

# Лабораторная работа №4

Задание для самостоятельного выполнения

---

Астраханцева А. А.

28 февраля 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Астраханцева Анастасия Александровна
- НФИбд-01-22, 1132226437
- Российский университет дружбы народов
- 1132226437@pfur.ru
- <https://github.com/aaastrakhantseva>



## Вводная часть

---

Закрепление навыков моделирования сетей с помощью средства имитационного моделирования NS-2, а также построения графиков с помощью GNUplot.

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 ЛР

---

- 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]

# 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
```

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

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

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

```
#set f [open temp.q w]
```

```
#close $f
```

```
#set f [open temp.a w]
```

```
#close $f
```

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

```
# Запуск xgraph с графиками окна TCP и очереди:
# Изменение размера окна на одном источнике
exec xgraph -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowSizeOne &
# Изменение размера окна на всех источниках
exec xgraph -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowSizeAll &
# Изменение длины очереди на первом маршрутизаторе источниках
exec xgraph -bb -tk -x time -y queue temp.q &
# Изменение средней длины очереди на первом маршрутизаторе источниках
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 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 windowSizeOne [open WindowSizeOne w]
```

```
set windowSizeAll [open WindowSizeAll 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
```

```
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) $windowSizeAll"
```

```
}
```

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

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

```
$ns at 25.0 "finish"
```

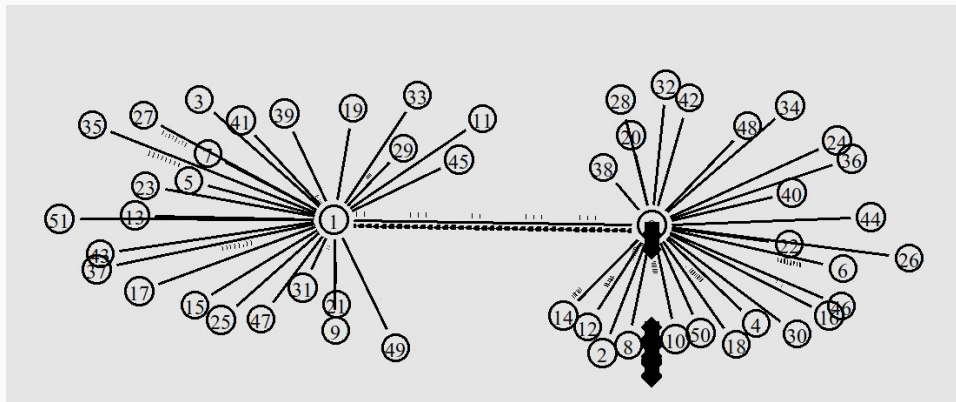


Рис. 1: Модель описываемой сети

## Графики изменения размера окна

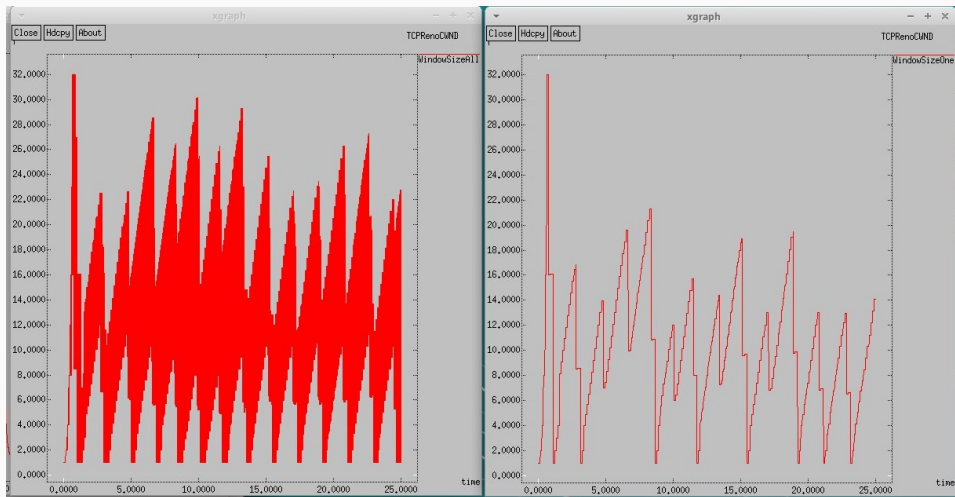


Рис. 2: Графики изменения размера окна

## Графики изменения размера длины очереди на линке (R1-R2)

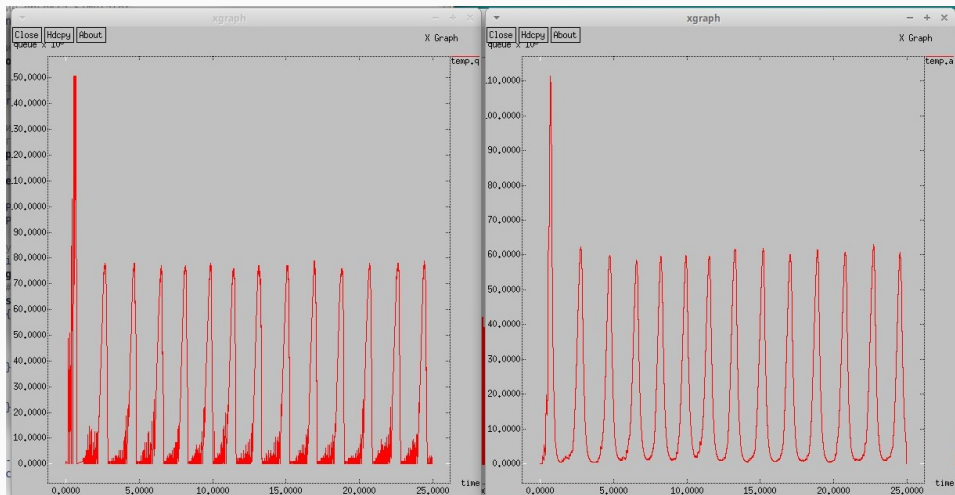


Рис. 3: Графики изменения размера длины очереди

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

## Скрипт для построения графиков в GNUplot

```
# задаём выходной файл графика
set out 'window_one.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]" font "Helvetica, 10"
set ylabel "CWND [pkt]" font "Helvetica, 10"

# построение графика, используя значения
# 1-го и 2-го столбцов файла WindowSizeOne
plot "WindowSizeOne" using ($1):($2) with lines title "Размер окна TCP"
```

```
# задаём выходной файл графика
set out 'window_all.pdf'

# задаём название графика
set title "Изменение размера окна TCP на всех источниках при N=25"

# построение графика, используя значения
# 1-го и 2-го столбцов файла WindowSizeAll
plot "WindowSizeAll" using ($1):($2) with lines title "Размер окна TCP"
```



```
# задаём выходной файл графика
set out 'queue.pdf'

# 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"
```

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

# 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"
```

## Графики изменения размера окна в GNUplot

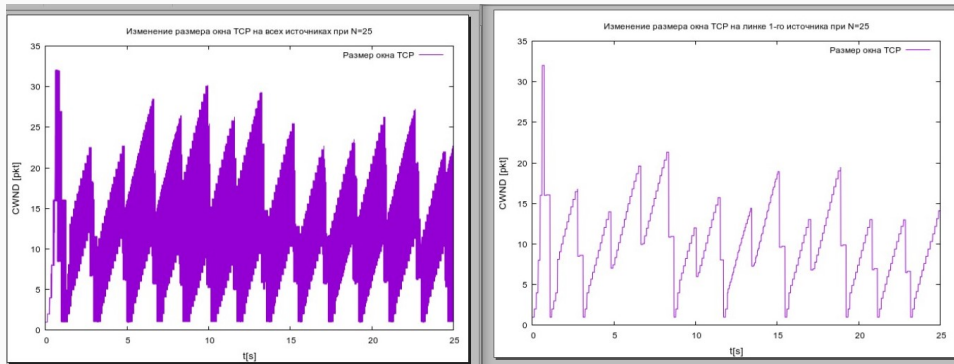


Рис. 4: Графики изменения размера окна в GNUplot

## Графики изменения размера длины очереди на линке (R1-R2) в GNUplot

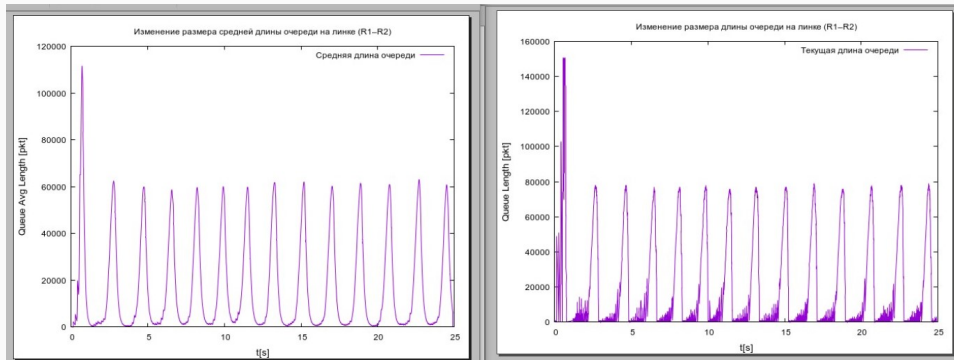


Рис. 5: Графики изменения размера длины очереди в GNUplot

В ходе выполнения лабораторной работы я закрепила навыки моделирования сетей с помощью средства имитационного моделирования NS-2, а также построения графиков с помощью GNUplot.

Спасибо за внимание!

---