

# Лабораторная работа №4

Задание для самостоятельного выполнения

---

Ендонова А.В.

11 апреля 2025 г.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Ендонова Арюна Валерьевна
- студентка
- Российский университет дружбы народов
- 1132221888@pfur.ru
- <https://github.com/aryunae>



## Цель работы

---

Выполнить задание для самостоятельного выполнения.

## Задание

---

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 TCPReno;
- 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
$ns trace-all $f
```

Agent/TCP set window\_ 32

Agent/TCP set pktSize\_ 500

## 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
```

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

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

```
exec xgraph -fg pink -bg purple -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowVsTime
```

```
exec xgraph -fg pink -bg purple -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
```

```
}
```

## Выполнение лабораторной работы

---

```
# 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]
```

## Выполнение лабораторной работы

```
# 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
```

## 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"

# at-событие для планировщика событий, которое запускает
# процедуру finish через 20s после начала моделирования
$ns at 20.0 "finish"
# запуск модели
$ns run
```

# Выполнение лабораторной работы

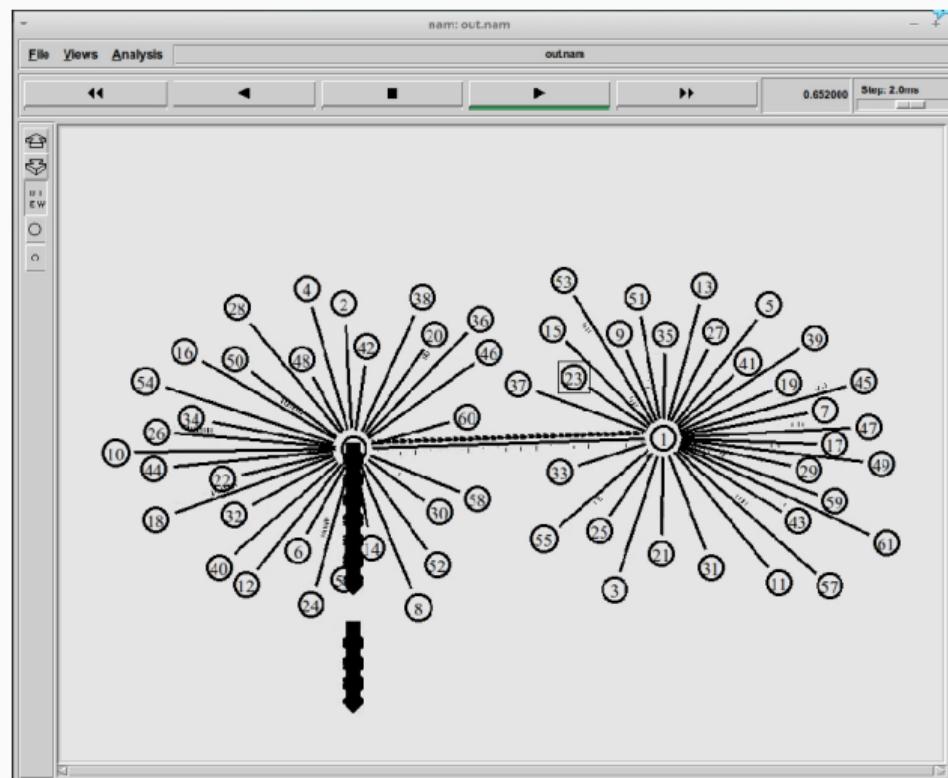


Рис. 1: Схема моделируемой сети при  $N=30$

# Выполнение лабораторной работы

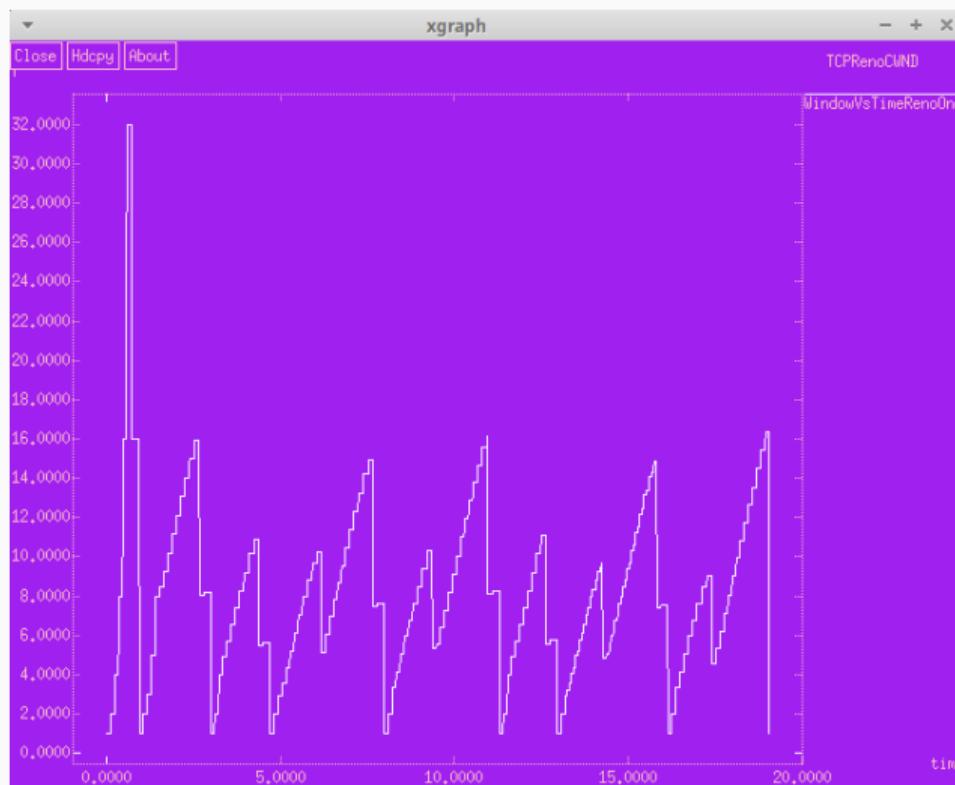


Рис. 2: Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника при N=30

# Выполнение лабораторной работы

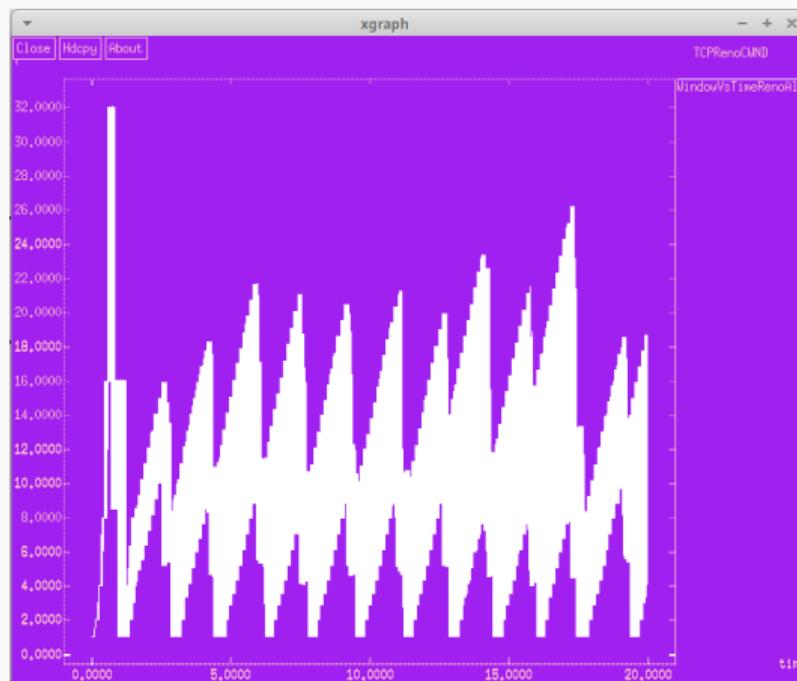


Рис. 3: Изменение размера окна TCP на всех источниках при N=30

# Выполнение лабораторной работы

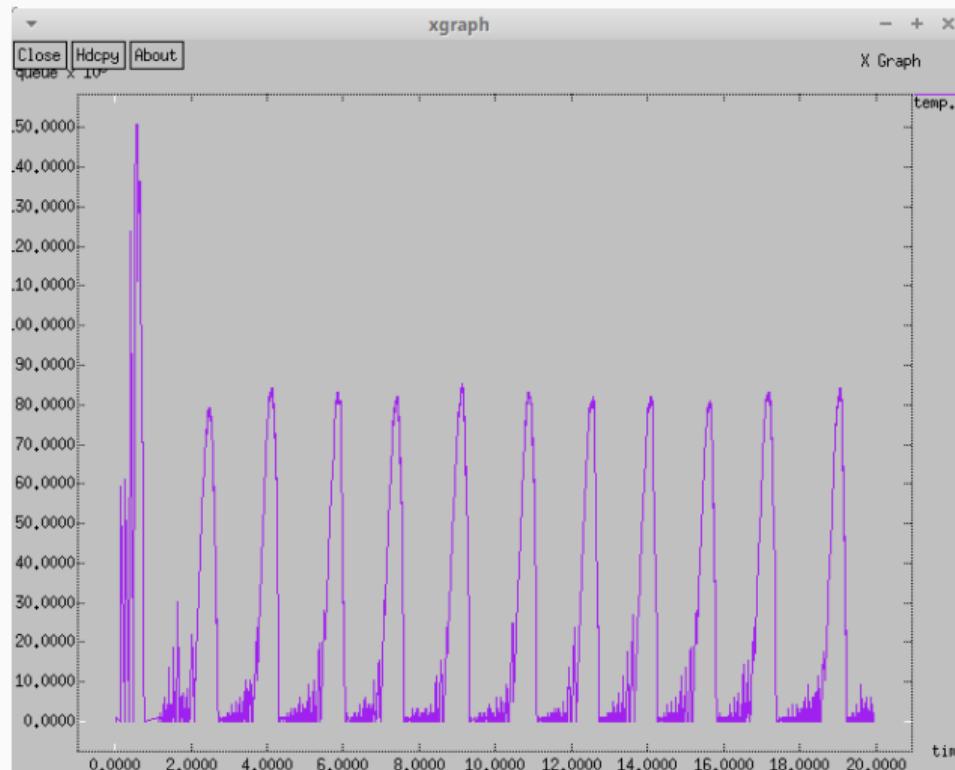


Рис. 4: Изменение размера длины очереди на линке (R1–R2) при N=30

# Выполнение лабораторной работы

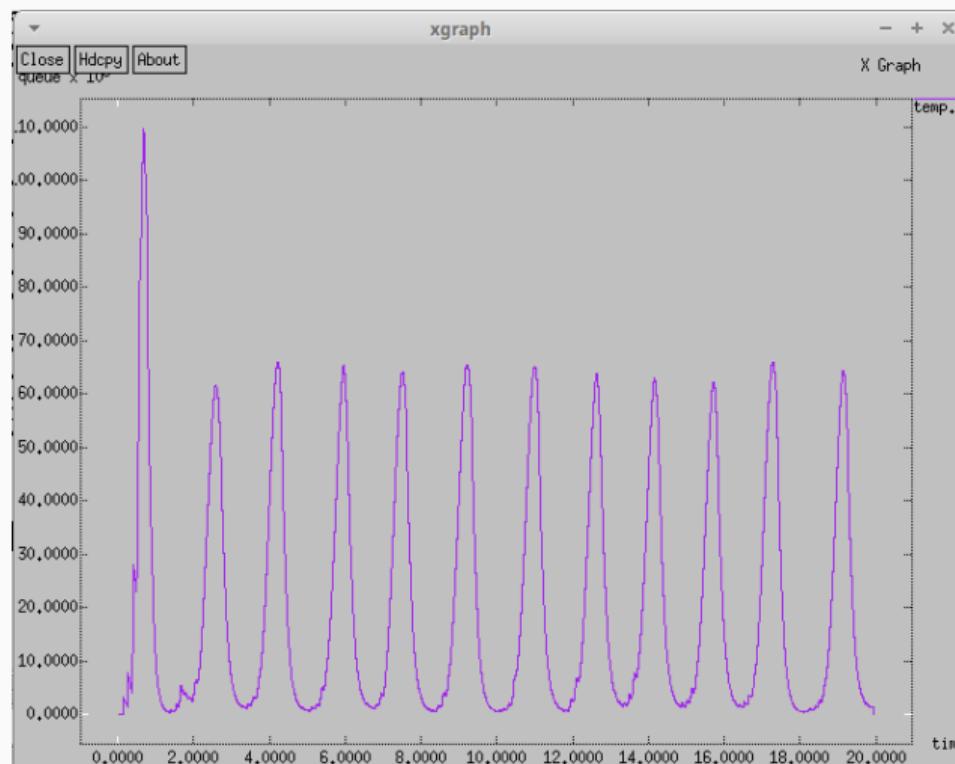


Рис. 5: Изменение размера средней длины очереди на линке (R1-R2) при N=30

## Выполнение лабораторной работы

---

```
#!/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"
```

## Выполнение лабораторной работы

---

```
# 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"
```

# Выполнение лабораторной работы

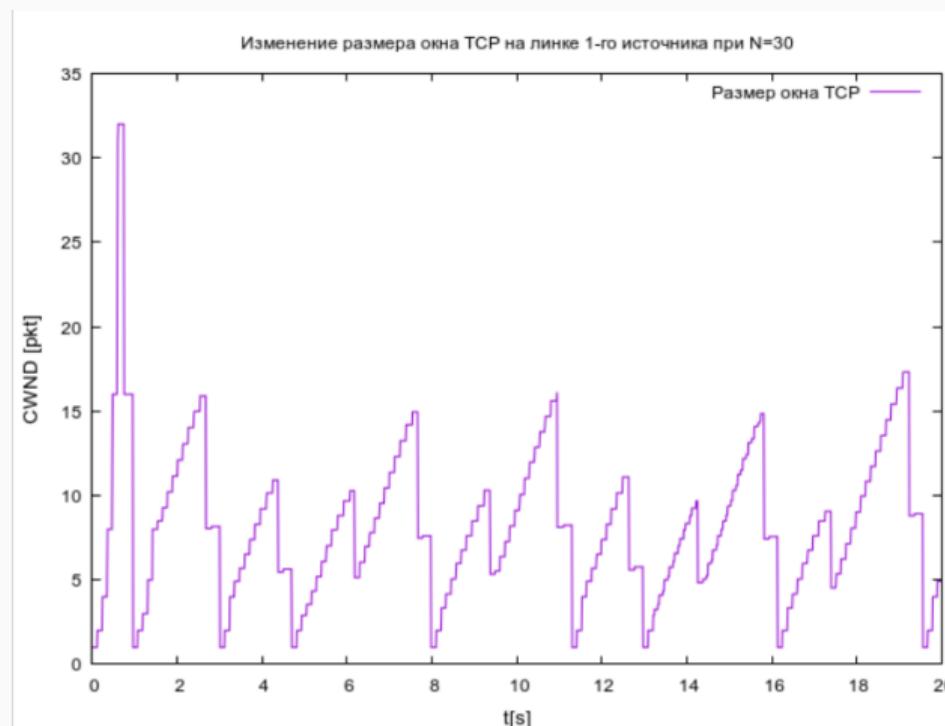


Рис. 6: Изменение размера окна TCP на линке 1-го источника при N=30

# Выполнение лабораторной работы

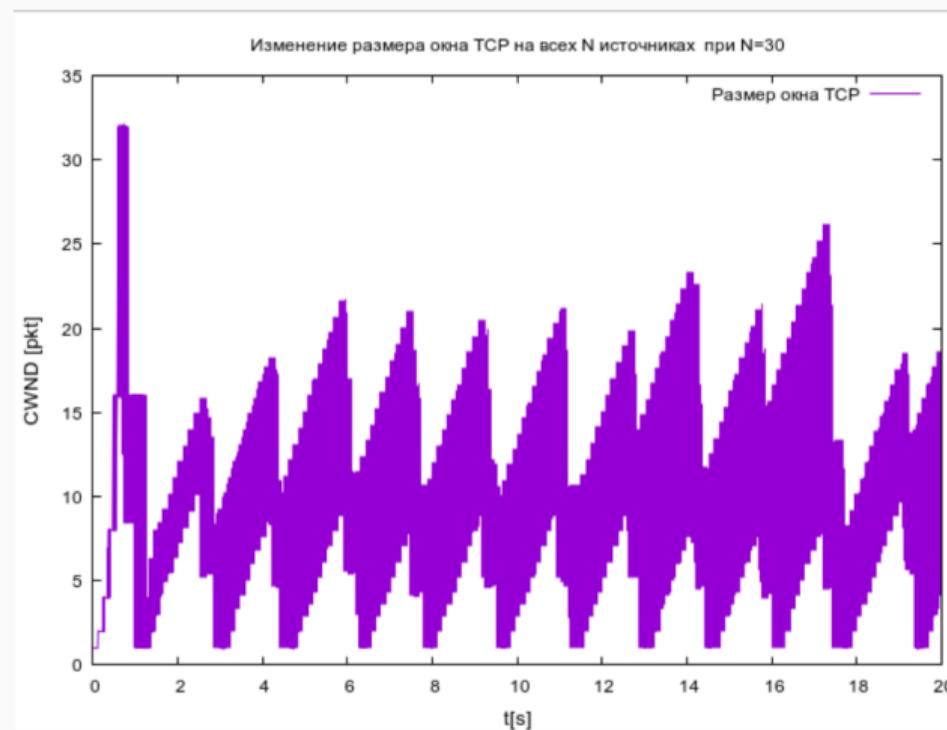


Рис. 7: Изменение размера окна TCP на всех источниках при N=30

# Выполнение лабораторной работы

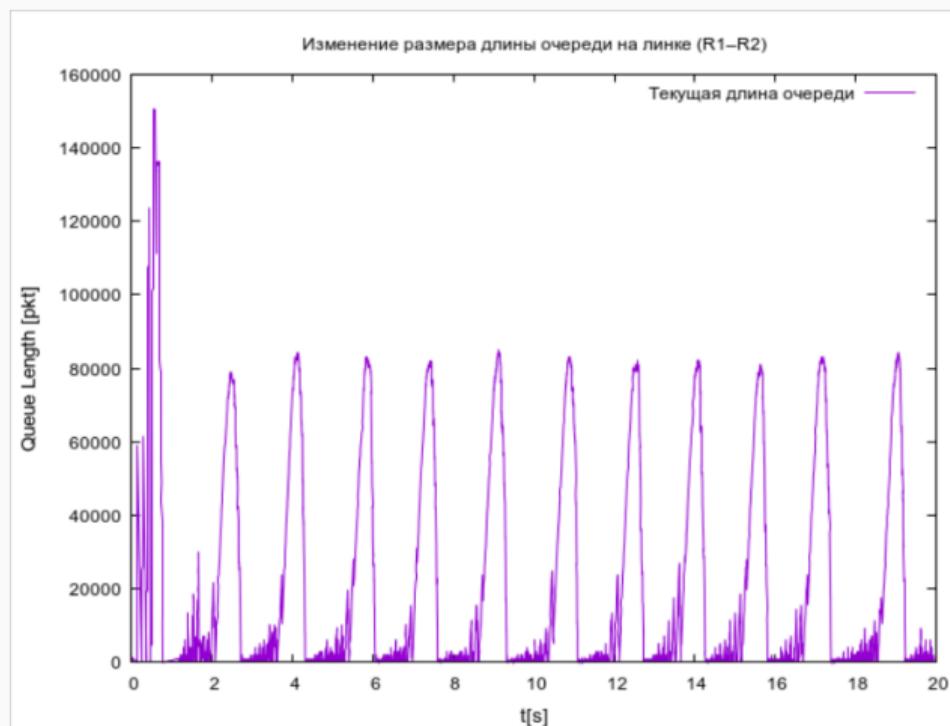


Рис. 8: Изменение размера длины очереди на линке (R1–R2) при N=30

# Выполнение лабораторной работы

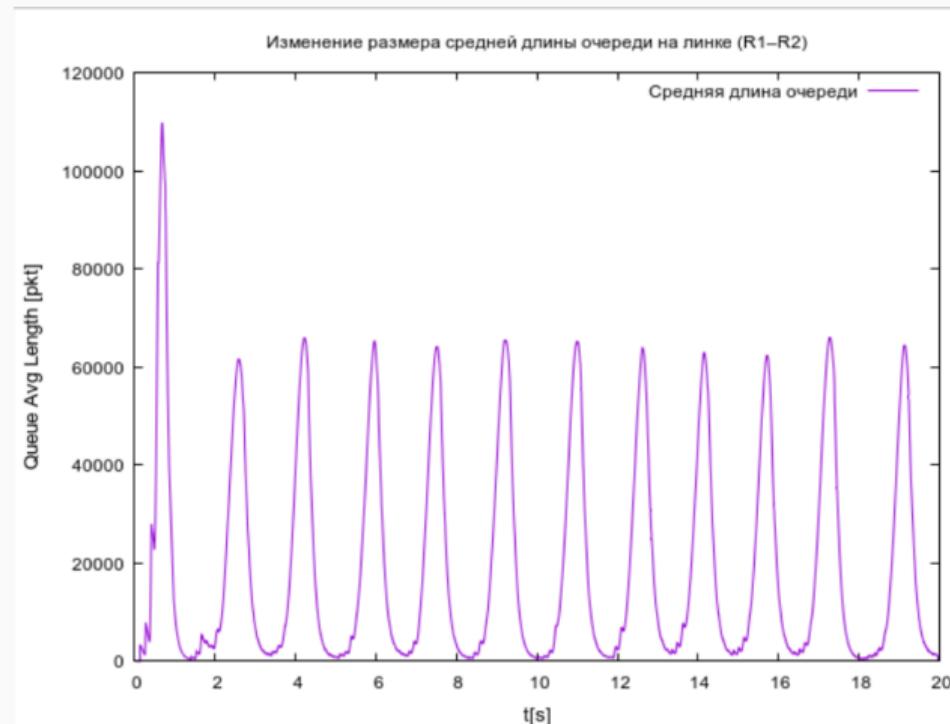


Рис. 9: Изменение размера средней длины очереди на линке (R1–R2) при N=30

## Выводы

---

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.