

# Лабораторная работа №4

Задание для самостоятельного выполнения

---

Городянский Федор Николаевич

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Городянский Федор Николаевич
- студент
- Российский университет дружбы народов
- 1132226456pfur.ru
- <https://Fedass.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:  $q_m^{in} = 75$ ,  $q_m^{ax} = 150$ ,  $q_w = 0,002$ ,  $p_m^{ax} = 0.1$ ;
- 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
```



## Выполнение лабораторной работы

```
# 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
```

```
set f [open temp.q w]  
puts $f  
close $f
```

```
set f [open temp.a w]  
puts $f  
close $f
```

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

```
exec xgraph -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowVsTimeReño
```

```
# 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 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) TCPSink1 $
```

## Выполнение лабораторной работы

```
# Мониторинг размера окна TCP:
set windowVsTimeOne [open WindowVsTimeRenoOne w]
puts $windowVsTimeOne
set windowVsTimeAll [open WindowVsTimeRenoAll w]
puts $windowVsTimeAll

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_w 0.002
```

## Выполнение лабораторной работы

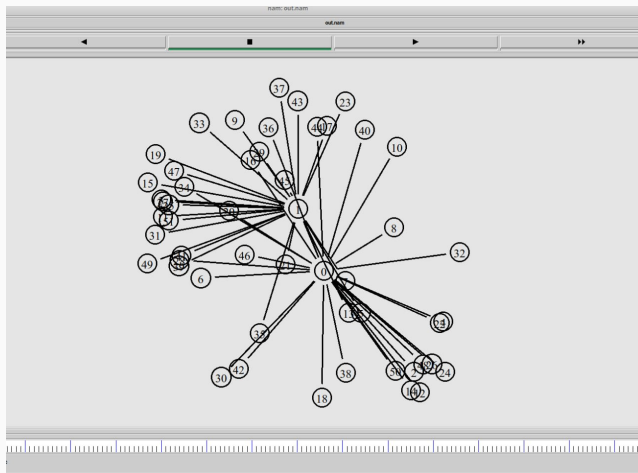
```
for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {  
    $ns at 0.0 "$ftp($i) start"  
    $ns at 0.0 "plotWindow $tcp($i) $windowVsTimeAll"  
}
```

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

```
$ns at 20 "finish"
```

```
# запуск модели
```

```
$ns run
```



**Рис. 1:** Схема моделируемой сети при  $N=25$

## Выполнение лабораторной работы

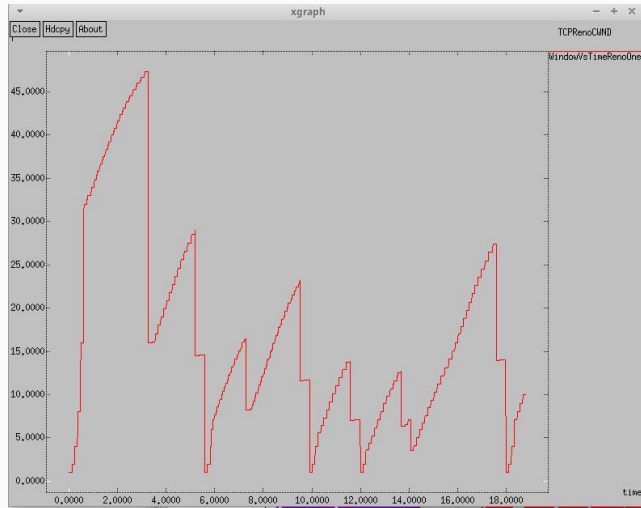
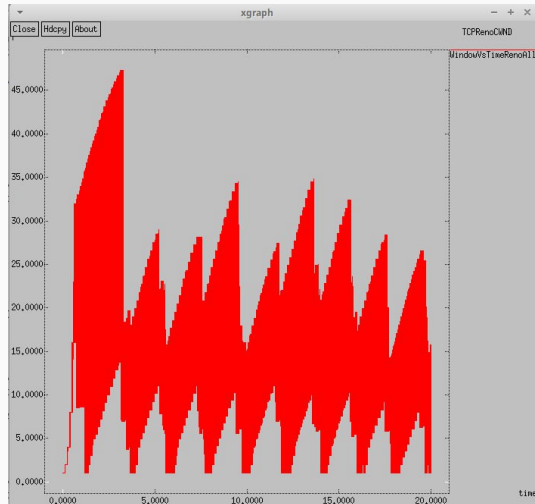


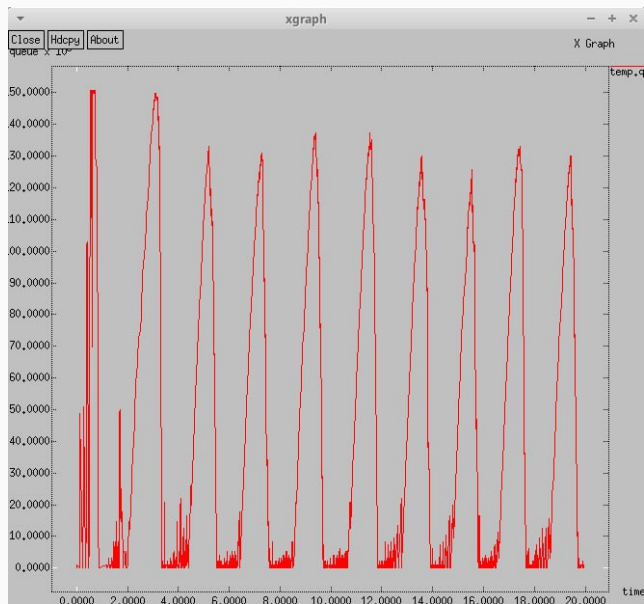
Рис. 2: Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника при  $N=25$



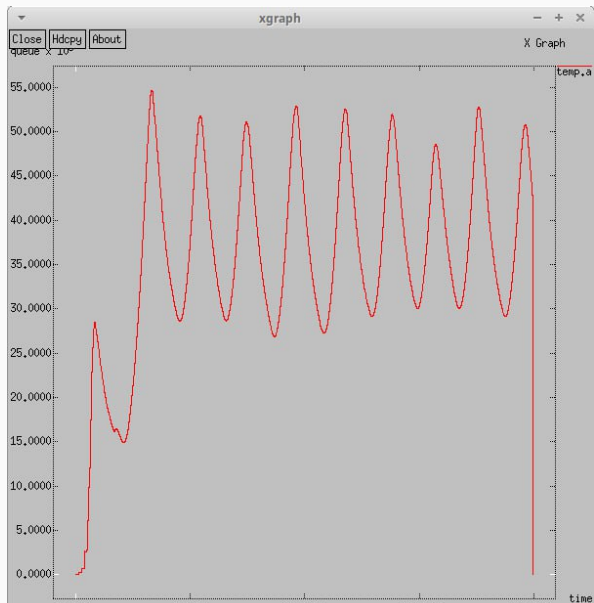


**Рис. 3:** Изменение размера окна TCP на всех источниках при  $N=25$

# Выполнение лабораторной работы



# Выполнение лабораторной работы



```
#!/usr/bin/gnuplot -persist  
  
# задаём текстовую кодировку,  
# тип терминала, тип и размер шрифта  
set encoding utf8  
set term pngcairo font "Arial,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=25"
```

```
# задаём стиль линии  
set style line 2
```

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

```
# задаём выходной файл графика  
set out 'window_2.png'
```

```
# задаём название графика  
set title " Изменение размера окна TCP на линке N источников при  
  
plot "WindowVsTimeRenoAll" using ($1):($2) with lines title "Pa
```

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

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

## Выполнение лабораторной работы

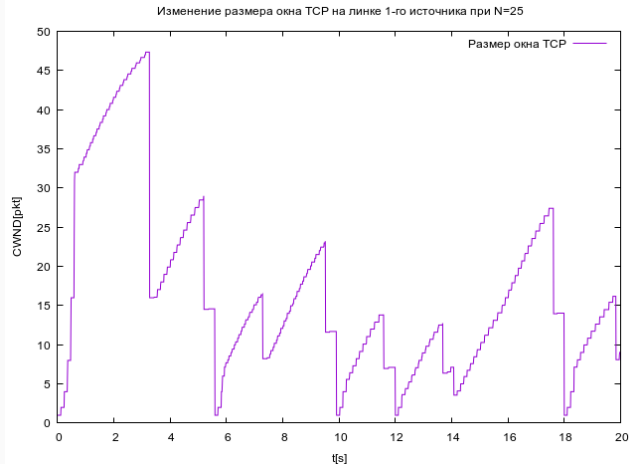
```
# задаём выходной файл графика  
set out 'av_queue.png'
```

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

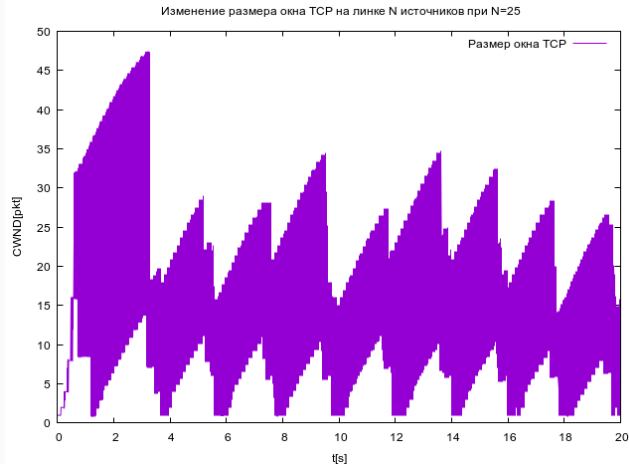
```
# подписи осей графика  
set xlabel "t[s]"  
set ylabel "Queue Avg Length [pkt]"
```

```
plot "temp.a" using ($1):($2) with lines title "Текущая средняя
```

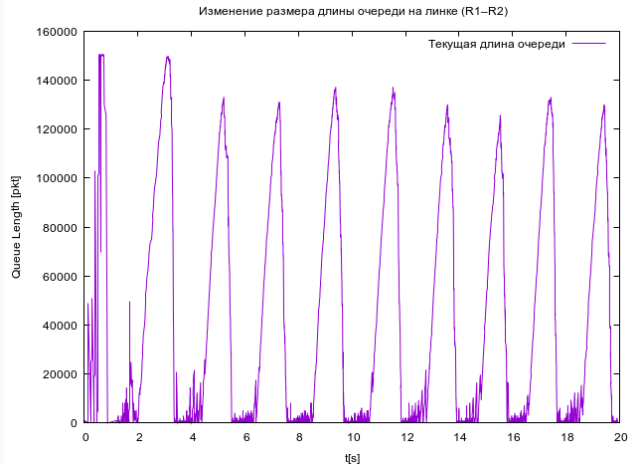




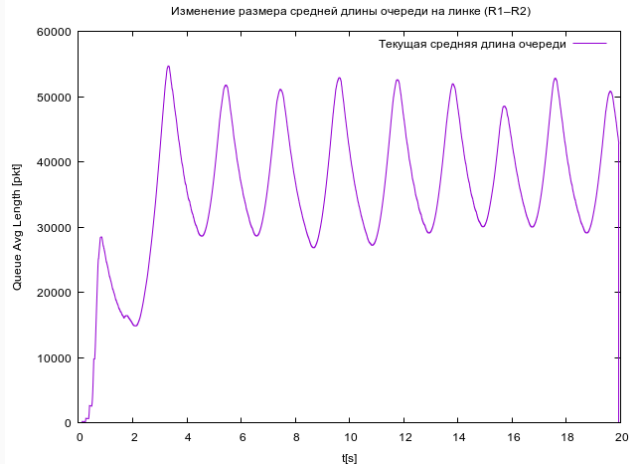
**Рис. 6:** Изменение размера окна TCP на линии 1-го источника при N=25



**Рис. 7:** Изменение размера окна TCP на всех источниках при N=25



**Рис. 8:** Изменение размера длины очереди на линке (R1-R2) при N=25



**Рис. 9:** Изменение размера средней длины очереди на линке (R1-R2) при N=25

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.