

# Лабораторная работа №4

Задание для самостоятельного выполнения

---

Дворкина Е. В.

25 февраля 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

- Дворкина Ева Владимировна
- студентка
- группа НФИбд-01-22
- Российский университет дружбы народов
- 1132226447@rudn.ru
- <https://github.com/evdvorkina>



Цель данной лабораторной работы - 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.

## Выполнение лабораторной работы

---

## 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.

```
# создание объекта Simulator
set ns [new Simulator]
# открытие на запись файла out.nam для визуализатора nam
set nf [open out.nam w]
$ns namtrace-all $nf
# открытие на запись файла трассировки out.tr
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
```

```
# 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"
}

#Здесь cwnd_ – текущее значение окна перегрузки.
```

```
proc finish {} {  
    # описание глобальных переменных  
    global ns f nf tchan_  
    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
# выполнение кода AWK
    exec awk $awkCode all.q
    # прекращение трассировки
    $ns flush-trace
# закрытие файлов трассировки
# закрытие файлов трассировки nam
    close $f
    close $nf
```

```
# запуск nam в фоновом режиме
# Запуск xgraph с графиками окна TCP и очереди:
    exec xgraph -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowVsTimeRenoOne &
    exec xgraph -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
}
```

```
set node_(r1) [$ns node]
set node_(r2) [$ns node]
# Соединения:
$ns simplex-link $node_(r1) $node_(r2) 20Mb 15ms RED
$ns simplex-link $node_(r2) $node_(r1) 15Mb 20ms DropTail
$ns queue-limit $node_(r1) $node_(r2) 300
```

```
set N 30
for {set i 0} {$i < $N} {incr i} {
    set node_(s$i) [$ns node]
    set node_(f$i) [$ns node]
    $ns duplex-link $node_(s$i) $node_(r1) 100Mb 20ms DropTail
    $ns duplex-link $node_(f$i) $node_(r2) 100Mb 20ms DropTail
    set tcp($i) [$ns create-connection TCP/Reno $node_(s$i) TCPSink $node_(f$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 $node_(r1) $node_(r2) [open qm.out w] 0.1];
[$ns link $node_(r1) $node_(r2)] queue-sample-timeout;
```



```
set redq [[ $\$ns$  link  $\$node\_r1$ )  $\$node\_r2$ )] 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_
```

#Здесь curq\_ – текущий размер очереди, ave\_ – средний размер очереди.

```
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(0) $windowVsTimeOne"  
$ns at 30.0 "finish"  
# запуск модели  
$ns run
```

## Результат в визуализаторе nam

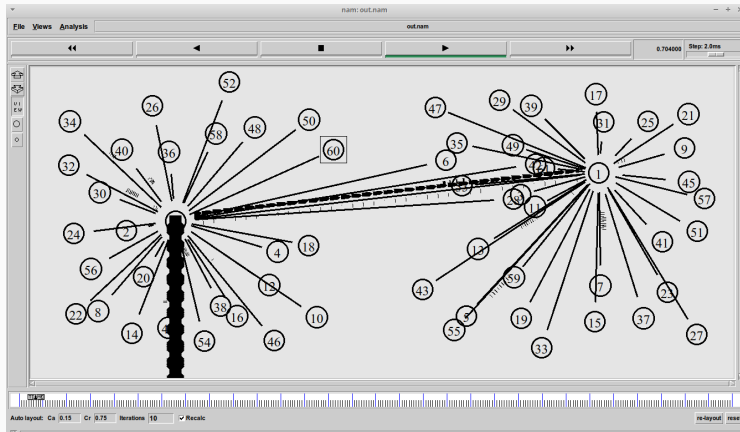
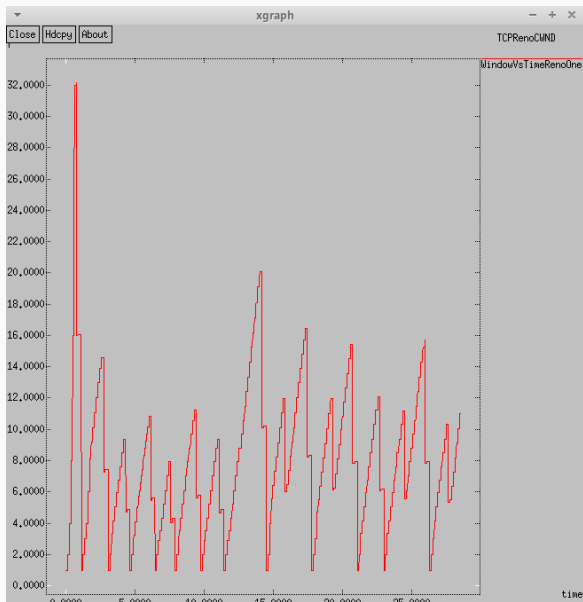
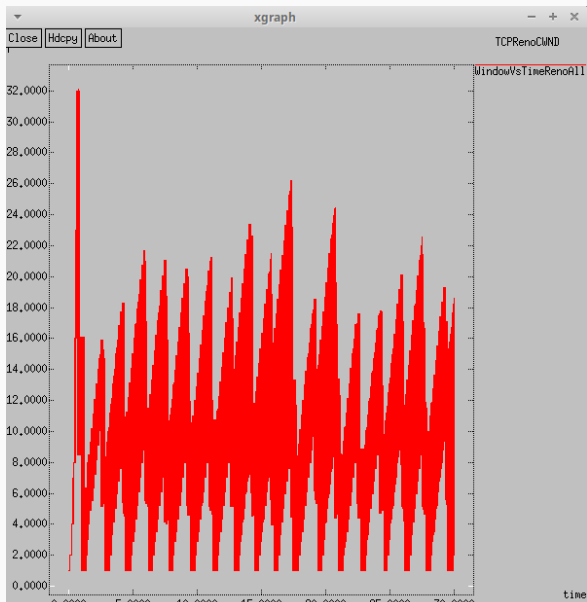


Рис. 1: Схема моделируемой сети при N=30

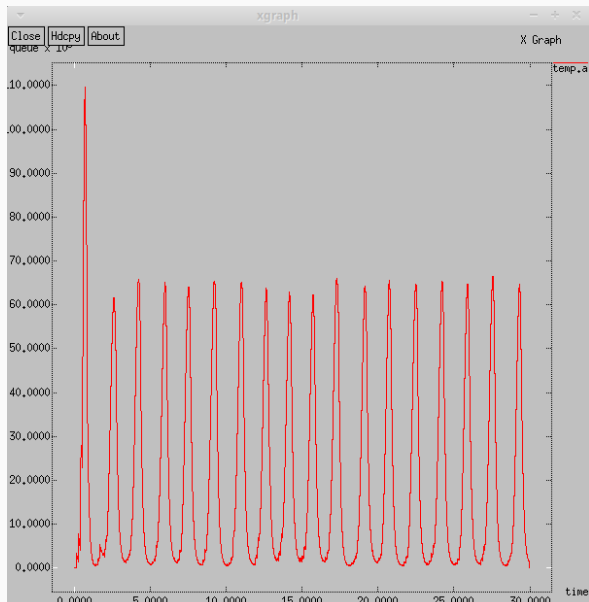
## График XGraph. Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника



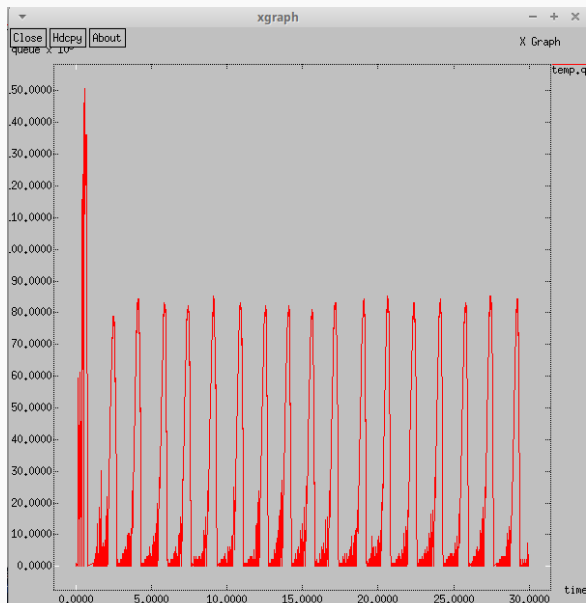
## График XGraph. Изменение размера окна TCP на всех источниках



## График XGraph. Изменение размера средней длины очереди



## График XGraph. Изменение размера длины очереди



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



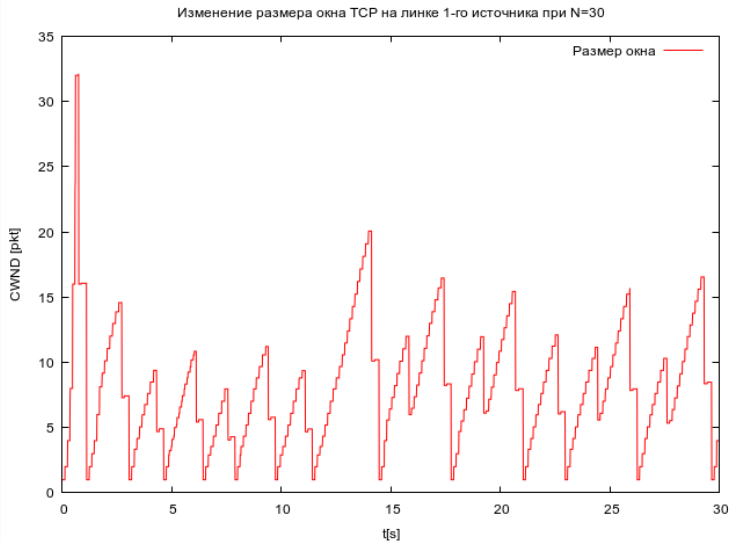
```
# задаём выходной файл графика
set out 'windowOne.png'
set title "Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника при N=30"
set xlabel "t[s]" font 'Helvetica'
set ylabel "CWND [pkt]" font 'Helvetica'
plot "WindowVsTimeRenoOne" using ($1):($2) with lines linetype rgb "red" titl
```

```
set out 'windowAll.png'
set title " Изменение размера окна TCP на всех источниках при N=30"
set xlabel "t[s]" font 'Helvetica'
set ylabel "CWND [pkt]" font 'Helvetica'
plot "WindowVsTimeRenoAll" using ($1):($2) with lines linetype rgb "red" titl
```

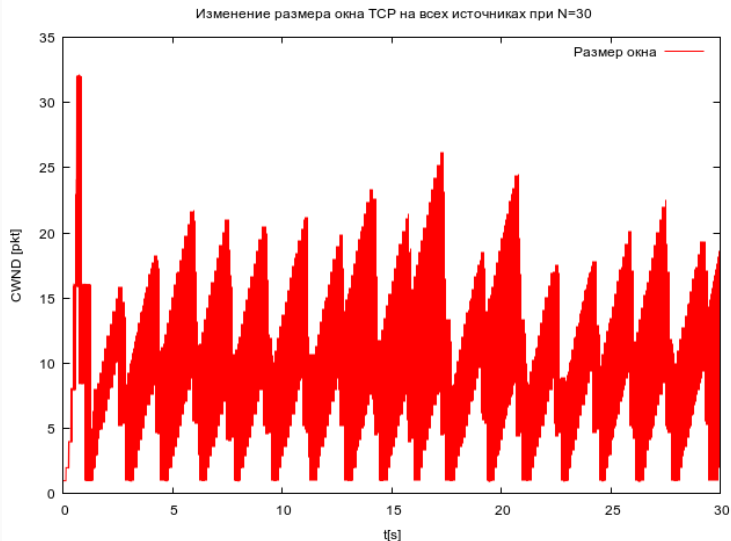
```
set out 'queue.png'
set title "Изменение размера длины очереди на линке (R1-R2)"
set xlabel "t[s]" font 'Helvetica'
set ylabel "Queue Lenght [pkt]" font 'Helvetica'
plot "temp.q" using ($1):($2) with lines linetype rgb "red" title "Размер оче
```

```
set out 'average_queue.png'
set title "Изменение размера средней длины очереди на линке (R1-R2)"
set xlabel "t[s]" font 'Helvetica'
set ylabel "Queue Avg Length [pkt]" font 'Helvetica'
plot "temp.a" using ($1):($2) with lines linetype rgb "red" title "Средний па
```

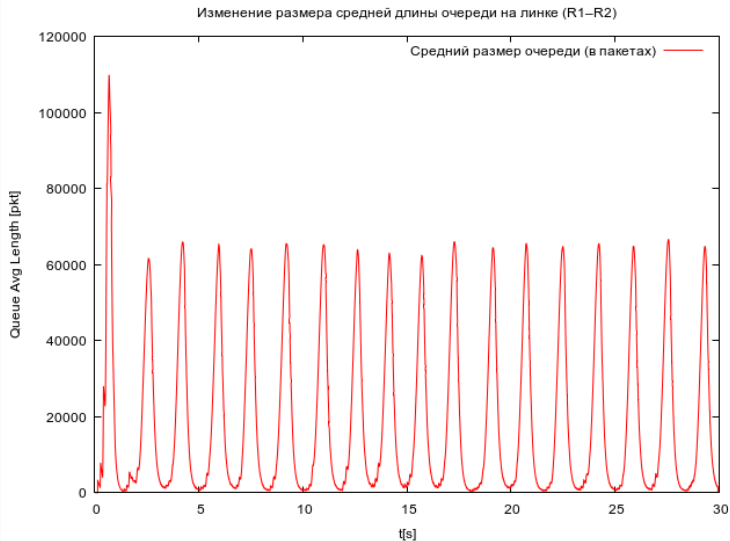
## График GNUPlot. Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника



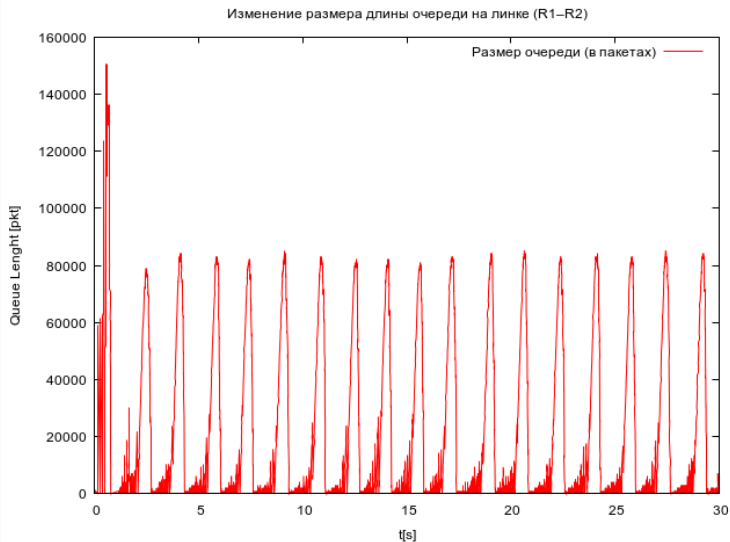
## График GNUPlot. Изменение размера окна TCP на всех источниках



## График GNUPlot. Изменение размера средней длины очереди



## График GNUPlot. Изменение размера длины очереди





При выполнении данной лабораторной работы я выполнила задание для индивидуального выполнения.

Спасибо за внимание

---