТСП-сессий

$p(t - R(t))$ – вероятностная функция сброса (отметки на сброс) пакета, значения которой лежат на интервале $[0, 1]$.

Примем $N(t) \equiv N$, $R(t) \equiv R$, т. е. указанные величины положим постоянными, не изменяющимися во времени. Также положим $p(t - R(t)) = KQ(t)$, т.е. функция сброса пакетов пропорциональна длине очереди $Q(t)$.

Тогда получим систему ([-eq:W], [-eq:Q])

$$\dot{W}(t) = \frac{1}{R} - \frac{W(t)W(t - R)}{2R}KQ(t - R) \quad (3.1)$$

$$\dot{Q}(t) = \begin{cases} \frac{NW(t)}{R} - C, & Q(t) > 0, \\ \max\left(\frac{NW(t)}{R} - C, 0\right), & Q(t) = 0. \end{cases} \quad (3.2)$$

4 Выполнение лабораторной работы

4.1 Реализация в xcos

Построим схему xcos [2], моделирующую нашу систему, с начальными значениями параметров $N = 1, R = 1, K = 5.3, C = 1, W(0) = 0.1, Q(0) = 1$.

Для этого сначала зададим переменные окружения (рис. 4.1).

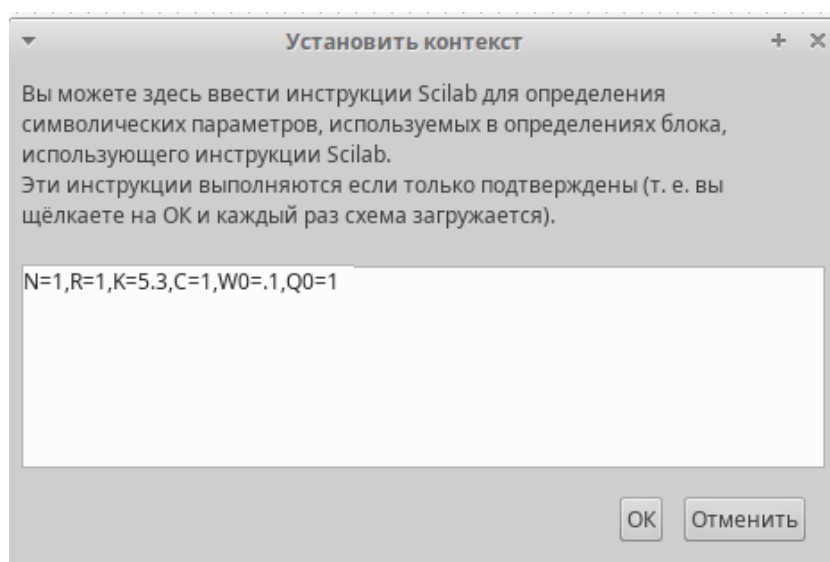


Рис. 4.1: Переменные окружения

Так же зададим время моделирования как 100 единиц модельного времени (рис. 4.2).

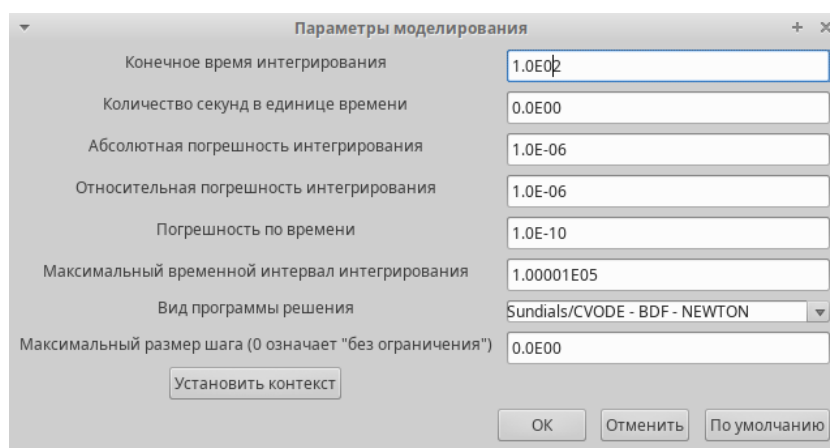


Рис. 4.2: Параметры моделирования

Установим начальные значения в блоках интегрирования (рис. 4.3, 4.4).

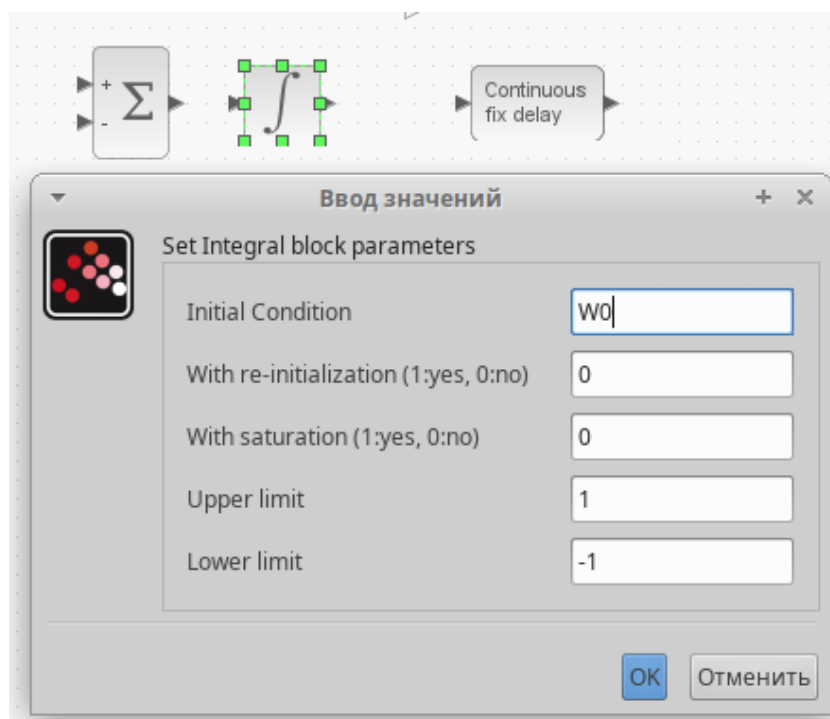


Рис. 4.3: Установка начального значения интегратора

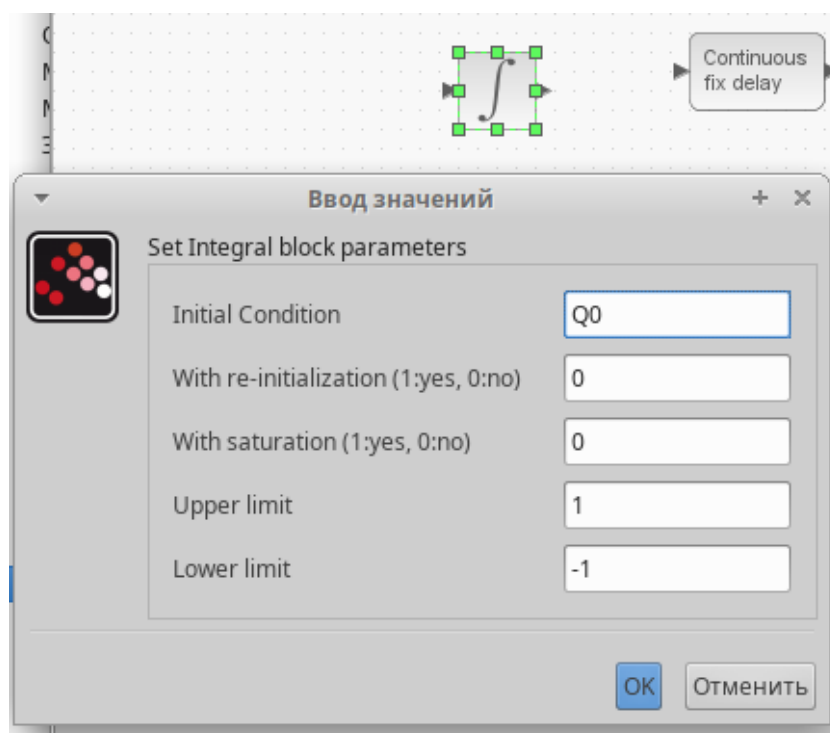


Рис. 4.4: Установка начального значения интегратора

Установка параметра задержки (рис. 4.5).

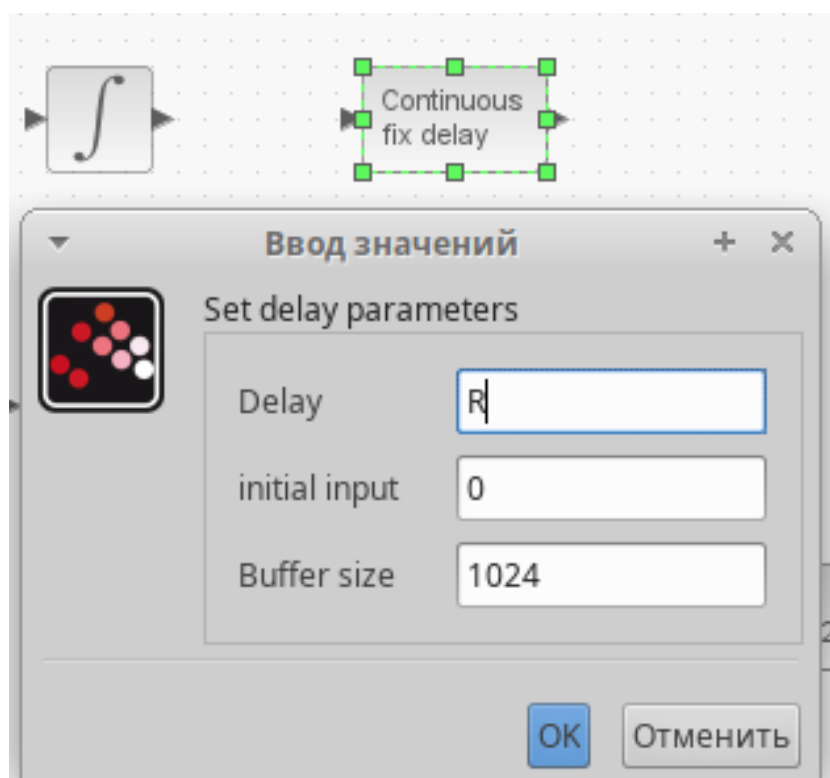


Рис. 4.5: Установка задержки

Запись выражения, определяющего $\dot{Q}(t)$ в блок Expression (рис. 4.6).

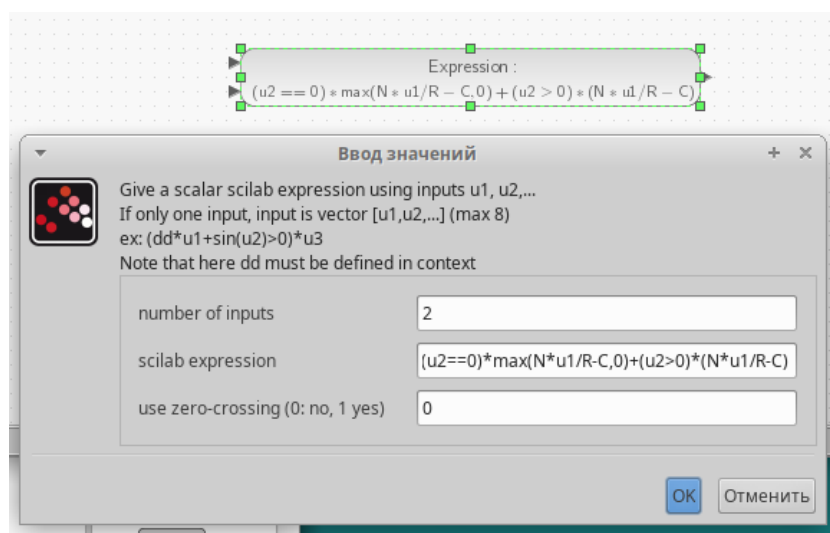


Рис. 4.6: Параметры блока Expression

Установим параметры регистрирующих устройств для оптимального отобра-

жения графиков, также можем настроить цвета. Так же у блока CSCOPE ставим параметр `refresh period=100`, чтобы на графики отображались результаты моделирования в течение 100 секунд модельного времени (рис. 4.7, 4.8).

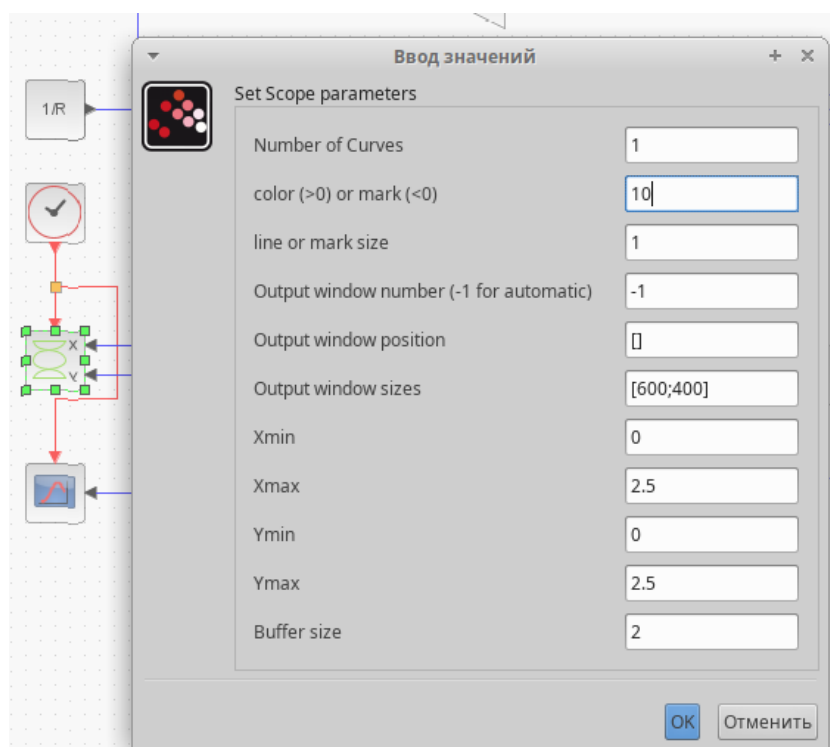


Рис. 4.7: Параметры CSCOPE

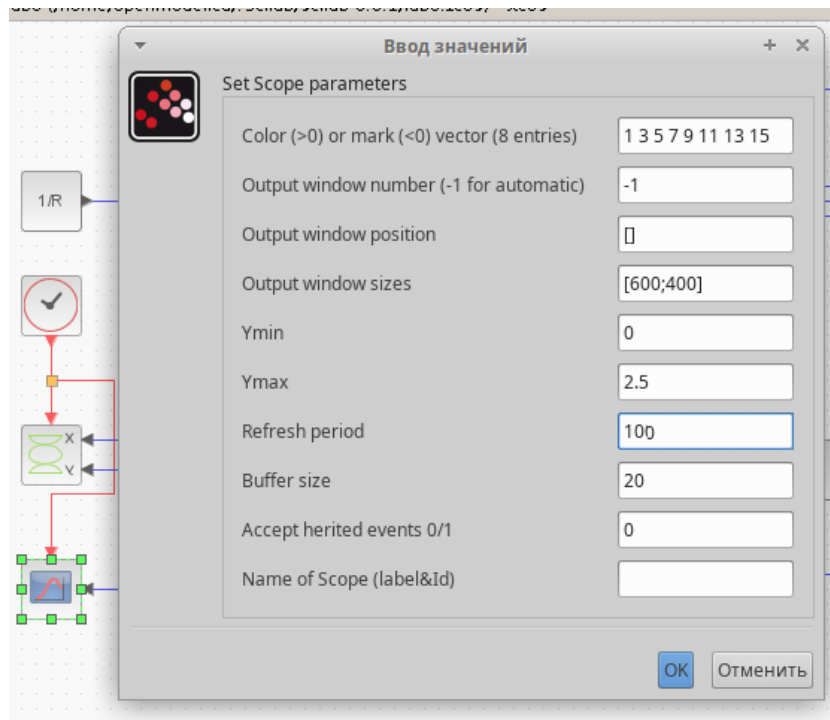


Рис. 4.8: Параметры CSCOPE

Затем реализуем модель TCP/AQM и разместим регистрирующие устройства CSCOPE для графиков изменения окна TCP и изменения очереди, и CSCOPXY для фазового портрета (рис. 4.9).

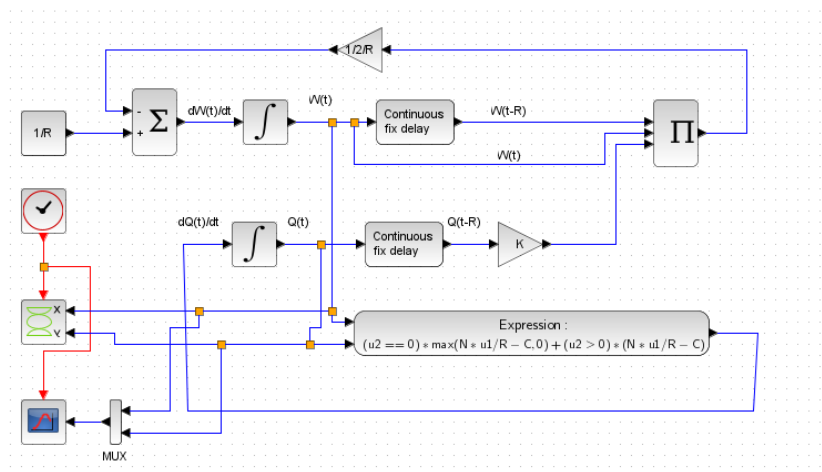


Рис. 4.9: Модель TCP/AQM в xcos

Получим динамику изменения размера TCP окна $W(t)$ (зеленая линия) и разме-

ра очереди $Q(t)$ (черная линия), а также фазовый портрет, который показывает наличие автоколебаний параметров системы — фазовая траектория осциллирует вокруг своей стационарной точки (рис. 4.10, 4.11):

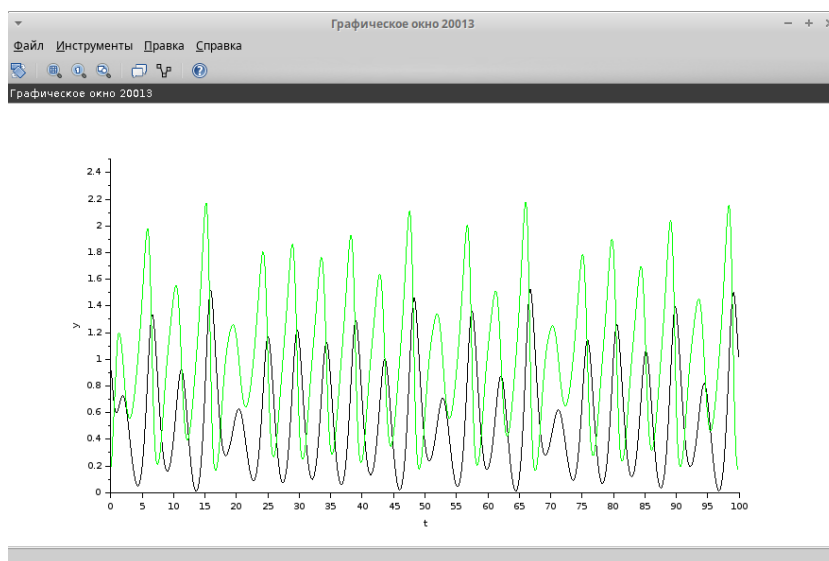


Рис. 4.10: Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

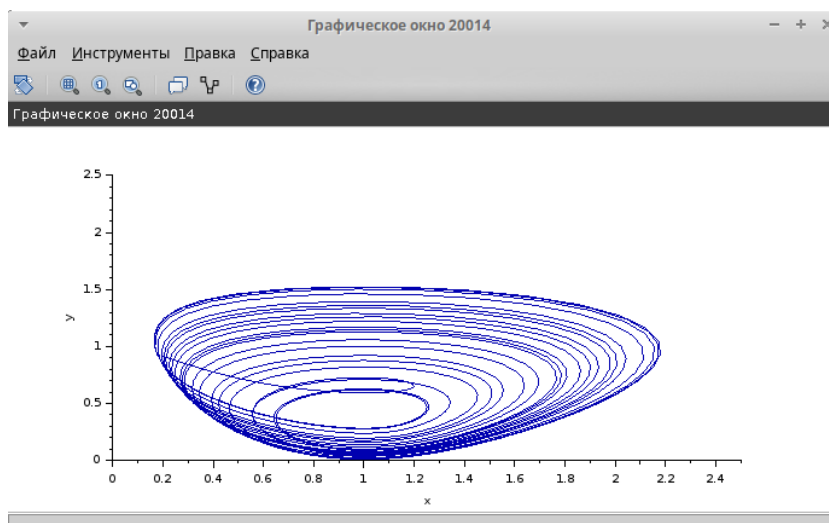


Рис. 4.11: Фазовый портрет (W, Q)

Уменьшив скорость обработки пакетов C до 0.9 (рис. 4.12) увидим, что автоколебания стали более выраженными (рис. 4.13, 4.14).

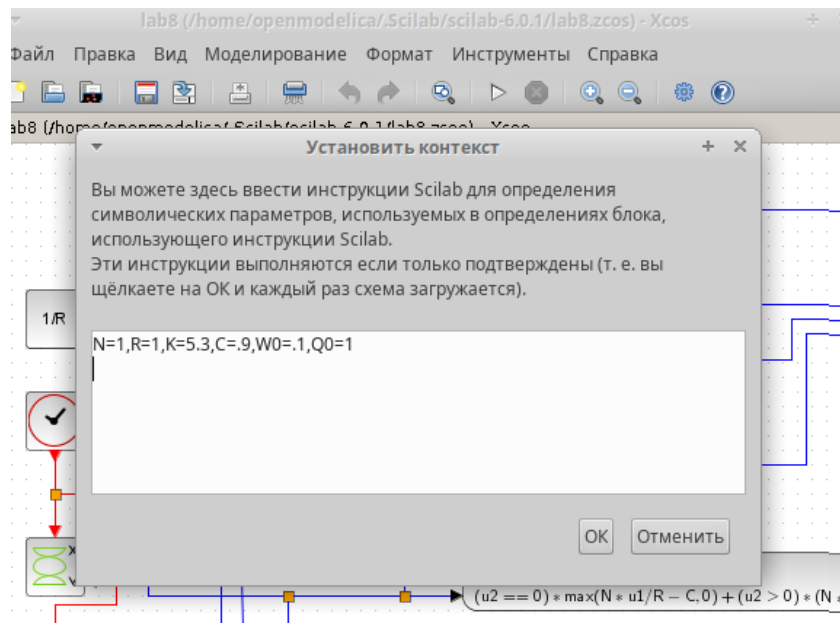


Рис. 4.12: Переменные окружения, изменение

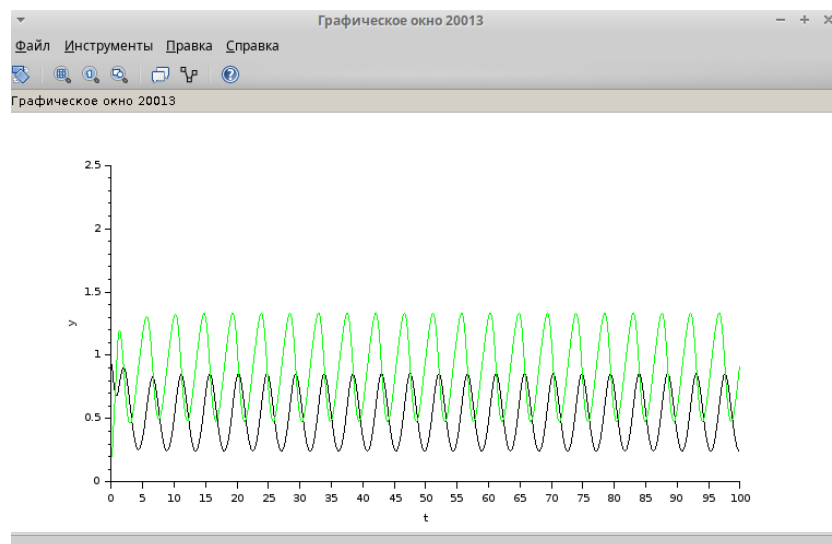


Рис. 4.13: Динамика изменения размера ТСП окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$ при $C = 0.9$

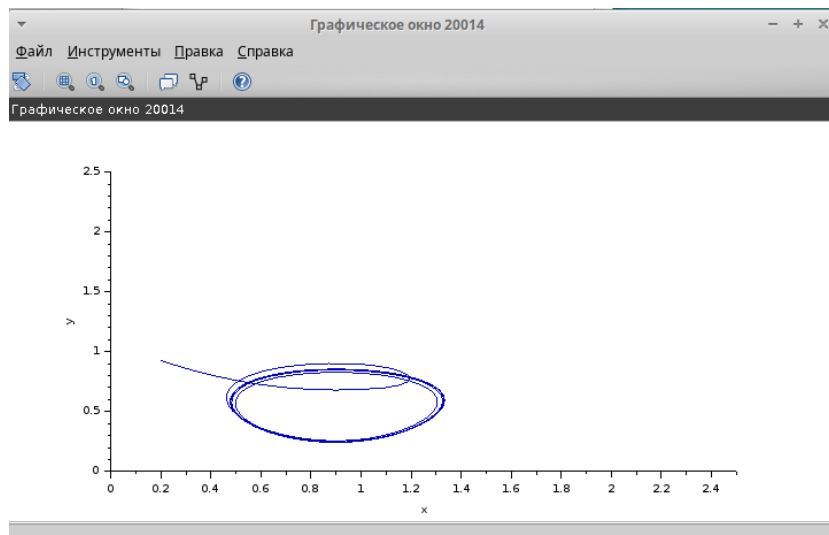


Рис. 4.14: Фазовый портрет (W, Q) при $C = 0.9$

4.2 Реализация модели в OpenModelica

Перейдем к реализации модели в OpenModelica. Зададим параметры, начальные значения и систему дифференциальных уравнений (рис. 4.15).

```

1  model l8
2
3  parameter Real N=1;
4  parameter Real R=1;
5  parameter Real K=5.3;
6  parameter Real C=1;
7  parameter Real W0=0.1;
8  parameter Real Q0=1;
9
10 Real W(start=W0);
11 Real Q(start=Q0);
12
13 equation
14
15 der(W)=1/R-W*delay(W,R)*K*delay(Q,R)/(2*R);
16 der(Q)= if Q > 0 then N*W/R-C else max(N*W/R-C,0);
17
18 end l8;

```

Рис. 4.15: Модель TCP/AQM в OpenModelica

Затем установим параметры симуляции - 100 единиц модельного времени (рис.

4.16).

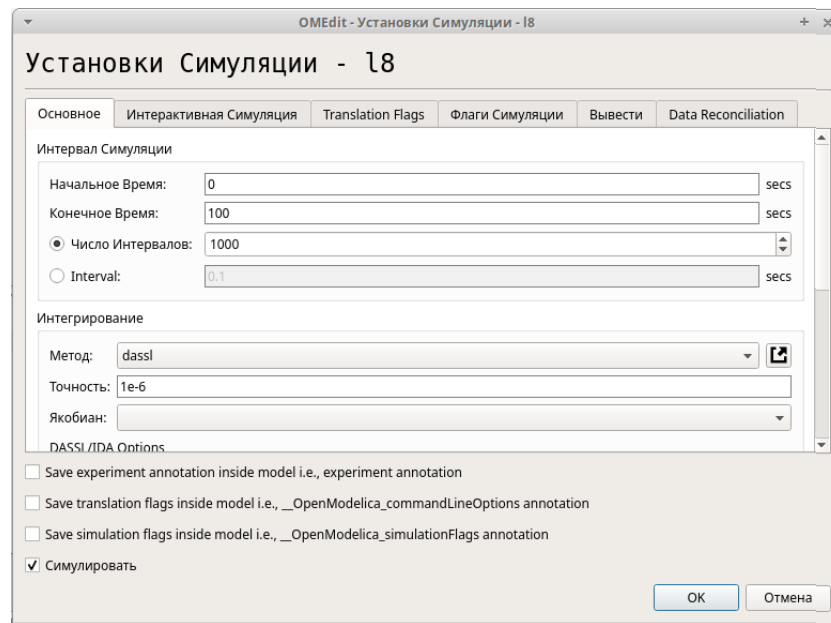


Рис. 4.16: Установка симуляции OpenModelica

Получим динамику изменения размера TCP окна $W(t)$ (красная линия) и размера очереди $Q(t)$ (синяя линия), а также фазовый портрет, который показывает наличие автоколебаний параметров системы — фазовая траектория осциллирует вокруг своей стационарной точки (рис. 4.17, 4.10):

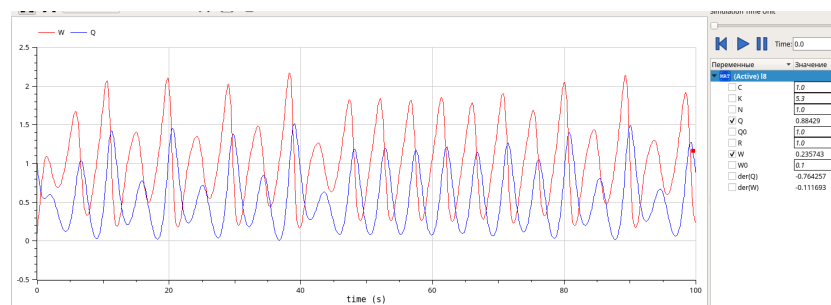


Рис. 4.17: Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$

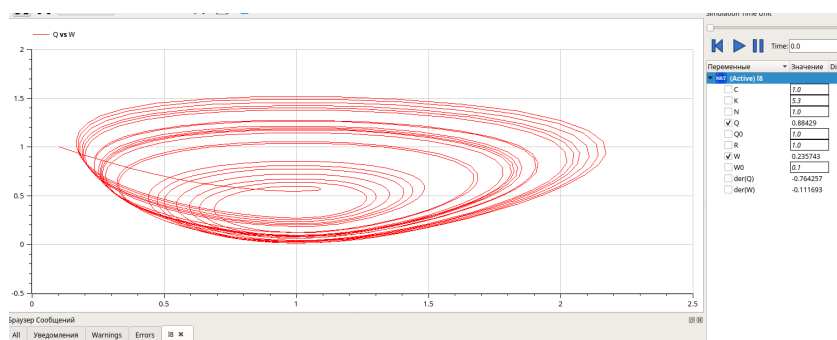


Рис. 4.18: Фазовый портрет (W, Q)

Изменим в OpenModelica скорость обработки пакетов C до 0.9 (рис. 4.19).

```

1  model l8
2
3  parameter Real N=1;
4  parameter Real R=1;
5  parameter Real K=5.3;
6  parameter Real C=.9;
7  parameter Real W0=0.1;
8  parameter Real Q0=1;
9
10 Real W(start=W0);
11 Real Q(start=Q0);
12
13 equation
14
15 der(W)=1/R-W*delay(W,R)*K*delay(Q,R)/(2*R);
16 der(Q)= if Q > 0 then N*W/R-C else max(N*W/R-C,0);
17
18 end l8;
```

Рис. 4.19: Изменение параметра C

Точно так же увидим, что автоколебания стали более выраженными (рис. 4.20, 4.21).

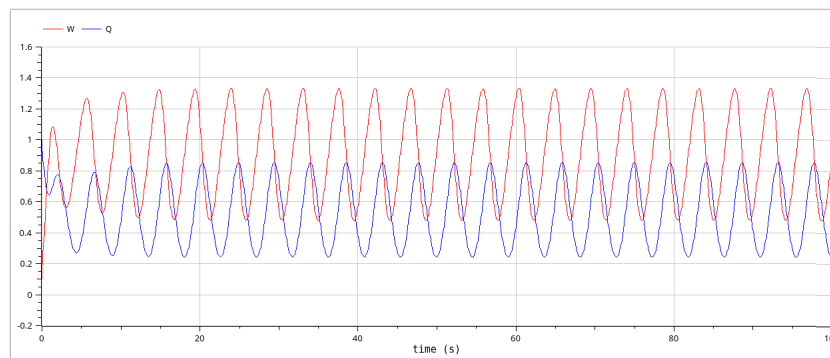


Рис. 4.20: Динамика изменения размера TCP окна $W(t)$ и размера очереди $Q(t)$ при $C = 0.9$

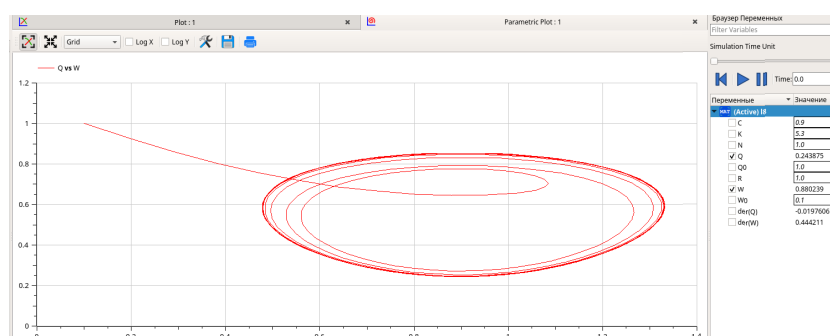


Рис. 4.21: Фазовый портрет (W, Q) при $C = 0.9$

5 Выводы

При выполнении данной лабораторной работы я реализовала модель ТСП/AQM с помощью xcos и OpenModelica.

Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Лабораторная работа 8. Модель TCP/AQM [Электронный ресурс].
2. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Компонентное моделирование. Scilab, подсистема xcos [Электронный ресурс].