

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: Худицкий Василий

Олегович

Группа: НКНбд-01-19

МОСКВА

2022 г.

Постановка задачи

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 работы

Скопировал содержимое файла, созданного в ходе выполнения лабораторной работы №2 в новый файл, изменил его согласно поставленной задаче, запустил симулятор(рис. 1):

```
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~$ cd mip/lab-ns
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ cp lab2.tcl lab4.tcl
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ns lab4.tcl
```

Рисунок 1 Команды в терминале для первого пункта задания

В результате получил в пак следующую визуализацию(рис. 2):

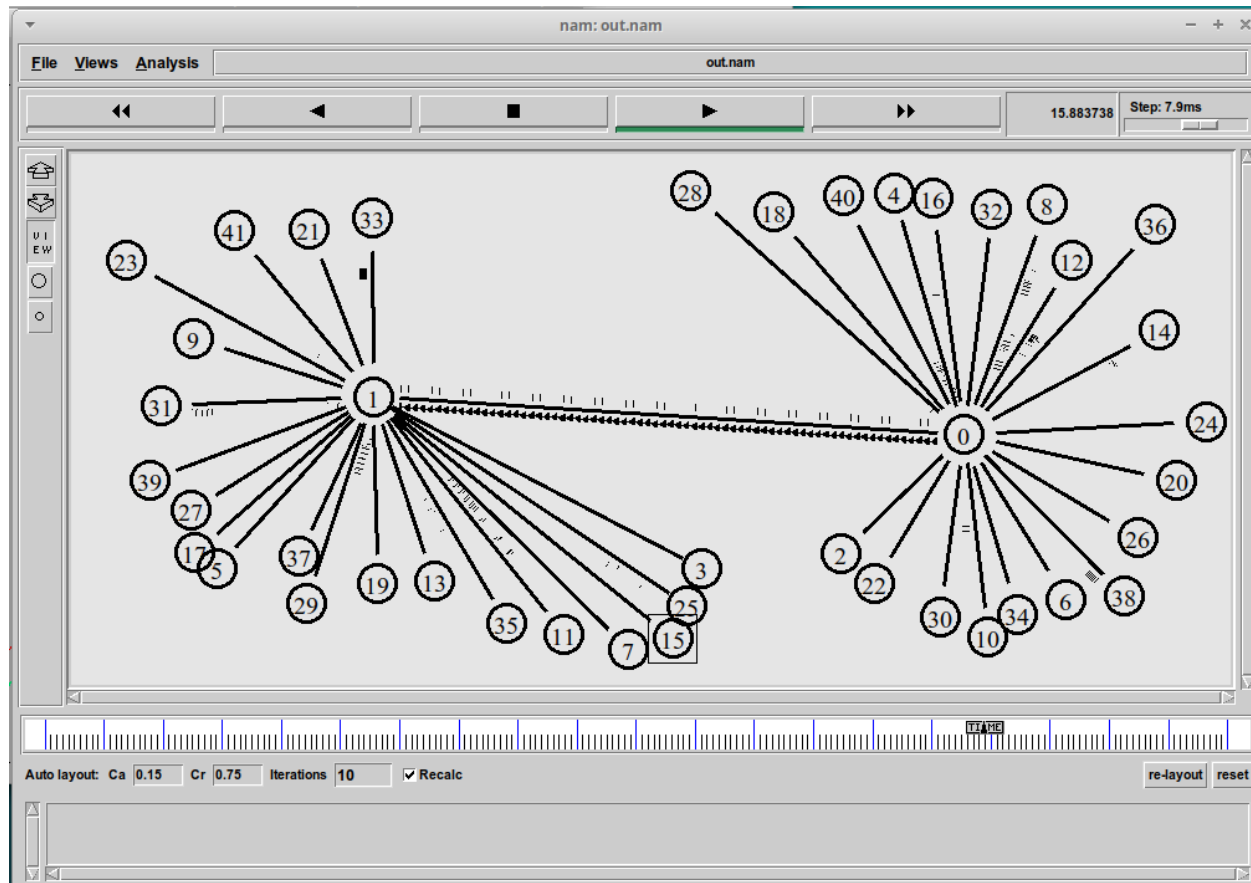


Рисунок 2 Схема моделируемой сети в пак

Также были получены график изменения размера окна TCP и график изменения длины очереди и средней длины очереди в Xgraph (рис. 3):

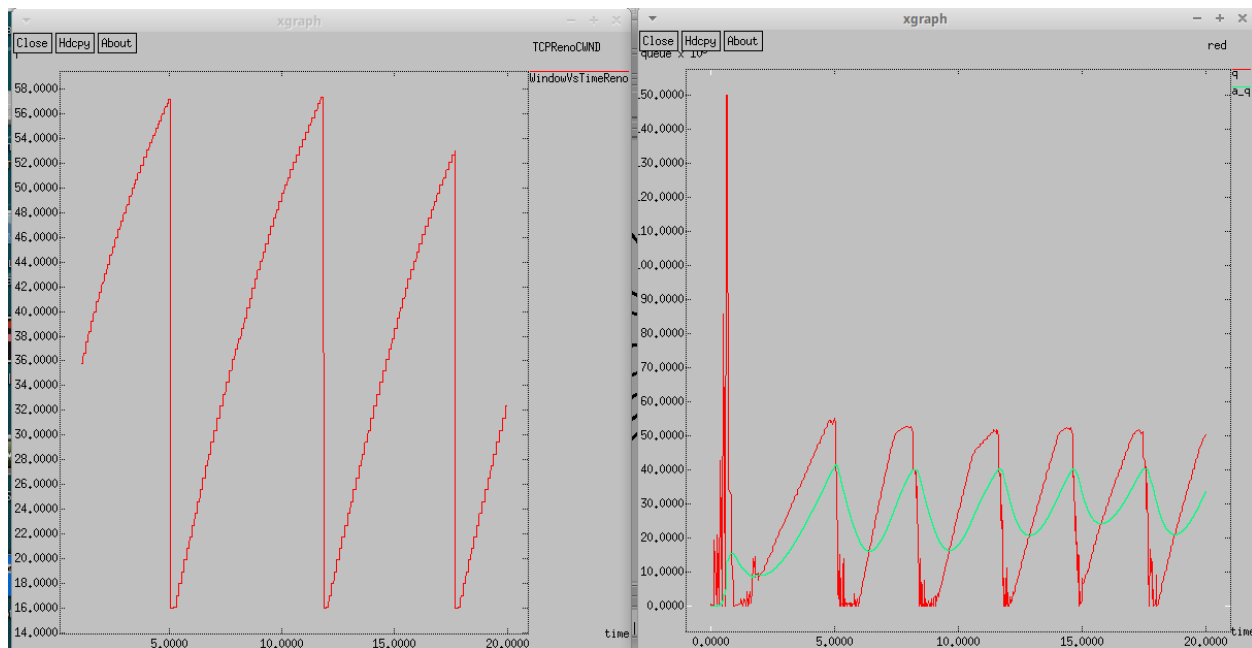


Рисунок 3 Изменение размера окна TCP и изменение длины очереди и средней длины очереди (графики в Xgraph)

Листинг:

```
set ns [new Simulator]

# открытие на запись файла out.nam для визуализатора nam
set nf [open out.nam w]
# все результаты моделирования будут записаны в переменную nf
$ns namtrace-all $nf

# параметры алгоритма RED
Queue/RED set thresh_ 75
Queue/RED set maxthresh_ 150
Queue/RED set q_weight_ 0,002
Queue/RED set linterm_ 10

# Узлы сети и соединения:
set node_(r1) [$ns node]
set node_(r2) [$ns node]
set N 20
for {set i 1} {$i < [expr $N+1]} {incr i} {
    set node_(s$i) [$ns node]
    set node_(s[expr $i+$N]) [$ns node]
    $ns duplex-link $node_(s$i) $node_(r1) 100Mb 20ms DropTail
    $ns duplex-link $node_(s[expr $i+$N]) $node_(r2) 100Mb 20ms DropTail
}
$ns simplex-link $node_(r1) $node_(r2) 20Mb 15ms RED
$ns queue-limit $node_(r1) $node_(r2) 300
$ns simplex-link $node_(r2) $node_(r1) 15Mb 20ms DropTail

# Агенты и приложения:
for {set i 1} {$i < [expr $N+1]} {incr i} {
    set tcp($i) [$ns create-connection TCP/Reno $node_(s$i) TCPSink
$node_(s[expr $i+$N]) 0]
    $tcp($i) set window_ 32
    $tcp($i) set packetSize_ 500
    set ftp($i) [$tcp($i) attach-source FTP]
}

# Мониторинг размера окна TCP:
set windowVsTime [open WindowVsTimeReno w]
```

```

set qmon [$ns monitor-queue $node_(r1) $node_(r2) [open qm.out w] 0.1];
[$ns link $node_(r1) $node_(r2)] queue-sample-timeout;
# Мониторинг очереди:
set redq [[$ns link $node_(r1) $node_(r2)] queue]
set tchan_ [open all.q w]
$redq trace curq_
$redq trace ave_
$redq attach $tchan_

# Добавление at-событий:
for {set i 1} {$i < [expr $N+1]} {incr i} {
$ns at 0.0 "$ftp($i) start"
}
$ns at 1.1 "plotWindow $tcp(1) $windowVsTime"
$ns at 20 "finish"

# Формирование файла с данными о размере окна TCP:
proc plotWindow {tcpSource file} {
global ns
set time 0.01
set now [$ns now]
set cwnd [$tcpSource set cwnd_]
puts $file "$now $cwnd"
$ns at [expr $now+$time] "plotWindow $tcpSource $file"
}

# Процедура finish:
proc finish {} {
global tchan_

# подключение кода AWK:
set awkCode {
{
if ($1 == "Q" && NF>2) {
print $2, $3 >> "temp.q";
set end $2
}
else if ($1 == "a" && NF>2)
print $2, $3 >> "temp.a";
}
}
set f [open temp.queue w]
puts $f "TitleText: red"
puts $f "Device: Postscript"
if { [info exists tchan_] } {
close $tchan_
}
exec rm -f temp.q temp.a
exec touch temp.a temp.q
exec awk $awkCode all.q
puts $f "\"q
exec cat temp.q >@ $f
puts $f \"\\n\\\"a_q
exec cat temp.a >@ $f
close $f
# Запуск xgraph с графиками окна TCP и очереди:
exec xgraph -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowVsTimeReno &
exec xgraph -bb -tk -x time -y queue temp.queue &
exec nam out.nam &
exit 0
}

$ns run

```

Чтобы построить график изменения размера окна в GNUplot, скопировал файл для построения графика в GNUplot, полученный в ходе выполнения предыдущей лабораторной работы, внёс необходимые изменения, сделал файл исполняемым и запустил скрипт (рис. 4)

```
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ cp graph_plot graph_plotl4
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ chmod u+x graph_plotl4
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ./graph_plotl4
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$
```

Рисунок 4 Команды в терминале для построения графика изменения размера окна TCP в GNUplot

Скрипт создал файл qm_lab4.pdf с графиком (рис. 5):

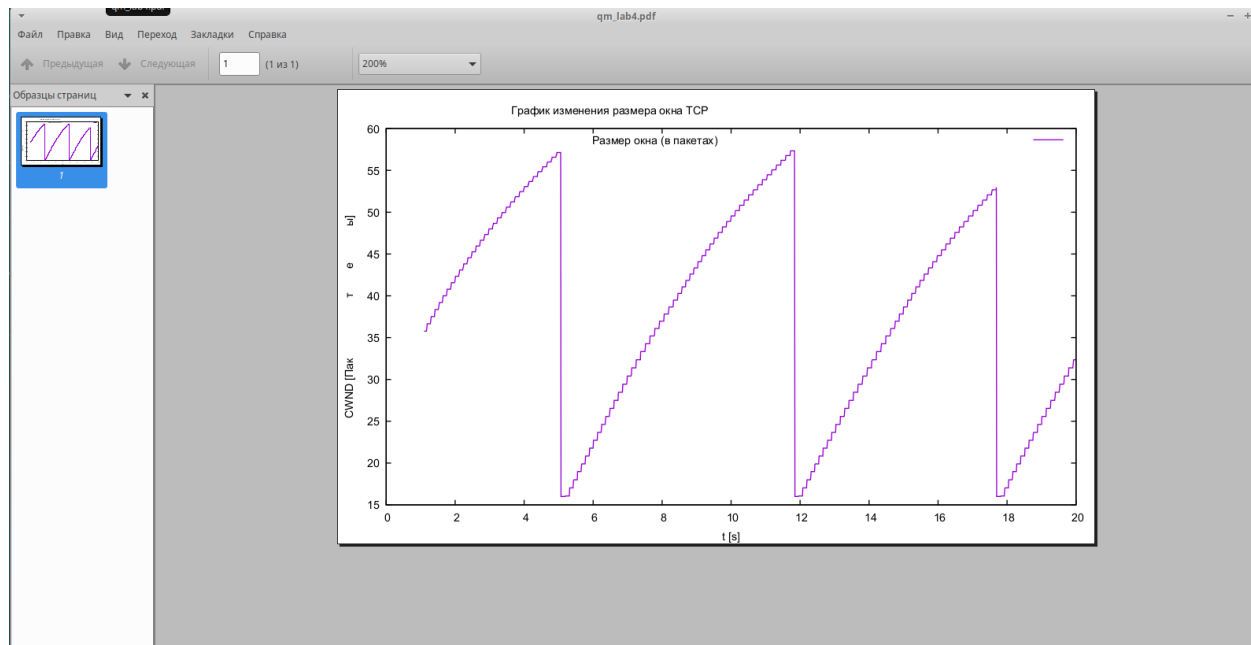


Рисунок 5 Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника (GNUplot)

Листинг:

```
#!/usr/bin/gnuplot -persist
# задаём текстовую кодировку,
# тип терминала, тип и размер шрифта
set encoding utf8
set term pdfcairo font "Arial,9"
# задаём выходной файл графика
set out 'qm_lab4.pdf'
# задаём название графика
set title "График изменения размера окна TCP"
# задаём стиль линии
set style line 2
# подписи осей графика
set xlabel "t [s]"
```

```

set ylabel "CWND [Пакеты]"

# построение графика, используя значения
# 1-го и 2-го столбцов файла WindowVsTimeReno
plot "WindowVsTimeReno" using ($1):($2) with lines title "Размер окна (в пакетах)"

```

Чтобы построить графики изменения длины очереди и средней длины очереди, скопировал файл для построения графика в GNUplot, полученный в ходе этой лабораторной работы, внёс необходимые изменения, сделал файл исполняемым и запустил скрипт(рис. 6):

```

openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ cp graph_plotl4 graph_plotl4_1
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ chmod u+x graph_plotl4_1
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$ ./graph_plotl4_1
openmodelica@openmodelica-VirtualBox:~/mip/lab-ns$

```

Рисунок 6 Команды в терминале для построения графиков изменения размера средней длины очереди и размера длины очереди в GNUplot

Скрипт создал файл qm_lab4_1.pdf с графиками (рис. 7-8):

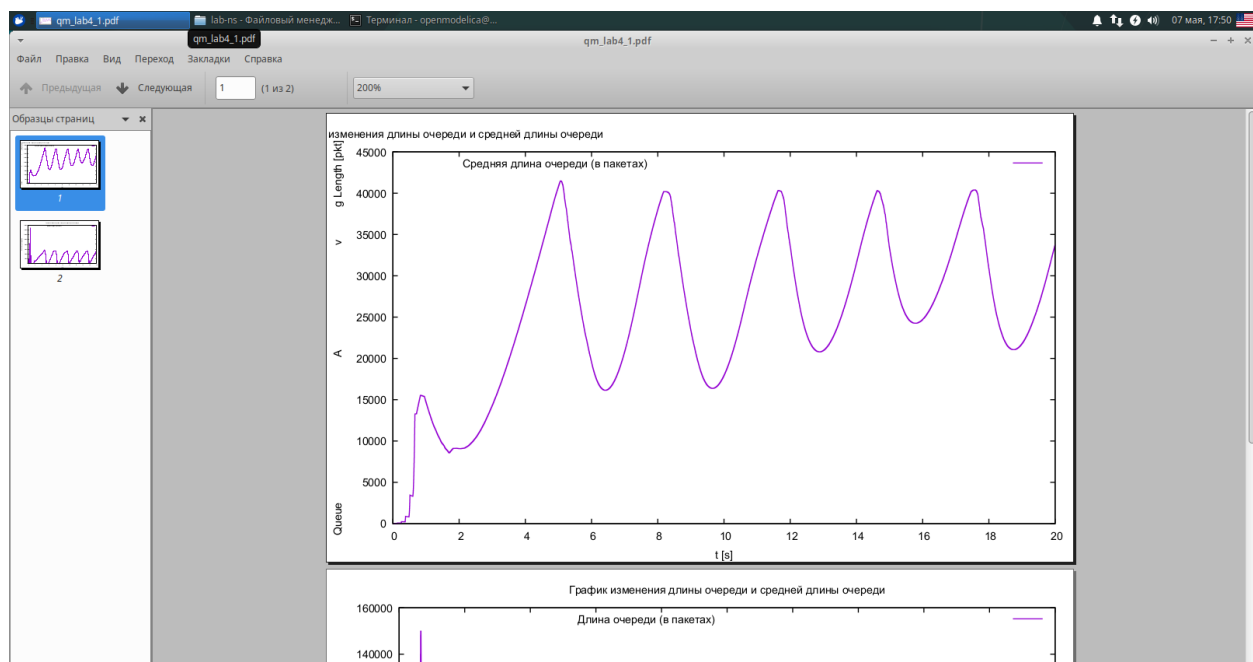


Рисунок 7 Изменение размера средней длины очереди

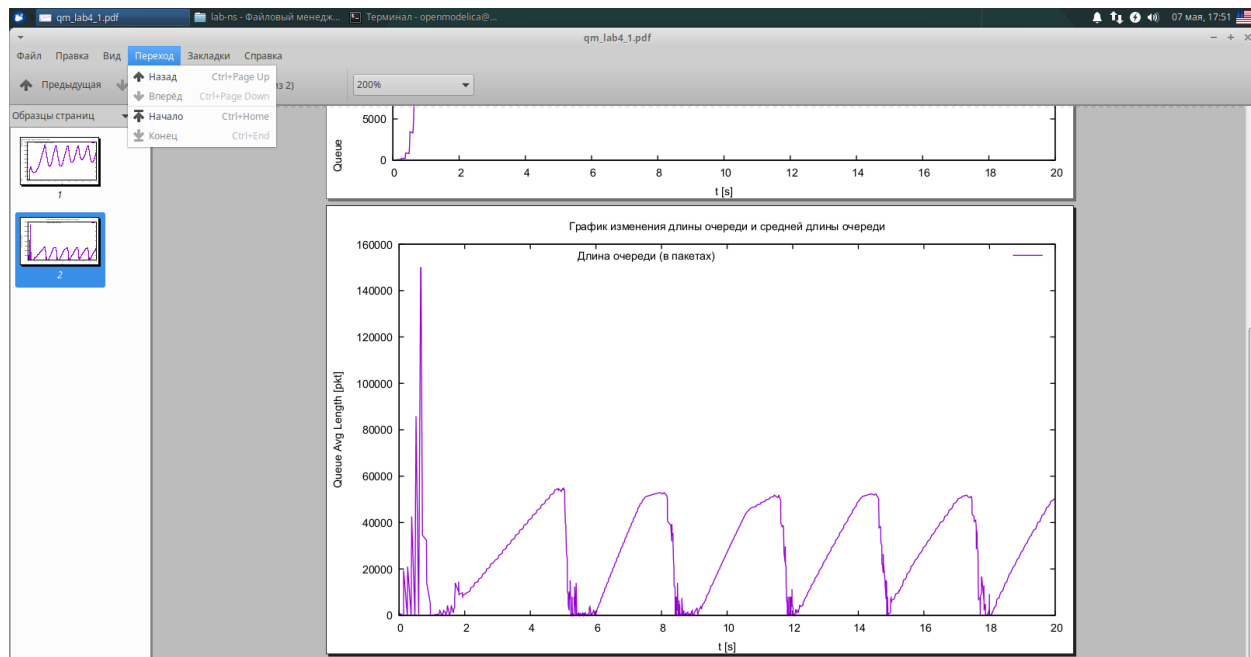


Рисунок 8 Изменение размера длины очереди

Листинг:

```
#!/usr/bin/gnuplot -persist
# задаём текстовую кодировку,
# тип терминала, тип и размер шрифта
set encoding utf8
set term pdfcairo font "Arial,9"
# задаём выходной файл графика
set out 'qm_lab4_1.pdf'
# задаём название графика
set title "График изменения длины очереди и средней длины очереди"
# задаём стиль линии
set style line 2
# подписи осей графика
set xlabel "t [s]"
set ylabel "Queue Avg Length [pkt]"
# построение графика, используя значения
# 1-го и 2-го столбцов файлов temp.a и temp.q
plot "temp.a" using ($1):($2) with lines title "Средняя длина очереди (в пакетах)"
plot "temp.q" using ($1):($2) with lines title "Длина очереди (в пакетах)"
```

Заключение

В ходе выполнения лабораторной работы для приведенной сети была разработана имитационная модель в пакете NS-2, а также построены графики изменения размера окна TCP, изменения длины очереди и средней длины очереди на первом маршрутизаторе (в Xgraph и в GNUPlot).