

# Лабораторная работа №4

Задание для самостоятельного выполнения

---

Беличева Д. М.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Беличева Дарья Михайловна
- студентка
- Российский университет дружбы народов
- 1032216453@pfur.ru
- <https://dmbelicheva.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

Agent/TCP set window_ 32
Agent/TCP set pktSize_ 500
```



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

## Выполнение лабораторной работы

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

```
exec touch temp.a temp.q
```

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

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

```
exec xgraph -fg pink -bg purple -bb -tk -x time -t "TCP Reno CWND" WindowVsTimeReno
```

```
exec xgraph -fg pink -bg purple -bb -tk -x time -t "TCP Reno CWND" WindowVsTimeReno
```

```
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"
}
```

## Выполнение лабораторной работы

```
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) $r2 100Mb 20ms DropTail
    set tcp($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]
```

```
set windowVsTimeAll [open WindowVsTimeRenoAll w]
```

```
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
```

```
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
```

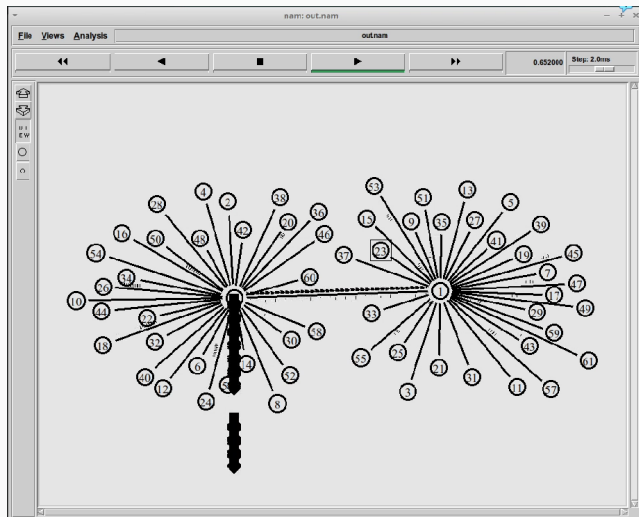


Рис. 1: Схема моделируемой сети при  $N=30$

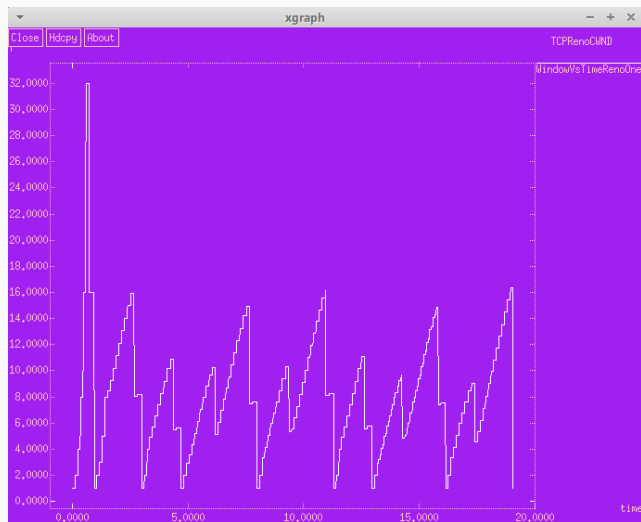


Рис. 2: Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника при N=30



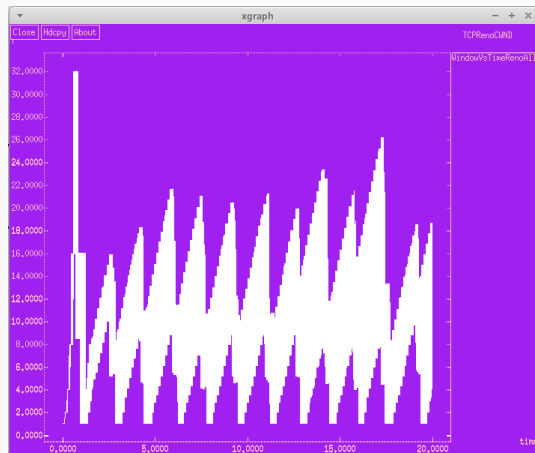


Рис. 3: Изменение размера окна TCP на всех источниках при N=30

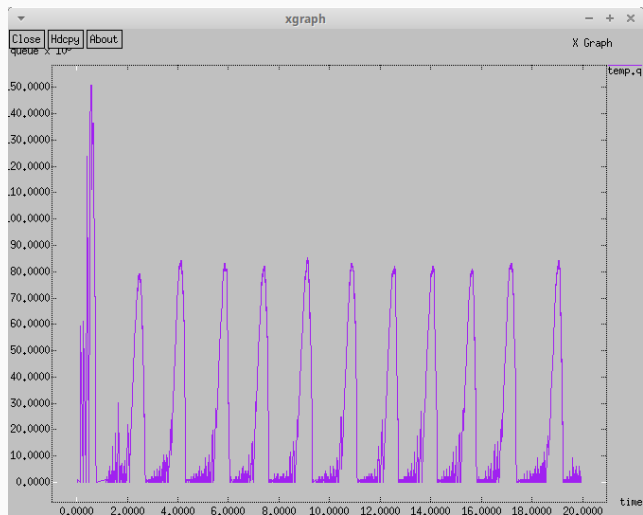


Рис. 4: Изменение размера длины очереди на линке (R1-R2) при N=30

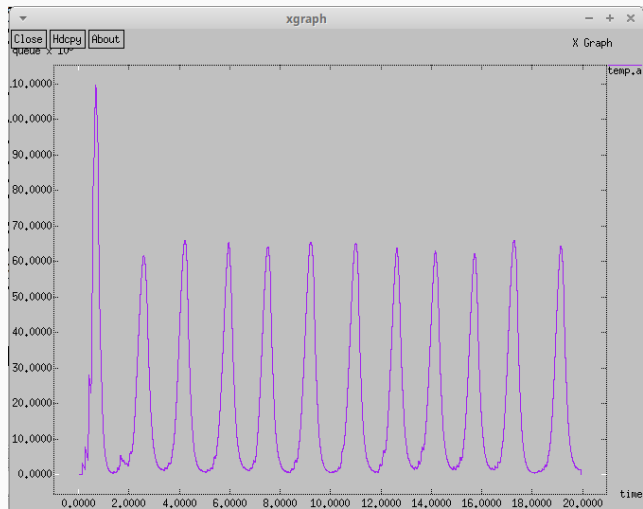


Рис. 5: Изменение размера средней длины очереди на линке (R1-R2) при N=30

```
#!/usr/bin/gnuplot -persist  
# задаём текстовую кодировку,  
# тип терминала, тип и размер шрифта  
  
set encoding utf8  
set term pngcairo font "Helvetica,9"
```

## 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"
```

```
# задаём выходной файл графика
```

```
set out 'window_2.png'
```

```
# задаём название графика
```

```
set title "Изменение размера окна TCP на всех N источниках при N=30"
```

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

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

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

## Выполнение лабораторной работы

```
# задаём выходной файл графика
```

```
set out 'queue.png'
```

```
# задаём название графика
```

```
set title "Изменение размера длины очереди на линке (R1-R2)"
```

```
# подписи осей графика
```

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

```
set ylabel "Queue Length [pkt]" font "Helvetica, 10"
```

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

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

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

## Выполнение лабораторной работы

```
# задаём выходной файл графика
```

```
set out 'av_queue.png'
```

```
# задаём название графика
```

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

```
# подписи осей графика
```

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

```
set ylabel "Queue Avg Length [pkt]" font "Helvetica, 10"
```

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

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

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



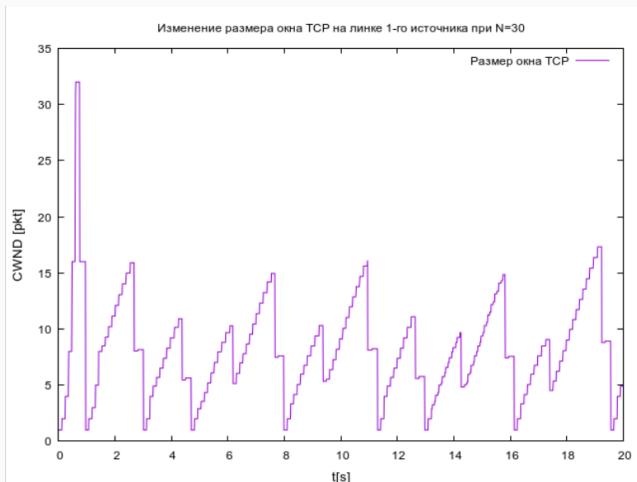


Рис. 6: Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника при N=30

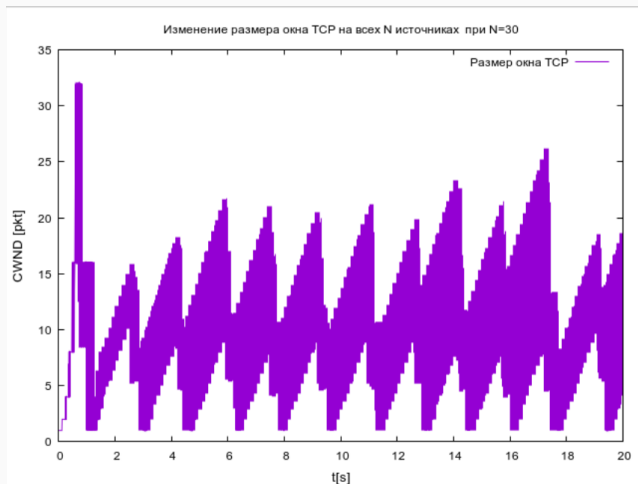


Рис. 7: Изменение размера окна TCP на всех источниках при N=30

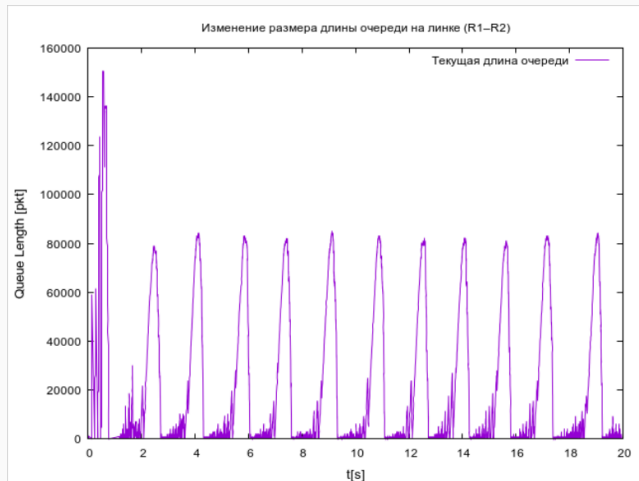


Рис. 8: Изменение размера длины очереди на линке (R1-R2) при N=30

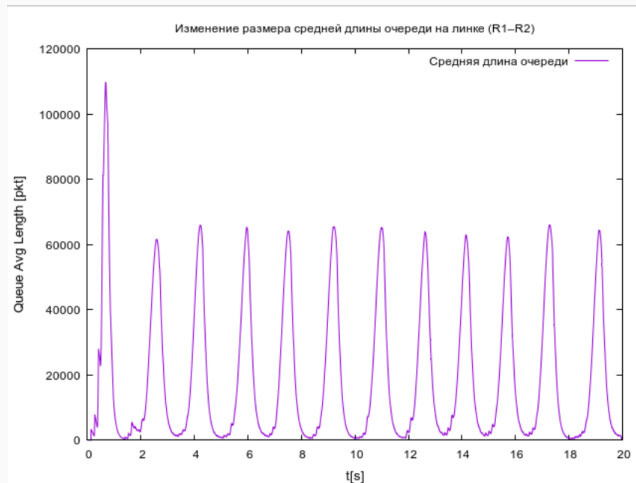


Рис. 9: Изменение размера средней длины очереди на линке (R1-R2) при N=30

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.