

## Лабораторная работа № 4

---

Ли Тимофей Александрович, НФИбд-01-18

## Цель работы

---

Выполнить задание, закрепить навыки владения NS-2, Nam, Xgraph, GNUplot.

## Ход работы

---

Описание моделируемой сети:

- сеть состоит из  $N$  TCP-источников,  $N$  TCP-приёмников, двух маршрутизаторов  $R1$  и  $R2$  между источниками и приёмниками ( $N$  — не менее 20);
- между TCP-источниками и первым маршрутизатором установлены дуплексные соединения с пропускной способностью 100 Мбит/с и задержкой 20 мс очередью типа DropTail;
- между TCP-приёмниками и вторым маршрутизатором установлены дуплексные соединения с пропускной способностью 100 Мбит/с и задержкой 20 мс очередью типа DropTail;
- между маршрутизаторами установлено симплексное соединение ( $R1-R2$ ) с пропускной способностью 20 Мбит/с и задержкой 15 мс очередью типа RED, размером буфера 300 пакетов; в обратную сторону — симплексное соединение ( $R2-R1$ ) с пропускной способностью 15 Мбит/с и задержкой 20 мс очередь типа DropTail;

- данные передаются по протоколу FTP поверх TCP Reno;
- параметры алгоритма RED:  $q_{\min} = 75$ ,  $q_{\max} = 150$ ,  $q_w = 0.002$ ,  $p_{\max} = 0.1$ ;
- максимальный размер TCP-окна 32; размер передаваемого пакета 500 байт; время моделирования — не менее 20 единиц модельного времени.

Задание:

1. Для приведённой схемы разработать имитационную модель в пакете NS-2.
2. Построить график изменения размера окна TCP (в Xgraph и в GNUPlot);
3. Построить график изменения длины очереди и средней длины очереди на первом маршрутизаторе.
4. Оформить отчёт о выполненной работе.

Для решения задачи создал файл lab4.tcl и написал следующий код: (рис. @fig:001):

# Выполнение задания

```
1 set ns [new Simulator]
2 set nf [open out.nam w]
3 $ns namtrace-all $nf
4 set f [open out.tr w]
5 $ns trace-all $f
6
7 set N 20
8 set r(1) [$ns node]
9 set r(2) [$ns node]
10 $ns simplex-link $r(1) $r(2) 20Mb 15ms RED
11 $ns queue-limit $r(1) $r(2) 300
12 set redq [$ns link $r(1) $r(2)] queue]
13 $redq set thresh_ 75
14 $redq set maxthresh_ 150
15 $redq set q_weight_ 0.002
16 $redq set linterm 1/0.1
17 $ns simplex-link $r(2) $r(1) 15Mb 20ms DropTail
18
19 for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
20     set s($i) [$ns node]
21     $ns duplex-link $s($i) $r(1) 100Mb 20ms DropTail
22     set z($i) [$ns node]
23     $ns duplex-link $z($i) $r(2) 100Mb 20ms DropTail
24     set tcp($i) [$ns create-connection TCP/Reno $s($i) TCPSink $z($i) $i]
25     $tcp($i) set window_ 32
26     set ftp($i) [$tcp($i) attach-source FTP]
27 }
28
29 set windowVStimeall [open windall w]
30
31 for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
32     $ns at 0.0 "$ftp($i) start"
33     set windowVStime($i) [open wind($i) w]
34     set qmon [$ns monitor-queue $s($i) $r(1) [open qn($i).out w] 0.1];
35     [$ns link $s($i) $r(1)] queue-sample-timeout;
36     $ns at 0.0 "plotWindow $tcp($i) $windowVStimeall"
37     $ns at 0.0 "plotWindow $tcp($i) $windowVStime($i)"
38 }
39
40 proc plotWindow {tcpSource ffile} {
41     global ns
42     set time 0.01
43     set now [$ns now]
44     set cwnd [$tcpSource set cwnd_]
45     puts $ffile "$now $cwnd"
46
47     $ns at [expr $now+$time] "plotWindow $tcpSource $ffile"
48 }
49
50 set tchan_ [open all.q w]
51 $redq trace curq_
52 $redq trace ave_
53 $redq attach $tchan_
54
55 proc finish {} {
56     global ns f nf
57     $ns flush-trace
58     close $f
59     close $nf
60     global tchan_ N
61     set awkCode {
62         {
63             if ($1 == "Q" && NF>2) {
64                 print $2, $3 >> "temp.q";
65                 set end $2
66             }
67             else if ($1 == "a" && NF>2) {
68                 print $2, $3 >> "temp.a";
69             }
70         }
71     }
72     set f [open temp.queue w]
73     puts $f "title = queue length (+average)"
74     if { [info exists tchan_] } {
75         close $tchan_
76     }
77     exec rm -f temp.q temp.a
78     exec touch temp.a temp.q
79     exec awk $awkCode all.q
80     puts $f color=3
81     exec cat temp.q >& $f
82     puts $f next[ncolor=4
83     exec cat temp.a >& $f
84     close $f
85     exec xgraph -wbg -title_x TIME -title_y WINDOW -title "window (1)" wind(0) &
86     exec xgraph -wbg -title_x TIME -title_y WINDOW -title "window (all)" windall &
87     exec nam out.nam &
88     exit 0
89 }
90 $ns at 20.0 "finish"
91 $ns run
```

Рис. 1: lab4.tcl



## Выполнение задания

При выполнении этого кода открылся Nam с нужной нам моделью, а также Xgraph с необходимыми графиками. Модель в Nam: (рис. @fig:002)

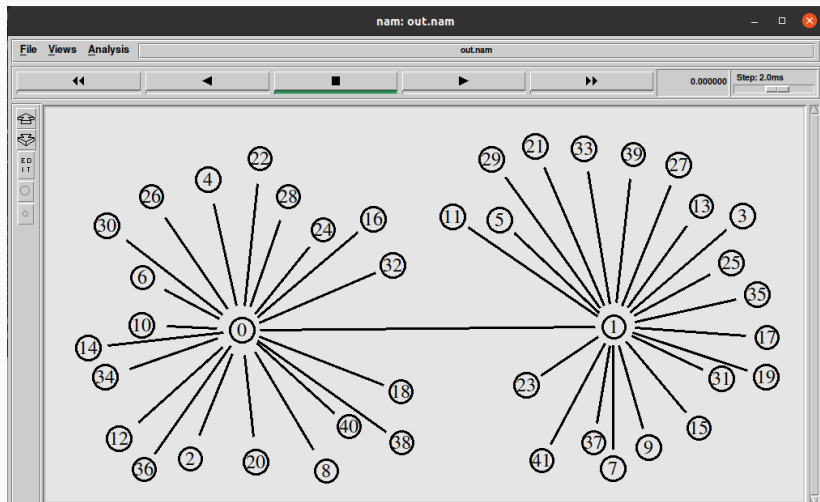
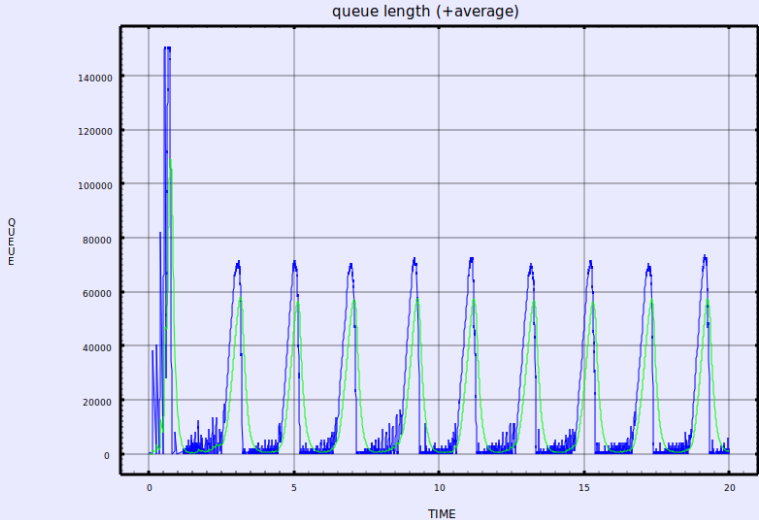


График размера очереди (и среднего): (рис. @fig:003)



Графики размера окна TCP: (рис. @fig:004)

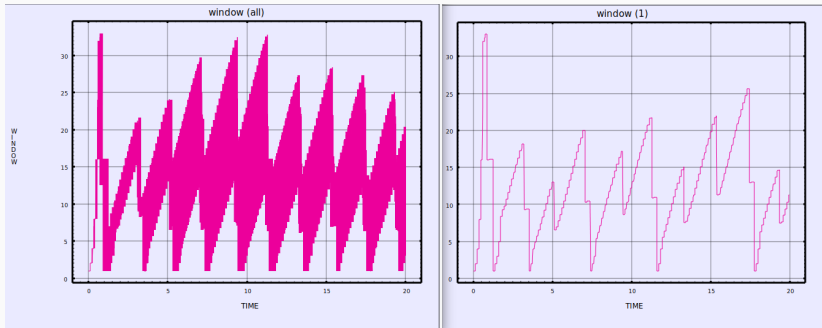


Рис. 4: графики размера окна TCP

Затем создал файл `graph_plot` и написал в него следующий код: (рис. @fig:005)

```
1#!/usr/bin/gnuplot -persist
2# задаём текстовую кодировку,
3# тип терминала, тип и размер шрифта
4set encoding utf8
5set term pdfcairo font "Arial,9"
6
7# задаём выходной файл графика
8set out 'qm.pdf'
9
10# задаём название графика
11set title "График длины очереди"
12
13# задаём стиль линии
14set style line 2
15
16# подписи осей графика
17set xlabel "t"
18set ylabel "Пакеты"
19plot "temp.q" using ($1):($2) with lines title "размер очереди", "temp.a" using ($1):($2) with lines title "средний
размер очереди"
20plot "temp.q" using ($1):($2) with lines title "размер очереди"
21set title "График средней длины очереди"
22plot "temp.a" using ($1):($2) with lines title "средний размер очереди"
23
24set out 'qmainwindow.pdf'
25set title "График размера окна на источнике 1"
26set xlabel "t"
27set ylabel "window"
28plot "wind(1)" using ($1):($2) with lines title "размер окна"
29set title "График размера окна на всех источниках"
30plot 'windall' using 1:2 with lines lw 1 lt rgb 'black' notitle
```

## Выполнение задания

Сделал этот файл исполняемым с помощью команды `chmod`, выполнил его командой `gnuplot ./graph_plot` и получил следующие графики:

график длины и средней длины очереди: (рис. @fig:006)

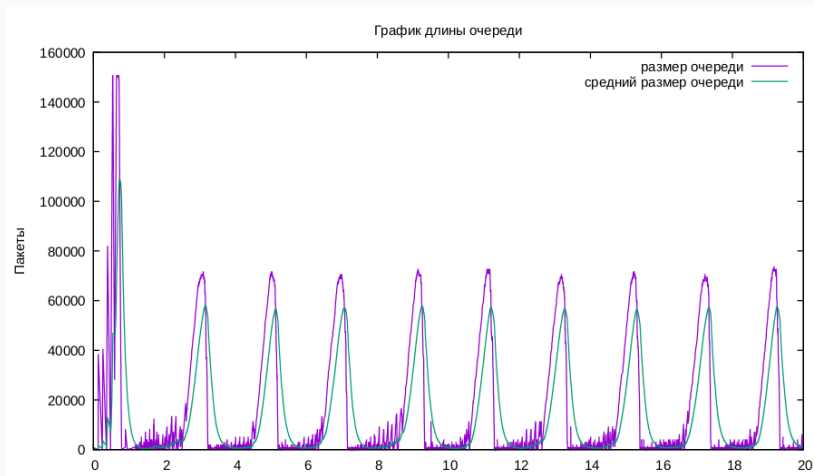


график размера окна на первом источнике: (рис. @fig:007)

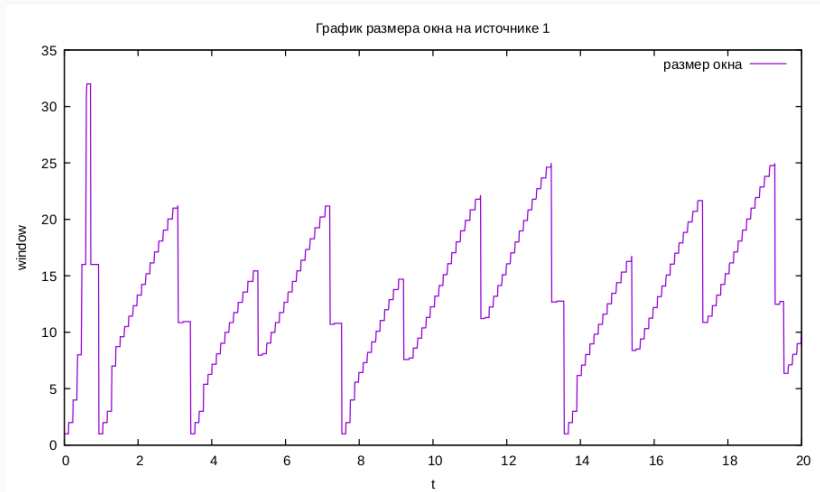
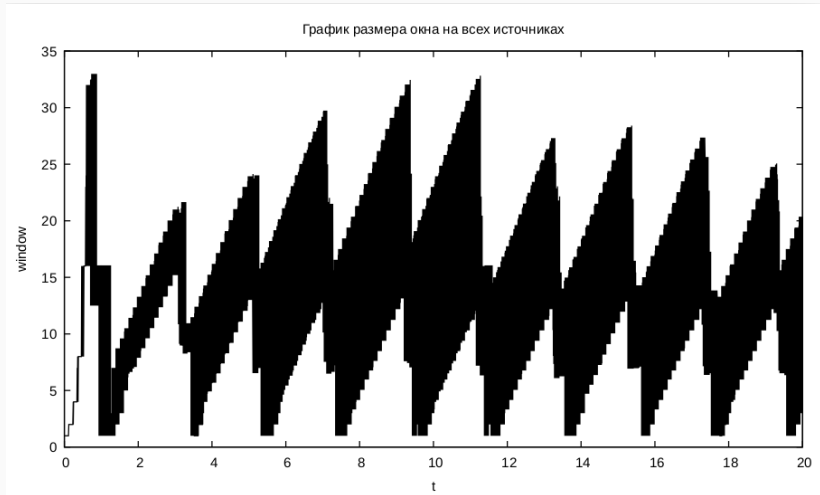


график размера окна на всех источниках: (рис. @fig:008)



## Выводы

---



Выполнил задание, закрепил навыки владения NS-2, Nam, Xgraph, GNUplot.