

Лабораторная работа №2

Исследование протокола TCP и алгоритма управления очередью RED

Ендонова Арюна Валерьевна

Содержание

Цель работы	4
Задание	5
Выполнение лабораторной работы	6
Изменение протокола ТСР	11
Изменение отображения окон с графиками	15
Выводы	19
Список литературы	20

Список иллюстраций

1	График динамики размера окна TCP	10
2	График динамики длины очереди и средней длины очереди	11
3	График динамики размера окна TCP. Тип NewReno	12
4	График динамики длины очереди и средней длины очереди. Тип NewReno	13
5	График динамики размера окна TCP. Тип Vegas	14
6	График динамики длины очереди и средней длины очереди. Тип Vegas .	15
7	График динамики размера окна TCP с изменением отображения	17
8	График динамики длины очереди и средней длины очереди с изменением отображения	18

Цель работы

Исследовать протокол TCP и алгоритм управления очередью RED.

Задание

1. Выполнить пример с дисциплиной RED;
2. Изменить в модели на узле s1 тип протокола TCP с Reno на NewReno, затем на Vegas. Сравнить и пояснить результаты;
3. Внести изменения при отображении окон с графиками (изменить цвет фона, цвет траекторий, подписи к осям, подпись траектории в легенде).

Выполнение лабораторной работы

Выполним построение сети в соответствии с описанием:

- сеть состоит из 6 узлов;
- между всеми узлами установлено дуплексное соединение с различными пропускной способностью и задержкой 10 мс;
- узел r1 использует очередь с дисциплиной RED для накопления пакетов, максимальный размер которой составляет 25;
- TCP-источники на узлах s1 и s2 подключаются к TCP-приёмнику на узле s3;
- генераторы трафика FTP прикреплены к TCP-агентам.

Теперь разработаем сценарий, реализующий модель согласно описанию, чтобы построить в Xgraph график изменения TCP-окна, график изменения длины очереди и средней длины очереди.

```
# 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

# 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";
        }
    }
    set f [open temp.queue w]
    puts $f "TitleText: red"
    puts $f "Device: Postscript"
    if { [info exists tchan_] } {
        close $tchan_
    }
    exec rm -f temp.q temp.a
    exec touch temp.a temp.q
    exec awk $awkCode all.q
    puts $f "\"queue

```

```

exec cat temp.q >@ $f
puts $f \n\ave_queue
exec cat temp.a >@ $f
close $f

# Запуск xgraph с графиками окна TCP и очереди:
exec xgraph -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowVsTimeReno &
exec xgraph -bb -tk -x time -y queue temp.queue &
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"
}

```

Узлы сети:

```

set N 5
for {set i 1} {$i < $N} {incr i} {
    set node_(s$i) [$ns node]
}

```

```

set node_(r1) [$ns node]

```

```

set node_(r2) [$ns node]

```

Соединения:

```

$ns duplex-link $node_(s1) $node_(r1) 10Mb 2ms DropTail

```



```

$ns duplex-link $node_(s2) $node_(r1) 10Mb 3ms DropTail
$ns duplex-link $node_(r1) $node_(r2) 1.5Mb 20ms RED
$ns queue-limit $node_(r1) $node_(r2) 25
$ns queue-limit $node_(r2) $node_(r1) 25
$ns duplex-link $node_(s3) $node_(r2) 10Mb 4ms DropTail
$ns duplex-link $node_(s4) $node_(r2) 10Mb 5ms DropTail

# Агенты и приложения:
set tcp1 [$ns create-connection TCP/Reno $node_(s1) TCPSink $node_(s3) 0]
$tcp1 set window_ 15
set tcp2 [$ns create-connection TCP/Reno $node_(s2) TCPSink $node_(s3) 1]
$tcp2 set window_ 15
set ftp1 [$tcp1 attach-source FTP]
set ftp2 [$tcp2 attach-source FTP]

# Мониторинг размера окна TCP:
set windowVsTime [open WindowVsTimeReno w]
set qmon [$ns monitor-queue $node_(r1) $node_(r2) [open qm.out w] 0.1];
[$ns link $node_(r1) $node_(r2)] queue-sample-timeout;
# Мониторинг очереди:
set redq [[$ns link $node_(r1) $node_(r2)] queue]
set tchan_ [open all.q w]
$redq trace curq_
$redq trace ave_
$redq attach $tchan_

# Добавление at-событий:
$ns at 0.0 "$ftp1 start"

```

```
$ns at 1.1 "plotWindow $tcp1 $windowVsTime"
```

```
$ns at 3.0 "$ftp2 start"
```

```
$ns at 10 "finish"
```

```
# запуск модели
```

```
$ns run
```

После запуска кода получаем график изменения TCP-окна (рис. [-@fig:001]), а также график изменения длины очереди и средней длины очереди (рис. [-@fig:002]).

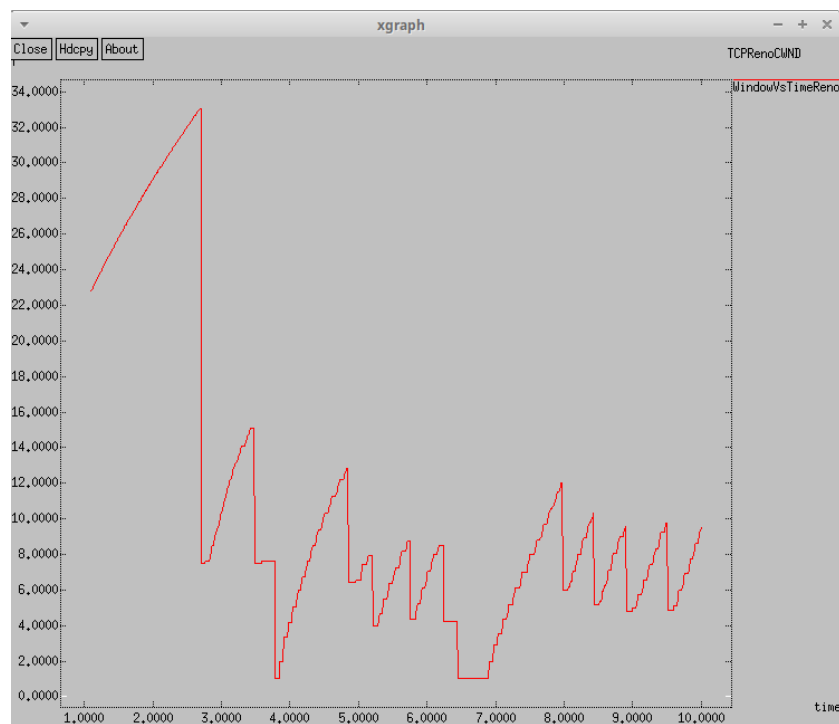


Рис. 1: График динамики размера окна TCP

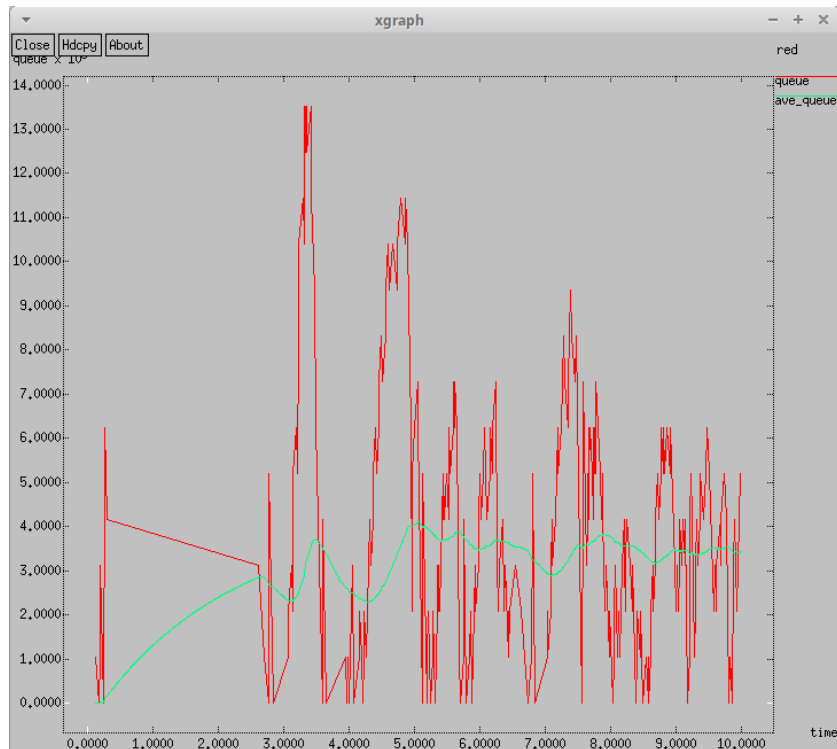


Рис. 2: График динамики длины очереди и средней длины очереди

По графику видно, что средняя длина очереди находится в диапазоне от 2 до 4. Максимальная длина достигает значения 14.

Изменение протокола TCP

Сначала требуется изменить тип Reno на NewReno. Для этого изменим код:

Агенты и приложения:

```
set tcp1 [$ns create-connection TCP/Newreno $node_(s1) TCPSink $node_(s3) 0]
$tcp1 set window_ 15
set tcp2 [$ns create-connection TCP/Reno $node_(s2) TCPSink $node_(s3) 1]
$tcp2 set window_ 15
```

В результате получим следующие график изменения TCP-окна (рис. [-@fig:003]), а также график изменения длины очереди и средней длины очереди (рис. [-@fig:004]).

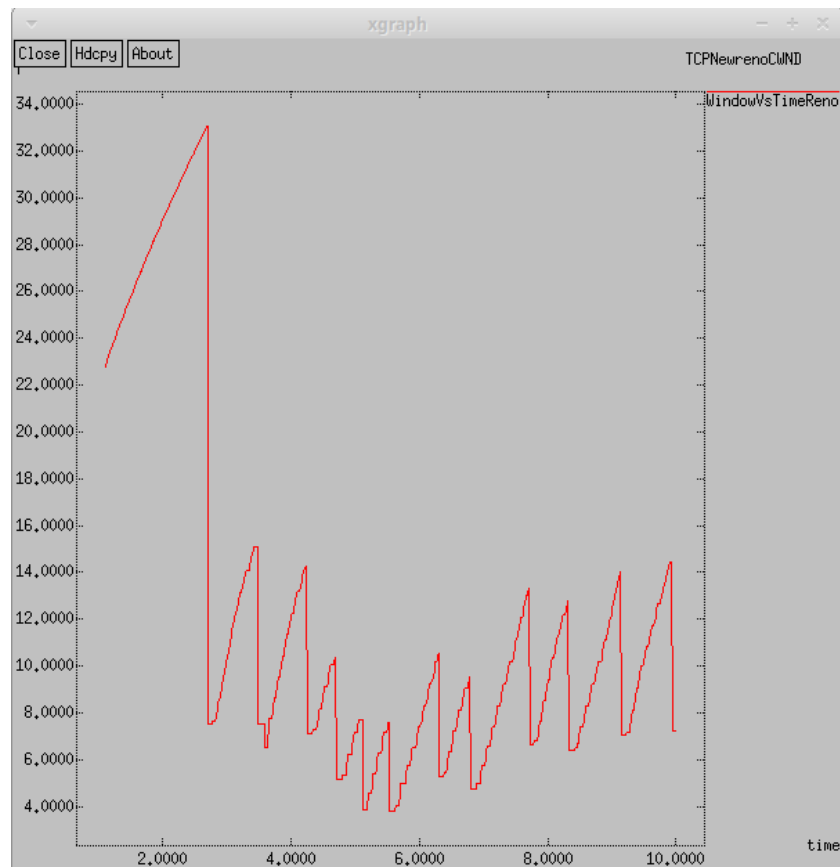


Рис. 3: График динамики размера окна TCP. Тип NewReno

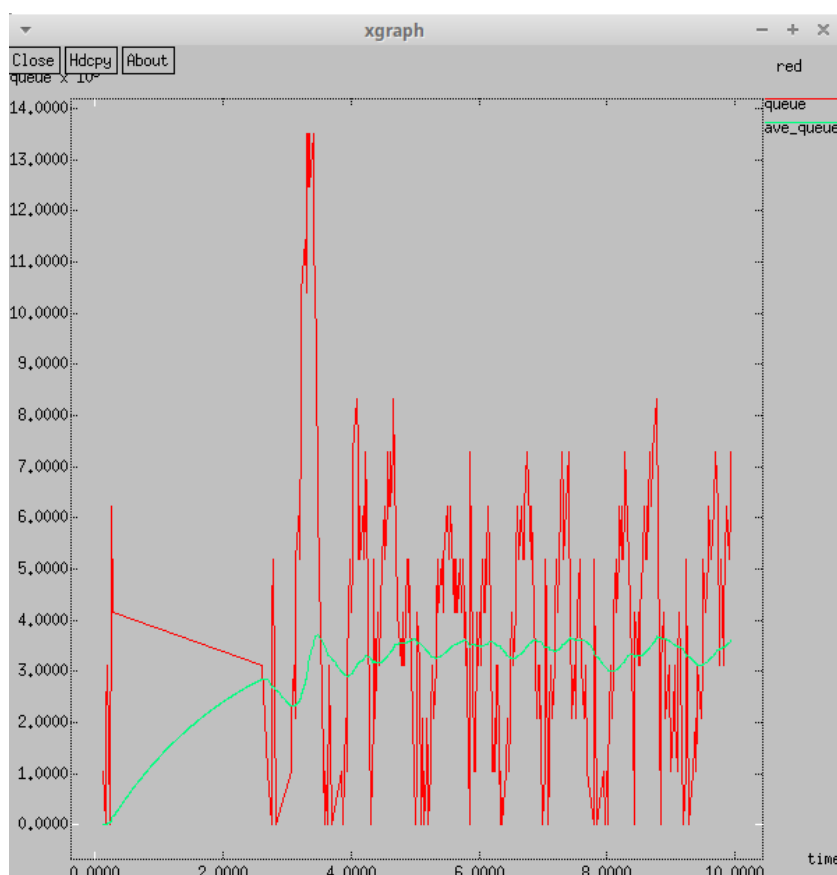


Рис. 4: График динамики длины очереди и средней длины очереди. Тип NewReno

Так же, как было в графике с типом Reno значение средней длины очереди находится в пределах от 2 до 4, а максимальное значение длины равно 14. Графики достаточно похожи. В обоих алгоритмах размер окна увеличивается до тех пор, пока не произойдёт потеря сегмента.

Теперь изменим тип Reno на Vegas. Для этого изменим код:

Агенты и приложения:

```
set tcp1 [$ns create-connection TCP/Vegas $node_(s1) TCPSink $node_(s3) 0]
$tcp1 set window_ 15
set tcp2 [$ns create-connection TCP/Reno $node_(s2) TCPSink $node_(s3) 1]
$tcp2 set window_ 15
```

В результате получим следующие график изменения TCP-окна (рис. [-@fig:005]), а

также график изменения длины очереди и средней длины очереди (рис. [-@fig:006]).

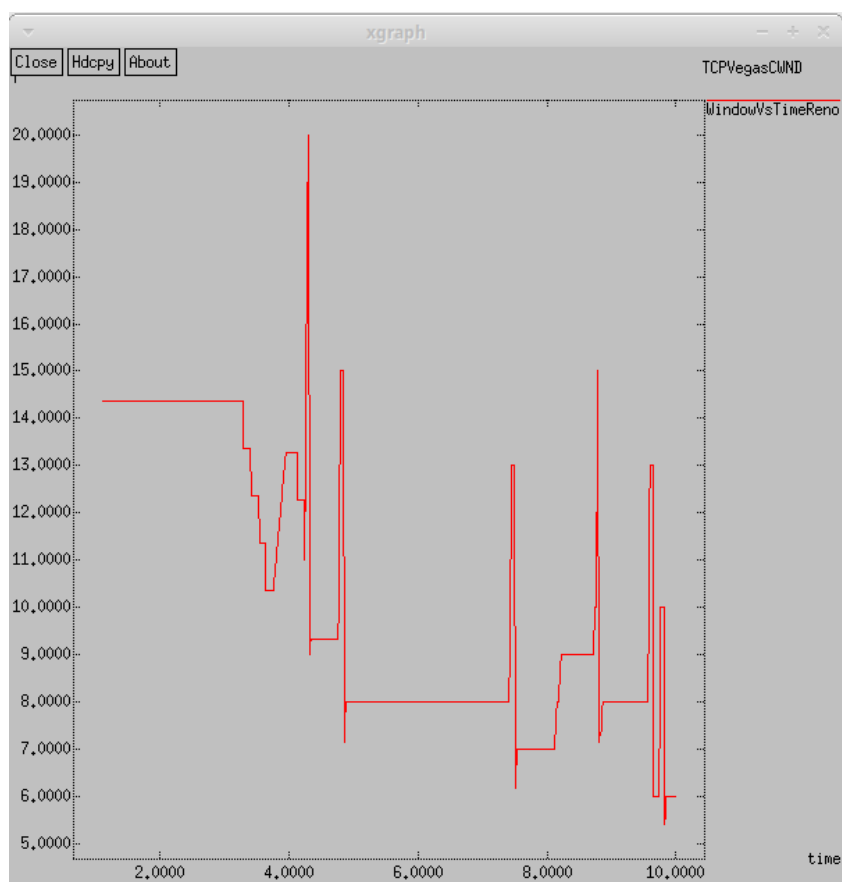


Рис. 5: График динамики размера окна TCP. Тип Vegas

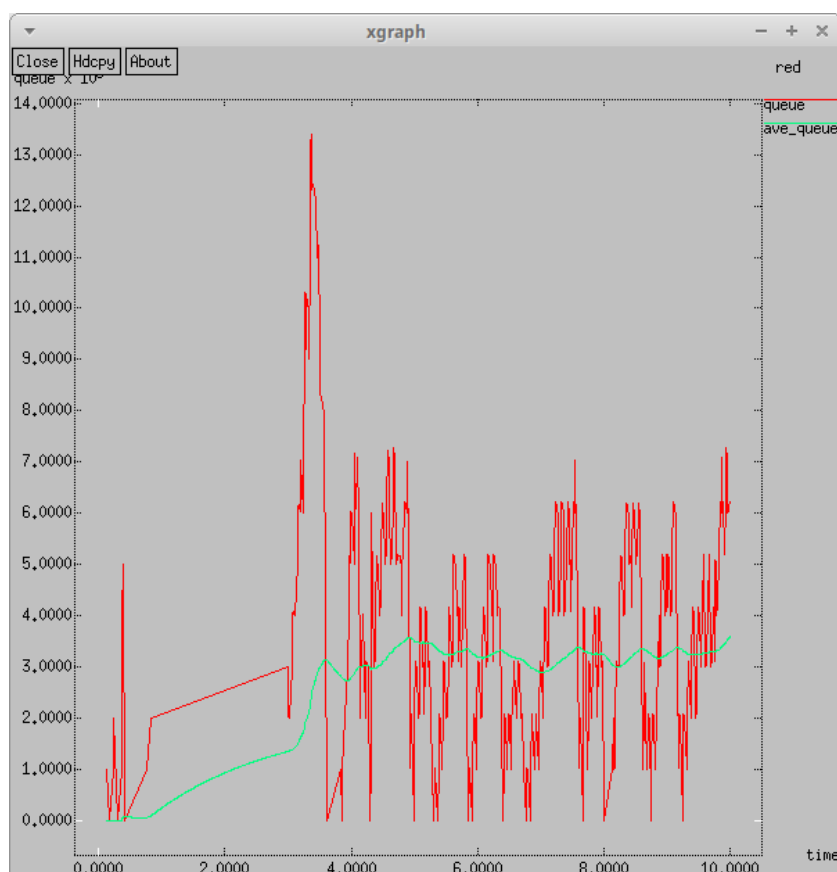


Рис. 6: График динамики длины очереди и средней длины очереди. Тип Vegas

По графику видно, что средняя длина очереди опять находится в диапазоне от 2 до 4 (но можно заметить, что значение длины чаще бывает меньшим, чем при типе Reno/NeReno). Максимальная длина достигает значения 14. Сильные отличия можно заметить по графикам динамики размера окна. При Vegas максимальный размер окна составляет 20, а не 34, как в NewReno. TCP Vegas обнаруживает перегрузку в сети до того, как случайно теряется пакет, и мгновенно уменьшается размер окна. Таким образом, TCP Vegas обрабатывает перегрузку без каких-либо потерь пакета.

Изменение отображения окон с графиками

Внесем изменения при отображении окон с графиками, изменим цвет фона, цвет траекторий, подписи к осям и подпись траектории в легенде. Для этого изменим наш код:

В процедуре finish изменим цвет траекторий, подписи легенд, а также добавив опции -fg и -bg изменим цвет текста и фона в xgraph.

```
set f [open temp.queue w]
puts $f "TitleText: red"
puts $f "Device: Postscript"
puts $f "0.Color: Green"
puts $f "1.Color: Pink"
if { [info exists tchan_] } {
close $tchan_
}
exec rm -f temp.q temp.a
exec touch temp.a temp.q

exec awk $awkCode all.q
puts $f "\"Ochered"
exec cat temp.q >@ $f
puts $f "\n\"Sr_Ochered"
exec cat temp.a >@ $f
close $f

# Запуск xgraph с графиками окна TCP и очереди:
exec xgraph -fg pink -bg purple -bb -tk -x time -t "TCPRenoCWND" WindowVsTimeReno &
exec xgraph -fg white -bg purple -bb -tk -x time -y ochered temp.queue &
```

В разделе мониторинга размера окна TCP также изменим цвет траектории и подпись легенды.

```
set windowVsTime [open WindowVsTimeReno w]
puts $windowVsTime "0.Color: White"
puts $windowVsTime "\"Razmer_Okna"
```


В результате получим следующие график изменения ТСР-окна (рис. [-@fig:007]), а также график изменения длины очереди и средней длины очереди (рис. [-@fig:008]).

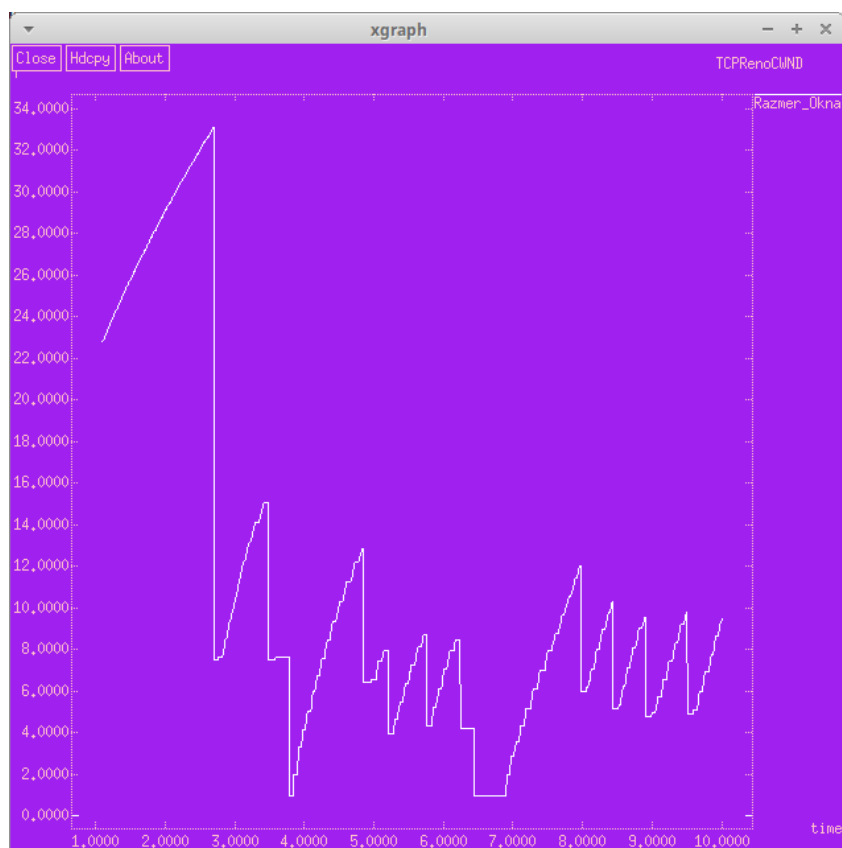


Рис. 7: График динамики размера окна ТСР с изменением отображения

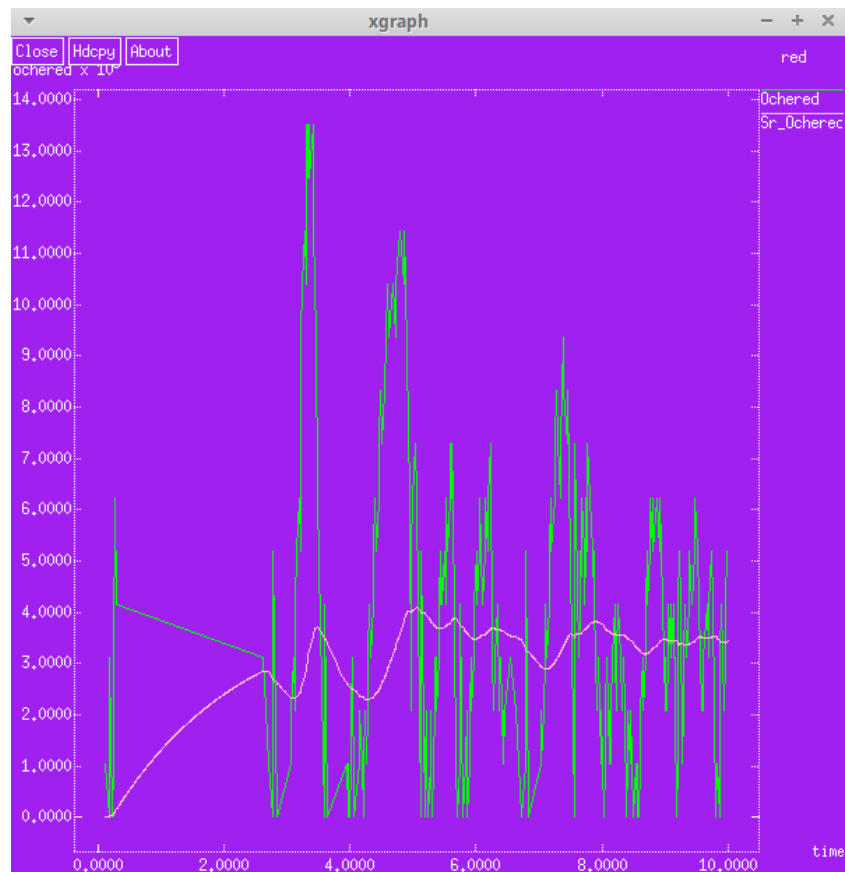


Рис. 8: График динамики длины очереди и средней длины очереди с изменением отображения

Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы я исследовала протокол TCP и алгоритм управления очередью RED.

Список литературы

1. Королькова А.В., Кулябов Д.С. Руководство к лабораторной работе №2. Моделирование информационных процессов. Использование протокола TCP и алгоритма управления очередью RED. – 2025. — 29с.
2. АЛГОРИТМ RED И МЕХАНИЗМ ECN Источник: <https://opengl.org.ru/upravlenie-trafikom-i-kachestvo-obsluzhevaniya-v-seti/algoritm-red-i-mekhanizm-ecn.html>
3. Алгоритмы RED и WRED <https://intuit.ru/studies/courses/9/9/lecture/281?page=2>
4. Модели реализации протокола TCP и его перспективы Семенов Ю.А. (ИТЭФ-МФТИ) <http://book.itep.ru/4/44/tcp.htm>
5. Модель управления очередями на маршрутизаторах <https://cyberleninka.ru/article/n/model-upravleniya-ocheredyami-na-marshrutizatorah?ysclid=m9ctz9fh22471690163>