

Лабораторная работа №4

Задание для самостоятельного выполнения

Кадров Виктор Максимович

1 марта 2025

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

Информация

..... {.columns align=center} ::: {.column width="70%"}

- Кадров Виктор Максимович
- Студент НКНбд-01-22
- Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы
- 1132226454@pfur.ru
- <https://github.com/vmkadrov>

.....

Выполнение самостоятельного задания.

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.

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.

Скрипт моделируемой сети.

```
# создание объекта Simulator
```

```
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
```

```
# открытие на запись файла трассировки out.tr для регистрации всех событий
```

```
set f [open out.tr w]
```

```
# все регистрируемые события будут записаны в переменную f
```

```
$ns trace-all $f
```



```
Agent/TCP set window_ 32
Agent/TCP set pktSize_ 500
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";
    }
}
```

```
exec rm -f temp.q temp.a  
exec touch temp.a temp.q
```

```
set f [open temp.q w]  
puts $f "0.Color: Orange"  
close $f  
set f [open temp.a w]  
puts $f "0.Color: Orange"  
close $f
```

```
exec awk $awkCode all.q
```

```
exec xgraph -bg white -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowVsTimeRenoOne &  
exec xgraph -bg white -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowVsTimeRenoAll &  
exec xgraph -bb -tk -x time -y queue temp.q &  
exec xgraph -bb -tk -x time -y queue temp.a &  
exec nam out.nam &  
exit 0  
}
```

```
# 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"
}

set r1 [$ns node]
set r2 [$ns node]
```

Скрипт моделируемой сети.

```
$ns simplex-link $r1 $r2 20Mb 15ms RED
$ns simplex-link $r2 $r1 15Mb 20ms DropTail
$ns queue-limit $r1 $r2 300

set N 25
for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
    set n1($i) [$ns node]
    $ns duplex-link $n1($i) $r1 100Mb 20ms DropTail
    set n2($i) [$ns node]
    $ns duplex-link $n2($i) $r2 100Mb 20ms DropTail

    set tcp($i) [$ns create-connection TCP/Reno $n1($i) TCPSink $n2($i) $i]
    set ftp($i) [$tcp($i) attach-source FTP]
}
```

```
# Мониторинг размера окна TCP:
set windowVsTimeOne [open WindowVsTimeRenoOne w]
puts $windowVsTimeOne "0.Color: Black"
set windowVsTimeAll [open WindowVsTimeRenoAll w]
puts $windowVsTimeAll "0.Color: Black"

set qmon [$ns monitor-queue $r1 $r2 [open qm.out w] 0.1];
[$ns link $r1 $r2] queue-sample-timeout;
```

```
# Мониторинг очереди:
set redq [[ $\$ns$  link  $\$r1$   $\$r2$ ] queue]
 $\$redq$  set thresh_ 75
 $\$redq$  set maxthresh_ 150
 $\$redq$  set q_weight_ 0.002
 $\$redq$  set linterm_ 10

set tchan_ [open all.q w]
 $\$redq$  trace curq_
 $\$redq$  trace ave_
 $\$redq$  attach  $\$tchan_$ 
```

```
for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {  
    $ns at 0.0 "$ftp($i) start"  
    $ns at 0.0 "plotWindow $tcp($i) $windowVsTimeAll"  
}
```

```
$ns at 0.0 "plotWindow $tcp(1) $windowVsTimeOne"
```

```
# at-событие для планировщика событий, которое запускает
```

```
# процедуру finish через 20s после начала моделирования
```

```
$ns at 20.0 "finish"
```

```
# запуск модели
```

```
$ns run
```


После запуска модели, была получена следующая симуляция.

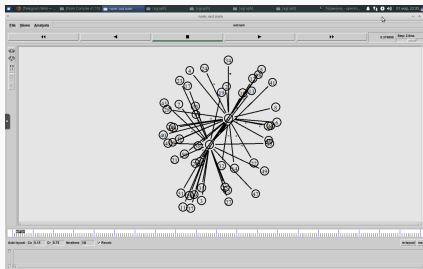


Рис. 1: Схема моделируемой сети

Графики изменения окна TCP на линке 1-го источника и на всех источниках.

Были получены графики изменения окна TCP на линке 1-го источника и на всех источниках.

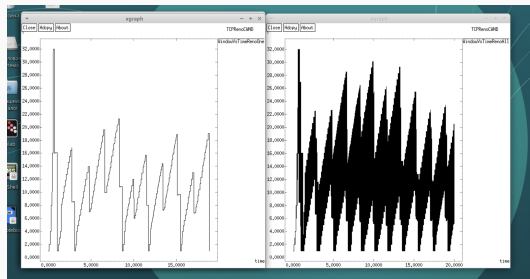


Рис. 2: Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника и на всех источниках

Графики размера длины очереди и средней длины очереди на линке (R1-R2).

Также были получены графики размера длины очереди и средней длины очереди на линке (R1-R2).

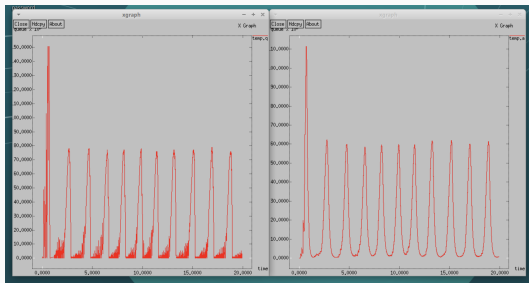


Рис. 3: Изменение размера длины очереди и средней длины очереди на линке (R1-R2)

Графики изменения окна TCP в GNUPlot.

В каталоге с проектом создадим отдельный файл, например, gnu_plot. Откроем его на редактирование и добавим следующий код, обращая внимание на синтаксис GNUplot:

```
#!/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 'window_1.pdf'
```

```
# задаём название графика
set title "Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника при N = 25"

# подписи осей графика
set xlabel "t[s]"
set ylabel "CWND [pkt]"

# построение графика, используя значения 1-го и 2-го столбцов файла WindowVsT
plot "WindowVsTimeRenoOne" using ($1):($2) with lines lt rgb "black" title "P
го источника"
```

```
# задаём выходной файл графика
```

```
set out 'window_25.pdf'
```

```
# задаём название графика
```

```
set title "Изменение размера окна TCP на всех N источниках при N = 25"
```

```
# подписи осей графика
```

```
set xlabel "t[s]"
```

```
set ylabel "CWND [pkt]"
```

```
# построение графика, используя значения 1-го и 2-го столбцов файла WindowVsT
```

```
plot "WindowVsTimeRenoAll" using ($1):($2) with lines lt rgb "black" title "P
```

```
# задаём выходной файл графика
```

```
set out 'queue_lenght.pdf'
```

```
# задаём название графика
```

```
set title "Изменение размера длины очереди на линке (R1-R2) при N = 25"
```

```
# подписи осей графика
```

```
set xlabel "t[s]"
```

```
set ylabel "Queue Length [pkt]"
```

```
# построение графика, используя значения 1-го и 2-го столбцов файла temp.q
```

```
plot "temp.q" using ($1):($2) with lines lt rgb "black" title "Текущая длина"
```

Скрипт для графиков в GNUPlot.

```
# задаём выходной файл графика
```

```
set out 'avg_queue.pdf'
```

```
# задаём название графика
```

```
set title "Изменение размера средней длины очереди на линке (R1-R2) при N = 2"
```

```
# подписи осей графика
```

```
set xlabel "t[s]"
```

```
set ylabel "Queue Avg Length [pkt]"
```

```
# построение графика, используя значения
```

```
# 1-го и 2-го столбцов файла temp.a
```

```
plot "temp.a" using ($1):($2) with lines lt rgb "black" title "Средняя длина
```


Графики изменения окна TCP на линке 1-го источника и на всех источниках GNUPlot.

Были получены графики изменения окна TCP на линке 1-го источника и на всех источниках.

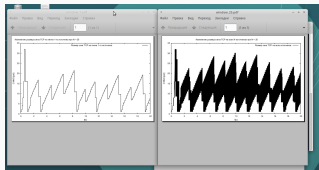


Рис. 4: Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника и на всех источниках. GNUPlot

Также были получены графики размера длины очереди и средней длины очереди на линке (R1-R2).

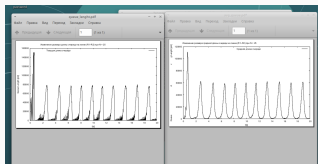


Рис. 5: Изменение размера длины очереди и средней длины очереди на линке (R1-R2)

Мы выполнили самостоятельное задание.