

Лабораторная работа №4

Задание для самостоятельного выполнения

Лихтенштейн А.А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Лихтенштейн Алина Алексеевна
- студентка
- Российский университет дружбы народов
- 1132229533@pfur.ru
- <https://aaliechtenstein.github.io/ru/>

Выполнить задание для самостоятельного выполнения.

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.

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.

Выполнение лабораторной работы

```
# 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
```



```
# 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";
        }
    }
}
```

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

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

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

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

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

```
# Запуск xgraph с графиками окна TCP и очереди:
```

```
exec xgraph -fg green -bg white -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowVsTime
```

```
exec xgraph -fg green -bg white -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowVsTime
```

```
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]
```

```
$ns simplex-link $r1 $r2 20Mb 15ms RED
```

```
$ns simplex-link $r2 $r1 15Mb 20ms DropTail
```

```
$ns queue-limit $r1 $r2 300
```

```
set N 30
```

```
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
```

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

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(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
```

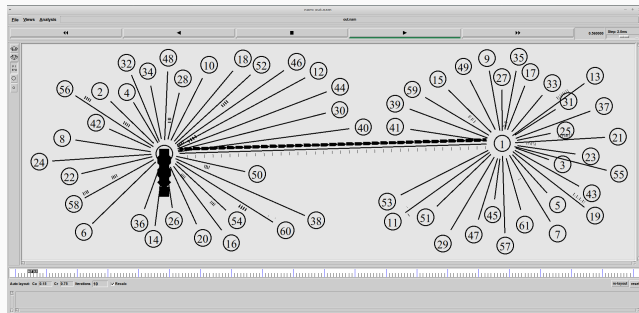



Рис. 1: Схема моделируемой сети при $N=30$

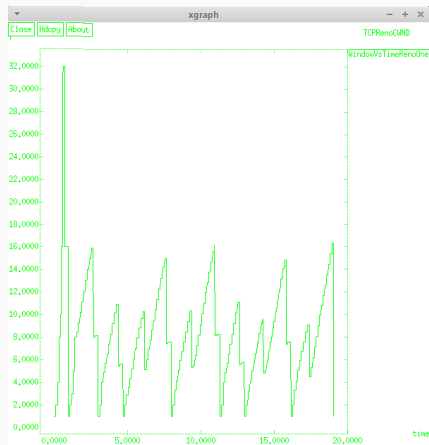


Рис. 2: Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника при N=30

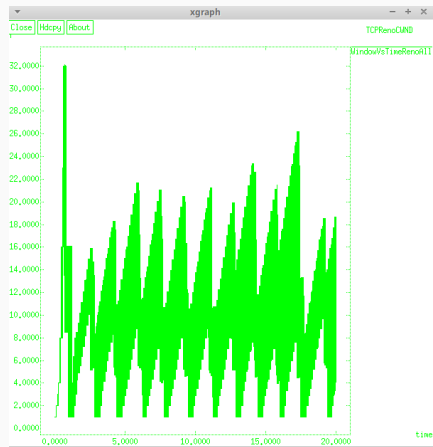


Рис. 3: Изменение размера окна TCP на всех источниках при N=30

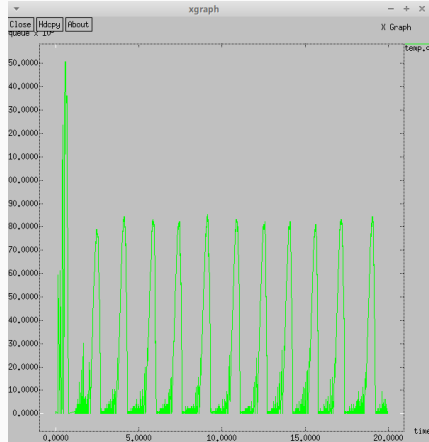


Рис. 4: Изменение размера длины очереди на линке (R1-R2) при N=30

Выполнение лабораторной работы

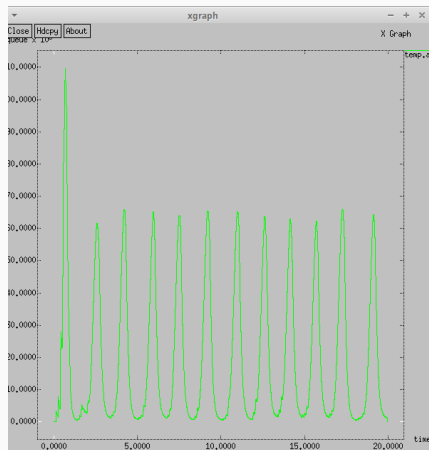


Рис. 5: Изменение размера средней длины очереди на линке (R1–R2) при N=30

```
#!/usr/bin/gnuplot -persist

# Устанавливаем кодировку и параметры терминала
set encoding utf8
set term pngcairo font "Helvetica,9"

# Цвета линий
set style line 1 lc rgb "green" lw 2
set style line 2 lc rgb "blue" lw 2
set style line 3 lc rgb "red" lw 2
set style line 4 lc rgb "purple" lw 2
```

Выполнение лабораторной работы

```
# задаём выходной файл графика
```

```
set out 'window_1.png'
```

```
# задаём название графика
```

```
set title "Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника при N=30"
```

```
# подписи осей графика
```

```
set xlabel "t[s]" font "Helvetica, 10"
```

```
set ylabel "CWND [pkt]" font "Helvetica, 10"
```

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

```
# 1-го и 2-го столбцов файла WindowVsTimeRenoOne
```

```
plot "WindowVsTimeRenoOne" using ($1):($2) with lines title "Размер окна TCP"
```

```
# График изменения размера окна TCP на линке 1-го источника
set out 'window_1.png'
set title "Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника при N=30"
set xlabel "t[s]" font "Helvetica, 10"
set ylabel "CWND [pkt]" font "Helvetica, 10"
plot "WindowVsTimeRenoOne" using 1:2 with lines linestyle 1 title "Размер окн"

# График изменения размера окна TCP на всех N источниках
set out 'window_2.png'
set title "Изменение размера окна TCP на всех N источниках при N=30"
plot "WindowVsTimeRenoAll" using 1:2 with lines linestyle 2 title "Размер окн"
```



```
# График изменения длины очереди
set out 'queue.png'
set title "Изменение размера длины очереди на линке (R1–R2)"
set xlabel "t[s]" font "Helvetica, 10"
set ylabel "Queue Length [pkt]" font "Helvetica, 10"
plot "temp.q" using 1:2 with lines linestyle 3 title "Текущая длина очереди"
```

```
# График изменения средней длины очереди
set out 'av_queue.png'
set title "Изменение размера средней длины очереди на линке (R1-R2)"
set xlabel "t[s]" font "Helvetica, 10"
set ylabel "Queue Avg Length [pkt]" font "Helvetica, 10"
plot "temp.a" using 1:2 with lines linestyle 4 title "Средняя длина очереди"
```

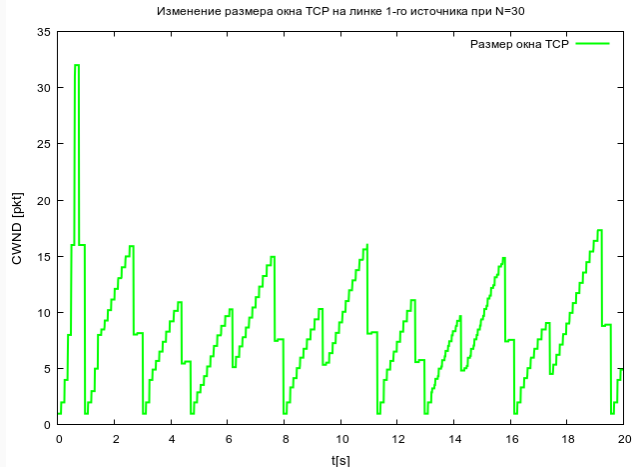


Рис. 6: Изменение размера окна TCP на линии 1-го источника при N=30

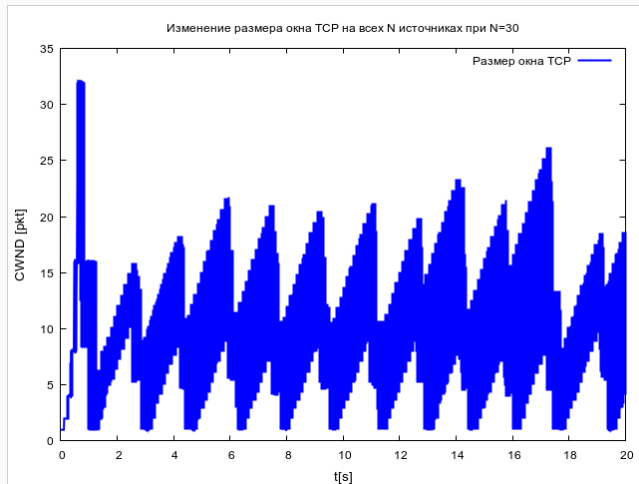


Рис. 7: Изменение размера окна TCP на всех источниках при N=30

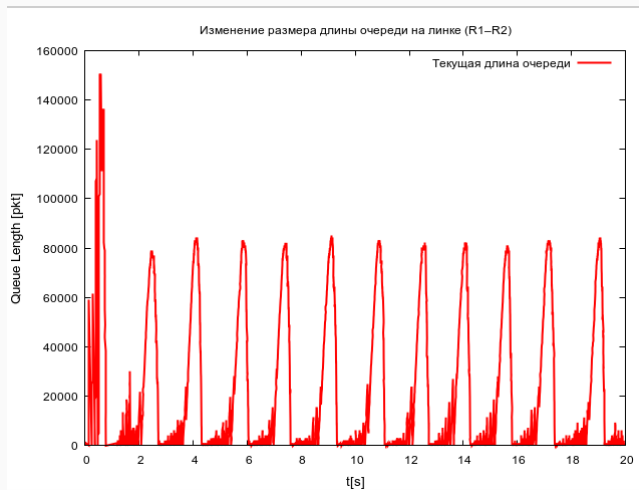


Рис. 8: Изменение размера длины очереди на линке (R1-R2) при N=30

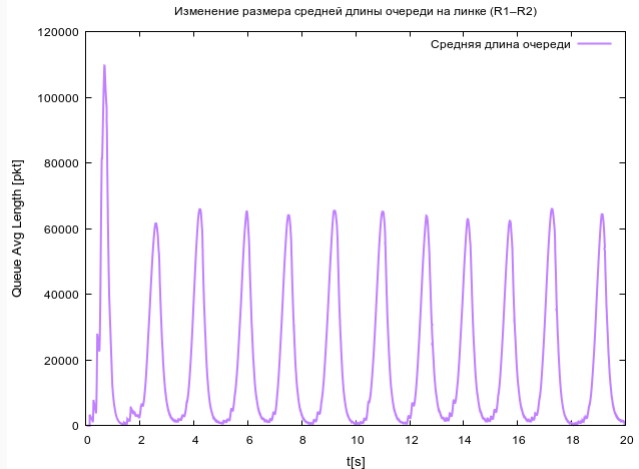


Рис. 9: Изменение размера средней длины очереди на линке (R1-R2) при N=30

В результате выполнения данной лабораторной работы была разработана имитационная модель в пакете NS-2, построены графики изменения размера окна TCP, изменения длины очереди и средней длины очереди.

Королькова А.В., Кулябов Д.С. Моделирование информационных процессов.