

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ОТЧЕТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 4

дисциплина: Моделирование информационных процессов

Студент: Сергеев Тимофей

Сергеевич, ст.билет №1032201669

Группа: НФИбд-02-20

МОСКВА

2023г.

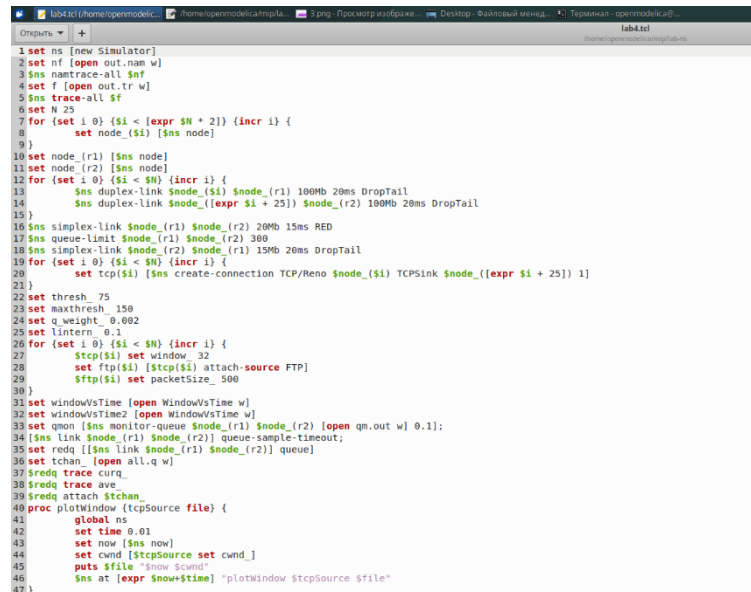
Цель работы

Закрепить на практике изученную тему «Имитационное моделирование в NS-2», которую мы осваивали на протяжении предыдущих лабораторных работ.

Выполнение 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 очередью 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.
- Выполнение задания

На основе ранее выполненных лабораторных работ и сопровождающего их теоретического материала можем составить следующую имитационную модель:




```

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 $f
6 set N 25
7 for (set i 0) {$i < [expr $N + 2]} {incr i} {
8     set node_($i) [$ns node]
9 }
10 set node_($r1) [$ns node]
11 set node_($r2) [$ns node]
12 for (set i 0) {$i < $N} {incr i} {
13     $ns duplex-link $node_($i) $node_($r1) 100Mb 20ms DropTail
14     $ns duplex-link $node_($i) $node_($r2) 100Mb 20ms DropTail
15 }
16 $ns simplex-link $node_($r1) $node_($r2) 20Mb 15ms RED
17 $ns queue-limit $node_($r1) $node_($r2) 300
18 $ns simplex-link $node_($r2) $node_($r1) 15Mb 20ms DropTail
19 for (set i 0) {$i < $N} {incr i} {
20     set tcp($i) [$ns create-connection TCP/Reno $node_($i) TCPSink $node_([expr $i + 25]) 1]
21 }
22 set thresh 75
23 set maxthresh 150
24 set q_weight 0.002
25 set linterm 0.1
26 for (set i 0) {$i < $N} {incr i} {
27     $tcp($i) set window 32
28     set ftp($i) [$tcp($i) attach-source FTP]
29     $ftp($i) set packetSize 500
30 }
31 set windowVsTime [open WindowVsTime w]
32 set windowVsTime2 [open WindowVsTime2 w]
33 set qmon [$ns monitor-queue $node_($r1) $node_($r2) [open qm.out w] 0.1];
34 [$ns link $node_($r1) $node_($r2)] queue-sample-timeout;
35 set redq [$ns link $node_($r1) $node_($r2)] queue
36 set tchan_ [open all.q w]
37 $redq trace curq
38 $redq trace ave
39 $redq attach $tchan_
40 proc plotWindow {tcpSource file} {
41     global ns
42     set time 0.01
43     set now [$ns now]
44     set cwnd [$tcpSource set cwnd_]
45     puts $file "now $cwnd"
46     $ns at [expr $now+$time] "plotWindow $tcpSource $file"
47 }

```

Рисунок 1. Создание источников и приемников (общее количество узлов 50) в соответствии с заданием, после чего создаем симплексные соединения с указанием направления. Затем укажем, что данные передаются по протоколу FTP поверх TCP/Reno. Задаем параметры алгоритма RED. Указываем максимальный размер TCP-окна и размер передаваемого пакета. Затем прописываем мониторинг размера окна TCP и очереди. После идет формирование файла с данными о размере окна TCP.



```

48 proc finish {
49     global tchan_
50     set awkCode {
51         {
52             if ($1 == "0" && NF>2) {
53                 print $2, $3 >> "temp.q";
54                 set end $2
55             }
56             else if ($1 == "a" && NF>2)
57                 print $2, $3 >> "temp.a";
58         }
59     }
60     set f [open temp.queue w]
61     puts $f "TitleText: red"
62     puts $f "Device: Postscript"
63     if { [info exists tchan_] } {
64         close $tchan_
65     }
66     exec rm -f temp.q temp.a
67     exec touch temp.a temp.q
68     exec awk $awkCode all.q
69     puts $f "\nqueue"
70     exec cat temp.q >& $f
71     puts $f "\naverage queue size"
72     exec cat temp.a >& $f
73     close $f
74     exec xgraph -bb -tk -bg white -fg blue 0.Style -x period -t "CWND" WindowVsTime &
75     exec xgraph -bb -tk -bg white -fg blue 0.Style -x period -t "CWND All" WindowVsTime2 &
76     exec xgraph -bb -tk -bg white -fg blue 0.Style -x period -y queue temp.queue &
77     exec nam out.nam &
78     exit 0
79 }
80 for (set i 0) {$i < $N} {incr i} {
81     $ns at 0.0 "$ftp($i) start"
82     $ns at 0.0 "plotWindow $tcp($i) $windowVsTime2"
83 }
84 $ns at 0.0 "plotWindow $tcp(0) $windowVsTime"
85 $ns at 25.0 "finish"
86 $ns run
87 }

```

Рисунок 2. Процедура finish: подключение и выполнение кода AWK, запуск xgraph с графиками окна TCP и очереди, запуск nam в фоновом режиме. Запуск мониторинга окон. Завершение выполнения модели.

После запуска получим следующее:

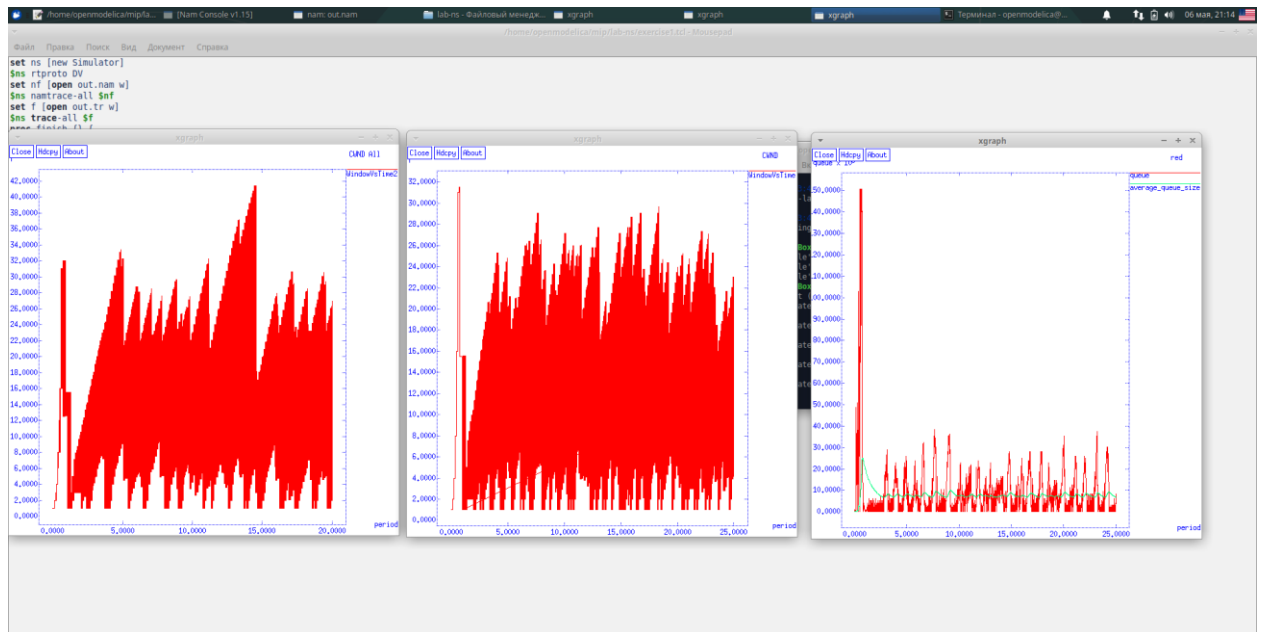


Рисунок 3. График изменения размера окна TCP, график изменения длины очереди и средней длины очереди на первом маршрутизаторе

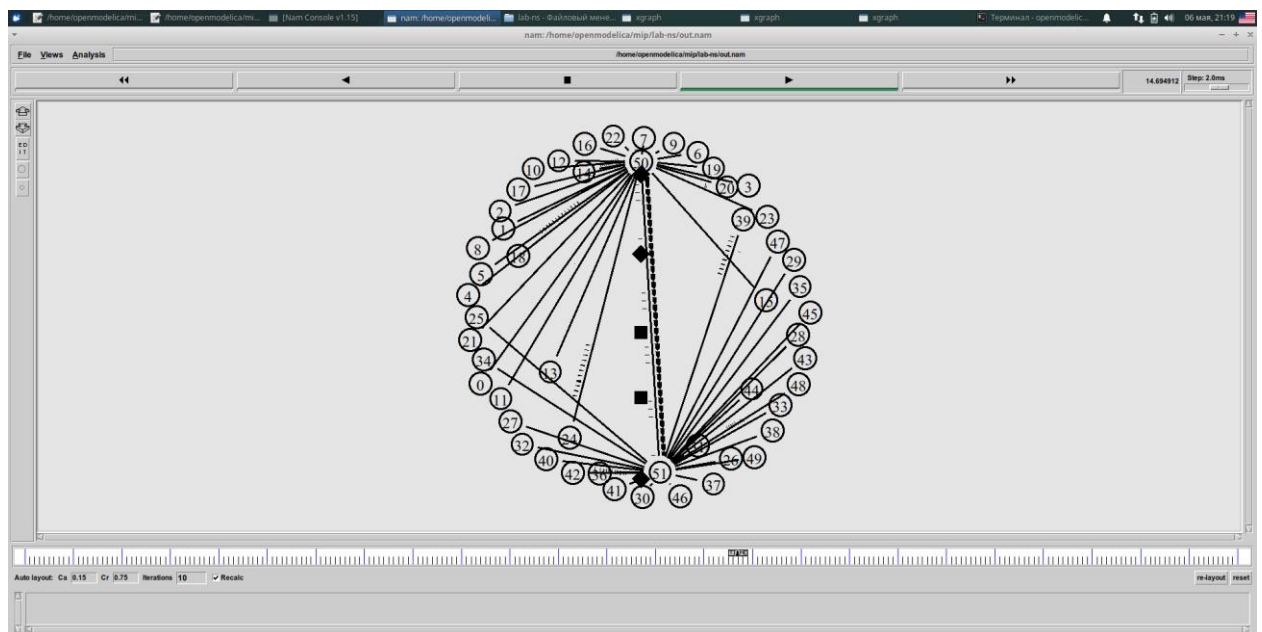


Рисунок 4. Имитационная модель

Так же было необходимо вывести полученные графики в GNUPlot

```

Файл  Правка  Поиск  Вид  Документ  Справка  /home/openmodelica
#!/usr/bin/gnuplot -persist
set encoding utf8
set term png size 640, 480 enhanced font "Arial,9"
set grid
set style line 2

set output "1.png"
set title "Graph of changes in queue length and average queue length on the first router"
set xlabel "t"
set ylabel "Пакеты"
plot "temp.q"

set output "2.png"
set title "Changing the TCP window size on the 1st source link"
set xlabel "t"
set ylabel "Пакеты"
plot "WindowVsTime"

set output "3.png"
set title "Changing the TCP window size on all sources"
set xlabel "t"
set ylabel "Пакеты"
plot "WindowVsTime2"

```

Рисунок 5. Код графиков в GNUplot

После чего делаем файл исполняемым (chmod + x graph_plot) и запускаем его (gnuplot graph_plot)

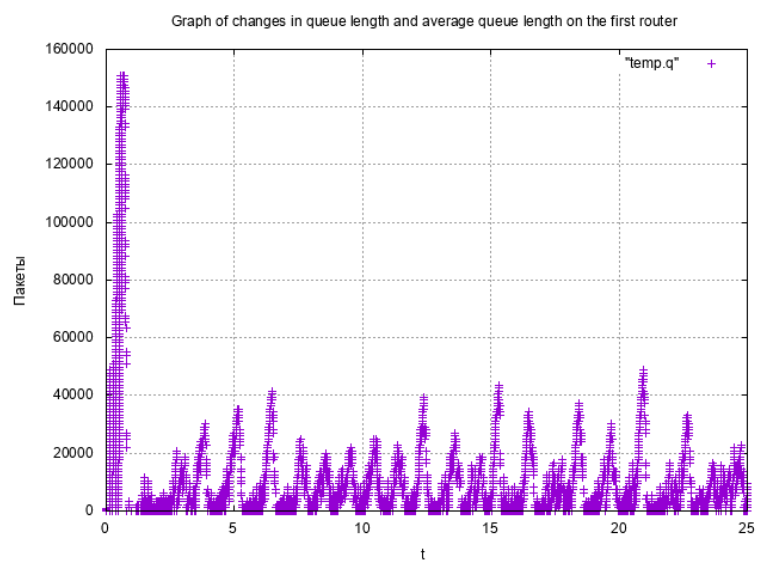


Рисунок 6.

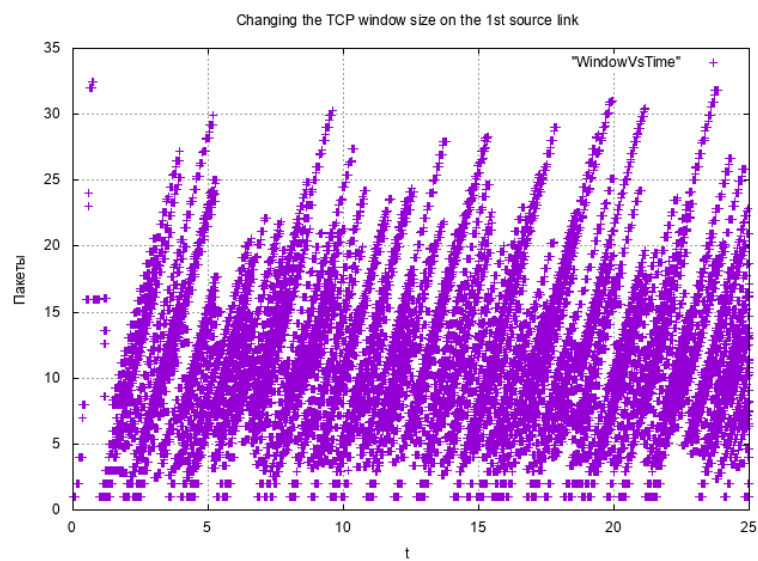


Рисунок 7.

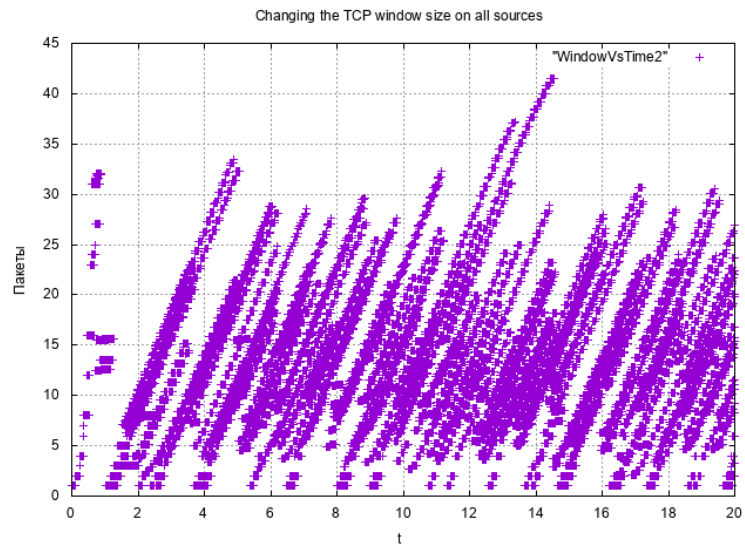


Рисунок 8.

Заключение

В данной лабораторной работе мы смогли закрепить полученные ранее знания по работе с пакетом NS-2, Xgraph и GNUPlot, разработав имитационную модель самостоятельно.